



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA

---

LUANA DE CARVALHO CATELAN

**ARRANJO DE PLANTAS NA PRODUTIVIDADE E  
POTENCIAL FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE CHIA**

---

Londrina  
2021

LUANA DE CARVALHO CATELAN

**ARRANJO DE PLANTAS NA PRODUTIVIDADE E  
POTENCIAL FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE CHIA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Agronomia.

Orientador: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Lúcia Sadayo Assari Takahashi.

Coorientador: Prof. Dr. José Henrique Bizzarri Bazzo.

Londrina  
2021

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

C358a Catelan, Luana de Carvalho.  
Arranjo de plantas na produtividade e potencial fisiológico de sementes de chia / Luana de Carvalho Catelan. - Londrina, 2021.  
30 f. : il.

Orientador: Lúcia Sadayo Assari Takahashi.  
Coorientador: José Henrique Bizzarri Bazzo.  
Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, 2021.  
Inclui bibliografia.

1. Salvia hispanica - Tese. 2. Chia - Tese. 3. Germinação - Tese. 4. Sementes - Tese. I. Takahashi, Lúcia Sadayo Assari. II. Bazzo, José Henrique Bizzarri. III. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. IV. Título.

CDU 63

LUANA DE CARVALHO CATELAN

**ARRANJO DE PLANTAS NA PRODUTIVIDADE E  
POTENCIAL FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE CHIA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Agronomia.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Orientador: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Lúcia Sadayo Assari  
Takahashi  
Universidade Estadual de Londrina - UEL

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Nadia Graciele Krohn  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná –  
UTFPR

---

Prof. Dr. Gustavo Henrique Freiria  
Universidade do Estado de Minas Gerais -  
UEMG

Londrina, 26 de fevereiro de 2021.

## **AGRADECIMENTOS**

A Universidade Estadual de Londrina e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia pela oportunidade.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos e apoio.

A minha orientadora, Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Lúcia Sadayo Assari Takahashi, por toda a disponibilidade, apoio, paciência e conhecimento transmitido durante a realização deste trabalho.

A Deus por me guiar durante esta trajetória.

Obrigada!

CATELAN, Luana de Carvalho. **Arranjo de plantas na produtividade e potencial fisiológico de sementes de chia**. 2021. 30 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina. 2021.

## RESUMO

*Salvia hispanica* L. é uma espécie da família *Lamiaceae*, com destaque devido ao valor nutricional de seus grãos. Variações nos espaçamentos e densidades de semeadura, bem como a interação entre estes fatores, por alterarem a disponibilidade de recursos do ambiente, refletem diretamente no crescimento, desenvolvimento, rendimento e na qualidade de sementes. Neste sentido, objetivou-se avaliar a produtividade e o potencial fisiológico de sementes de chia cultivadas sob diferentes espaçamentos e densidades de semeadura. Dois experimentos independentes, com dois espaçamentos (0,25 m e 0,45 m), foram conduzidos com delineamento experimental em blocos ao acaso, com quatro repetições. Ambos os experimentos constaram de cinco densidades de semeadura (8, 12, 16, 20 e 24 plantas m<sup>-1</sup>). Foram avaliados o desempenho produtivo da cultura (altura de plantas, massa seca de plantas e produtividade de sementes) e o potencial fisiológico de sementes (germinação, primeira contagem da germinação, comprimento e massa seca de plântula). Os dados foram submetidos à análise de variância, e se constatada diferença significativa, as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A densidade de semeadura não influenciou na qualidade fisiológica das sementes de chia, enquanto para a produtividade o cultivo mais adensado (24 plantas m<sup>-1</sup>), em ambos os experimentos, resultou em maior produtividade de sementes.

**Palavras-chave:** germinação; população de plantas; qualidade fisiológica de sementes; *Salvia hispânica*; vigor.

CATELAN, Luana de Carvalho. **Plant arrangement in the productivity and physiological potential of chia seeds.** 2021. 30 p. Dissertation (Master in Agronomy) - Londrina State University, Londrina. 2021.

### ABSTRACT

*Salvia hispanica* L. is a species of the *Lamiaceae* family, which has been gaining prominence due to the nutritional value of its grains. Variations in spacing and sowing densities, as well as the interaction between these factors, as they alter the availability of environmental resources, directly reflect on growth, development, yield and seed quality. In this sense, the objective was to evaluate the productivity and the physiological potential of chia seeds grown under different spacing and sowing densities. Two independent experiments, with two spacings (0.25m and 0.45m), were conducted with a randomized block design with four replications. Both experiments consisted of five sowing densities (8, 12, 16, 20 and 24 plants m<sup>-1</sup>). The productive performance of the crop (height of plants, dry mass of plants and seed productivity) and the physiological potential of seeds (germination, first count of germination, length and dry mass of seedling) were obtained. The data were found in the analysis of variance, and if a summary difference was found, how averages were compared by the Tukey test at 5% probability. The sowing density did not influence the physiological quality of the chia seeds, whereas for productivity the denser cultivation (24 plants m<sup>-1</sup>), in both experiments, resulted in higher seed productivity.

**Key-words:** germination; plant population; physiological quality of seeds; *Salvia hispanica*. force.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>9</b>
2.1	A CULTURA DA CHIA .....	9
2.1.1	Origem e Classificação Botânica.....	9
2.1.2	Composição Química e Propriedades Nutricionais .....	10
2.1.3	Cultivo e Perspectivas de Mercado .....	11
2.2	QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES .....	13
2.3	ESPAÇAMENTO E DENSIDADE DE SEMEADURA.....	14
2.3.1	Influência do Espaçamento e Densidade de Sementeira na Qualidade de Sementes.....	15
<b>3</b>	<b>ARTIGO A: ARRANJO DE PLANTAS NA PRODUTIVIDADE E POTENCIAL FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE CHIA</b> .....	<b>17</b>
3.1	RESUMO .....	17
3.2	ABSTRACT.....	17
3.3 I	INTRODUÇÃO .....	18
3.4	MATERIAL E MÉTODOS .....	19
3.5	RESULTADO E DISCUSSÃO.....	21
3.6	CONCLUSÃO.....	24
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>25</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A cultura da chia foi introduzida no Brasil a quase uma década e despertou o interesse dos produtores por possuir alto valor agregado de comercialização dos seus grãos. Este se dá em função do teor de proteínas, antioxidantes e ômega-3 que contém, podendo ser utilizada como um alimento funcional. Seu cultivo cresceu nos últimos anos devido ao aumento da demanda por seus subprodutos, como óleos, farinhas, pães e cereais.

Técnicas de manejo como adubação, seleção de regiões mais favoráveis à produção de sementes, utilização da época de semeadura apropriada, uso de diferentes espaçamentos e densidades de semeadura e o controle de pragas e doenças, podem favorecer a produtividade e a qualidade fisiológica das sementes.

Menores espaçamentos proporcionam melhor distribuição das plantas na área, permitindo maior interceptação de luz, o que acelera o fechamento das entrelinhas e aumenta a supressão de plantas daninhas. Em contrapartida, a distribuição de plantas em uma área pode aumentar a competição entre indivíduos, em consequência da variação no espaçamento entre linhas e entre plantas.

No Brasil, as formas de cultivo repetem as de outros países havendo necessidade de estudos de adaptação, espaçamento e densidades às diferentes regiões brasileiras. Sendo assim, produtores que desejam iniciar o cultivo da chia não possuem informações necessárias.

Alguns produtores experimentam formas de cultivo aproveitando o conhecimento de outras culturas e a partir daí adaptam para a chia. Para obter maiores produtividades e determinar o arranjo adequado e adaptado a colheita mecanizada, manipula-se a densidade de plantas nas linhas.

Desta forma, o objetivo é avaliar a produtividade e o potencial fisiológico das sementes de chia cultivadas sob diferentes espaçamentos e densidades de semeadura.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 A CULTURA DA CHIA

#### 2.1.1 Origem e Classificação Botânica

A chia (*Salvia hispanica* L.) é uma espécie pertencente à família *Lamiaceae*, assim como a hortelã (menta), tomilho, alecrim e orégano (GARCÉZ, 2013). É uma planta nativa das regiões Sul do México e Norte da Guatemala, e atualmente cultivada na América do Sul (RIPKE; PALEZI; NOBRE, 2016). Na América Central, no período Pré-Colombiano, a chia foi um alimento usado pelas populações, sendo menos consumido do que outras culturas, como feijão e milho (AYERZA; COATES, 2004).

Na região oeste e sul do México, os grãos de chia foram utilizados como alimento pelos índios (MIGLIAVACCA *et al.*, 2014). Os Astecas e Maias ofereciam a chia como oferenda aos deuses durante cerimônias religiosas. Essa prática desapareceu posteriormente à conquista do território pelos espanhóis, a cerca de 500 anos, os quais substituíram as sementes de chia por culturas vindas da Europa (AYERZA; COATES, 2005).

O cultivo da chia, mesmo sendo menosprezado durante a colonização, permaneceu em áreas isoladas e montanhosas do México e da Guatemala, onde foi produzido por séculos (JIMÉNEZ, 2010). As sementes e seus subprodutos como farinha e o óleo foram usados como produtos alimentícios, artísticos e medicamentos, além da utilização em cultos religiosos (CAHILL, 2003).

As plantas da família *Lamiaceae*, em geral, são herbáceas anuais ou arbustos lenhosos perenes, contendo óleos essenciais em seus caules, folhas e sementes, o que faz com que grande parte das espécies domesticadas sejam utilizadas como condimentos e perfumes (MIGLIAVACCA *et al.*, 2014). O gênero *Salvia* é o mais abundante, integrando 900 espécies que se distribuem pelo mundo, incluindo regiões como o Sul da África, Ásia e Américas Central, do Sul e do Norte (BUENO *et al.*, 2010).

A chia é uma planta herbácea anual e possui em média um metro de altura. A planta apresenta folhas simples e largas (MIGLIAVACCA *et al.*, 2014), as quais possuem óleos essenciais que atuam como repelente a insetos, o que reduz a utilização de produtos químicos na proteção do cultivo (POZO, 2010). Apresenta o

caule oco, quadrado, com ramificações opostas, além da característica aromática (DI SAPIO *et al.*, 2012).

As flores possuem coloração roxa ou branca, são hermafroditas e pequenas, medindo cerca de 3 a 4 mm. Possuem pequenas pétalas e parte da flor fundida, o que favorece sua autofecundação (CAHILL; PROVANCE, 2002). Os frutos possuem forma de aquênio (JIMÉNEZ, 2010), são agrupados em quatro clusas, além de ser monospermicos, ovais e indeiscentes (ZANATTA *et al.*, 2016). A coloração dos frutos varia de preta acinzentada com manchas irregulares avermelhadas a castanho-escuro. Em algumas circunstâncias podem ser esbranquiçadas, porém em quantidades menores (DI SAPIO *et al.*, 2012).

As sementes, principal forma de multiplicação da espécie, apresentam formato oval, tamanho variando de 1 a 2 mm e coloração branca, marrom ou parda com manchas irregulares de cor castanha escura (STEFANELLO *et al.*, 2016).

### 2.1.2 Composição Química e Propriedades Nutricionais

Os grãos de chia são destinadas a comercialização e, quando comparada a outras espécies, esta contém maior proporção de proteína e lipídeos, o que a torna uma fonte de alimentação para diversos países da América do Sul e Central (WEBER *et al.*, 1991).

As sementes são compostas por lipídeos (30 a 33%), proteínas (15 a 25%), carboidratos (26 a 41%), fibras dietéticas (18 a 30%), minerais (4 a 5%), vitaminas (riboflavina, niacina e tiamina) e massa seca (90 a 93%) (MIGLIAVACCA *et al.*, 2014). Além disso, apresentam um considerável teor de antioxidantes (IXTAINA; NOLASCO; TOMÁS, 2008).

As sementes podem ser consumidas cruas, junto a saladas, em sucos e vitaminas não apresentando nenhum sabor (ZANATTA *et al.*, 2016). Possui um valor nutricional significativo com quantidades de antioxidantes, ácido  $\alpha$ -linolênico (ômega-3) e linoléico (ômega-6) (COELHO; MERCEDES, 2014). Esses compostos presentes na semente fazem a chia ser considerada um alimento funcional e recomendada por nutricionistas durante processos de reeducação alimentar (MIGLIAVACCA *et al.*, 2014).

Nutricionistas recomendam o consumo de quatro gramas de ômega-3 por dia. Como a chia contém 30% de óleo, sendo 64% ômega-3, o consumo de 24 gramas de sementes de chia por dia suprem a necessidade diária humana (MIRANDA, 2012). Além disso, é um alimento favorável ao metabolismo devido à prevenção de doenças cardiovasculares, redução do risco de doenças do trato gastrointestinal e dos níveis de colesterol no sangue (ALMEIDA *et al.*, 2016).

Uma característica da semente é o fato de não conter glúten (BUENO *et al.*, 2010) e, quando comparada a outras culturas, a chia apresenta maior teor de ácidos graxos insaturados (CAHILL, 2003) e é conhecida como uma fonte de fibras saudável (AYERZA, 1995).

As sementes apresentam baixo teor de sódio quando comparada a outras espécies que são fonte de ômega-3, o que a torna uma opção para pessoas com problemas de pressão alta que precisam de uma alimentação com níveis inferiores de sódio (BUSILACCHI *et al.*, 2013). Além de serem utilizadas como suplementos nutricionais, as sementes de chia também são usadas na fabricação de barras de sementes, biscoitos e cereais (RIPKE; PALEZI; NOBRE, 2016).

### 2.1.3 Cultivo e Perspectivas de Mercado

A planta de chia se adapta a regiões com climas tropicais e subtropicais, no entanto não tolera geada (AYERZA; COATES, 2005). Tem preferência por solos de textura média a arenosa, embora também possa ser cultivada em solos argilosos (COATES, 2011). Demanda regiões de cultivo a pleno sol, pois a frutificação é inibida em locais sombreados (JIMÉNEZ, 2010) e a faixa ótima de temperaturas para seu desenvolvimento encontra-se entre 16 e 26 °C (BOCHICCHIO *et al.*, 2015).

O ciclo da planta varia de 90 a 150 dias, dependendo da latitude em que se encontra (BUSILACCHI *et al.*, 2013). É uma espécie sensível ao fotoperíodo, considerada como uma planta de dias curtos, e seu crescimento varia de acordo com a latitude (JAMBOONSRI *et al.*, 2012).

Pelo fato das sementes serem pequenas (1-2 mm) e apresentarem baixa quantidade de reservas, a profundidade de semeadura deve ser suficiente, somente para que haja o recobrimento (ROJAS, 2013). A planta cresce lentamente nos primeiros 45 dias após a semeadura, sendo este considerado um período crítico

para a cultura, o que resulta em maior atenção quanto ao controle de plantas daninhas que competem por luz e nutrientes (GARCÉZ, 2013).

Na região central do Rio Grande Sul, a época de semeadura recomendada é no início de janeiro. Semeaduras precoces ou tardias resultam em menores produtividades, devido as condições de temperatura média e fotoperíodo (DALCIN *et al.*, 2018). Para a colheita pode ser feita adaptação nas colhedoras convencionais, ou esta pode ser realizada manualmente. O ponto de colheita adequado é atingido quando as plantas exibem 80% das folhas com coloração escura, secas ou mortas (MIRANDA, 2012).

Comercialmente a chia é produzida na Austrália, Bolívia, Colômbia, México e Argentina, sendo estes os países que mais realizam pesquisas sobre a importância do cultivo (MIGLIAVACCA *et al.*, 2014). No município de Acatic, em Jalisco-México, é onde se encontra o maior centro produtor de chia, exportando para países como Japão, Estados Unidos e Europa (JIMÉNEZ, 2010).

A indústria alimentícia de países como Estados Unidos, Canadá, México e Chile utilizam as sementes de chia e seu óleo para a fabricação de barras energéticas, sucos, iogurtes e cereais matinais, entretanto as áreas produtivas precisam de crescimento para suprir a demanda mundial (COMPANY, 2010)

No contexto brasileiro, os produtores possuem dificuldades quanto à semeadura, colheita mecanizada e comercialização. Por ser uma espécie pouco explorada no país, não há ainda um mercado estabelecido, sendo os grãos fornecidos diretamente a mercados e lojas de produtos naturais (MIGLIAVACCA *et al.*, 2014).

A produção concentra-se no oeste do Paraná e no nordeste do Rio Grande do Sul. Apesar das restrições de informações, a cultura apresenta resultados satisfatórios nesses estados, de 500 a 1200 kg ha<sup>-1</sup> (MIGLIAVACCA *et al.*, 2014). É uma cultura rentável, de fácil manejo e geralmente cultivada por pequenos produtores, pois não necessita de grandes investimentos (MIRANDA, 2012).

## 2.2 QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES

A qualidade da semente está associada a um conjunto de atributos genéticos, físicos, sanitários e fisiológicos, que determinam o sucesso ou fracasso da produção agrícola. Semente de alta qualidade gera uma maior uniformidade da população de plantas, alto vigor e, conseqüentemente, maior produtividade (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

A qualidade fisiológica de sementes é estudada por estar sujeita a alterações de origem bioquímica, física e fisiológica as quais estão associadas com a redução do vigor (BINOTTI *et al.*, 2008). Dessa forma, com a finalidade de estabelecer a qualidade de um lote de sementes, é realizada a análise das mesmas (LOPES; NASCIMENTO, 2009), utilizando os testes de germinação, condutividade elétrica e teste de frio, por exemplo.

Geralmente, a avaliação da qualidade fisiológica é realizada com a utilização do teste de germinação, que determina a capacidade das sementes de produzirem plântulas normais (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000). Entretanto, por serem realizados em condições controladas, os resultados obtidos podem ser superestimados em relação ao potencial fisiológico das sementes (SCHUCH *et al.*, 2013).

Höfs *et al.* (2004) constataram que sementes de arroz com baixa qualidade fisiológica, comparadas com sementes de alta qualidade, obtiveram redução na emergência de plântulas no campo e aumento da desuniformidade de emergência. Abati *et al.* (2017) observaram que o uso de sementes de trigo com alto vigor resultou em maior produtividade de grãos em relação às de baixo vigor.

Vigor é caracterizado pela soma das propriedades que determinam o desempenho de um lote de sementes durante a germinação e a emergência da plântula, refletindo as características que determinam o potencial para a emergência rápida e uniforme de plântulas em condições adversas. Sua avaliação é fundamental para complementar os resultados do teste de germinação (MARCOS FILHO, 2015).

Quanto maior o vigor da semente, mais rápido será o metabolismo das reservas e o estabelecimento das plantas em diferentes condições edafoclimática (MARCOS FILHO, 2015). Vigor elevado ocasiona maior velocidade de germinação e maior taxa de crescimento, gerando plântulas com maior tamanho inicial (MUNIZZI *et al.*, 2010). Desta forma, sementes vigorosas consistem em um

elemento básico para o ideal estabelecimento da cultura (MENDONÇA; RAMOS; FESSEL, 2003).

Por meio da avaliação dos testes de vigor é possível detectar diferenças na qualidade fisiológica de lotes de sementes que apresentem germinação semelhante e comportamentos distintos em condições de campo. Essas diferenças de comportamento podem ser explicadas pelo fato de que as primeiras alterações nos processos bioquímicos estejam associadas à deterioração, e geralmente, acontecem antes que se observe o declínio na capacidade germinativa (MONFORT, 2019).

### 2.3 ESPAÇAMENTO E DENSIDADE DE SEMEADURA

Arranjo de plantas é definido como a combinação de espaçamentos e densidades de semeadura, visando melhor distribuição das plantas na área e maior aproveitamento de recursos ambientais. A interação entre ambiente de produção, manejo e planta define a produtividade da cultura. Espaçamentos e densidades de semeadura são práticas que agem sobre o rendimento e qualidade fisiológica das mesmas (MAUAD, 2010).

Com a finalidade de obter maiores produtividades e determinar o arranjo mais adequado e adaptado à colheita mecanizada, manipula-se a densidade de plantas nas linhas (TOURINO; REZENDE; SALVADOR, 2002). Sendo assim, determinar a população ideal de plantas em uma lavoura é um fator que deve ser levado em consideração (HÖFS *et al.*, 2004).

A densidade de semeadura, além de ocasionar mudanças morfofisiológicas nas plantas, interfere na competição inter e intra-específica por recursos do solo, como água, nutrientes e radiação solar (ARGENTA; SILVA; SANGOI, 2001). Espaçamentos menores na população permitem melhor distribuição das plantas e melhor aproveitamento da radiação solar (TOURINO; REZENDE; SALVADOR, 2002).

Crusciol *et al.* (1999) constataram que para o arroz de sequeiro, baixas densidades populacionais de plantas resultam em maior rendimento de grãos inteiros. Entretanto, para o milho o acréscimo na densidade de plantas é capaz de

otimizar a eficiência da interceptação de luz, tendo melhor aproveitamento de água e nutrientes, aumentando assim a matéria seca e a produção de grãos (MOLIN, 2000).

De acordo com a fertilidade do solo, quantidade de água disponível, época de semeadura, cultivar e local de cultivo, serão definidos a densidade populacional ideal (AMARAL FILHO *et al.*, 2005). Tecnicamente, o melhor arranjo de plantas é o que proporciona uma boa uniformidade das mesmas na linha de semeadura, pois favorece maior aproveitamento de água, luz e nutrientes (GROSS; PINHO; BRITO, 2006).

### 2.3.1 Influência do Espaçamento e Densidade de Semeadura na Qualidade de Sementes

Modolo *et al.* (2010) observaram que o espaçamento de 0,90 m proporcionou incremento na altura de plantas de milho. A utilização de espaçamentos maiores entre linhas determina algumas mudanças no desenvolvimento das plantas devido o favorecimento da competição por luz. As modificações ocasionadas são: maior alongação do colmo, folhas mais compridas e finas e elevada perda de raízes (ARGENTA *et al.*, 2001).

Na cultura do milho, espaçamentos menores proporcionaram maior número de grãos por espiga, diâmetro e comprimento das espigas e produtividade, devido à melhor distribuição das plantas, reduzindo a competição intraespecífica (NASCIMENTO *et al.*, 2012).

O espaçamento entre linhas e a densidade populacional afetam na distribuição da área foliar, sendo esta responsável pela quantidade absorvida de radiação fotossintética, fundamental para o desenvolvimento das plantas (KUNZ *et al.*, 2007). Quando ocorre a maior incidência fotossintética na área foliar as plantas tendem a expressar seu maior potencial produtivo (BERGAMASCHI *et al.*, 2004).

As alterações mais relevantes no aproveitamento da radiação solar, variável esta que altera as características morfofisiológicas das plantas e as propriedades físicas dos grãos, ocorre em resposta à variação de densidades populacionais na linha (PETTER *et al.*, 2016). Densidade e arranjo de plantas possuem importância na eficiência de conversão da radiação fotossinteticamente ativa interceptada pelo dossel à produtividade de grãos (TAKASU *et al.*, 2014).

Segundo Amaro *et al.* (2014), o aumento da densidade de semeadura não afeta a qualidade fisiológica de sementes de cultivares de feijão, exceto para a cultivar Madrepérola, em que a densidade de semeadura de até 290 mil plantas ha<sup>-1</sup> provocou aumento da germinação. Para a mesma cultivar, plantas mais adensadas obtiveram redução nos valores de germinação e índice de velocidade de germinação. Com o aumento do número de plantas por área há distribuição diferente de luminosidade nos vários estratos do dossel vegetativo da cultura, proporcionando alteração na utilização da energia solar e modificando a relação fonte/dreno das plantas, refletindo assim, no desenvolvimento das sementes (ROCHA, 1991).

As ramificações das plantas de chia aumentam quando esta é estabelecida com baixas populações, aumentando desta forma as chances de maior incremento em produtividade (MIRANDA, 2012).

Vale ressaltar que o genótipo e a espécie utilizada influenciam diretamente na resposta a diferentes densidades de semeadura, ou seja, algumas cultivares tem melhor desempenho em densidades mais baixas e outras em altas populações (PROCÓPIO *et al.*, 2014).

De acordo com Quineper, Martins e Costa (2014) o arranjo de plantas afeta a qualidade fisiológica de sementes de sorgo. O aumento da população de plantas juntamente com a redução do espaçamento entre linhas resultou em sementes com maior qualidade fisiológica. Crusciol *et al.* (2002) também verificaram acréscimo na qualidade fisiológica de sementes de soja em cultivo de inverno quando há o aumento da população de plantas. Já Amaro *et al.* (2014), constataram que o aumento da densidade de semeadura não afetou a qualidade fisiológica de sementes de cultivares de feijão.

### 3 ARTIGO A: ARRANJO DE PLANTAS NA PRODUTIVIDADE E POTENCIAL FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE CHIA

#### 3.1 RESUMO

A chia é uma oleaginosa, herbácea anual, pertencente à família Lamiaceae. Diferentes espaçamentos e densidades de semeadura alteram a disponibilidade de recursos do ambiente e podem refletir diretamente na produtividade e na qualidade das sementes. Sendo assim, objetivou-se avaliar a produtividade e o potencial fisiológico de sementes de chia cultivadas sob diferentes espaçamentos e densidades de semeadura. Foram realizados dois experimentos independentes, conduzidos em dois espaçamentos (0,25 e 0,45 m), em blocos ao acaso, com quatro repetições. Ambos experimentos se constituíram de cinco densidades de semeadura, sendo elas de 8, 12, 16, 20 e 24 plantas por metro. Foram avaliados o desempenho produtivo da cultura (altura de plantas, massa seca de plantas, massa de mil sementes e produtividade de sementes) e o potencial fisiológico de sementes (germinação, primeira contagem da germinação, índice de velocidade de germinação, comprimento e massa seca de plântula). Os dados foram submetidos à análise de variância, e constatada diferença significativa, as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A densidade de semeadura não influenciou na qualidade fisiológica das sementes de chia, enquanto para a produtividade o cultivo mais adensado (24 plantas m<sup>-1</sup>), em ambos os experimentos, resultou em maior produtividade de grãos.

**Palavras-chave:** Germinação. População de plantas. Qualidade fisiológica de sementes. *Salvia hispanica*. Vigor.

#### 3.2 ABSTRACT

Chia is an oilseed, an annual herb, belonging to the Lamiaceae family. Different spacing and sowing densities change the availability of resources in the environment and directly reflect on seed productivity and quality. Therefore, the objective of the work is to evaluate the productivity and the physiological potential of chia seeds grown under different spacing and sowing densities. Two independent experiments were carried out, conducted in two spacings (0.25 and 0.45 m), in randomized blocks, with four replications. Both experiments consisted of five sowing densities, 8, 12, 16, 20 and 24 plants per meter. The productive performance of the crop (plant height, dry mass of plants, mass of a thousand seeds and seed productivity) and the physiological potential of seeds (germination, first germination count, germination speed index, length and dry mass were evaluated seedling). The data were subjected to analysis of variance, and found a significant difference, the means were compared by the Tukey test at 5% probability. The sowing density did not influence the physiological quality of the chia seeds, whereas for productivity the denser cultivation (24 plants m<sup>-1</sup>), in both experiments, resulted in higher grain productivity.

**Key Words:** Germination. Plant population. Physiological quality of seeds. *Salvia hispanica*. Force.

### 3.3 INTRODUÇÃO

A chia (*Salvia hispanica* L.) é uma oleaginosa pertencente à família *Lamiaceae*, nativa das regiões Sul do México e Norte da Guatemala e posteriormente expandida para a América do Sul (RIPKE; PALEZI; NOBRE, 2016). É uma cultura que se adapta a regiões de clima tropical e subtropical (BUENO *et al.*, 2010) e redescoberta como um alimento funcional, devido ao seu grão ser rico em antioxidantes, proteínas e fibras alimentares (SANDOVAL OLIVEROS e PAREDES-LÓPEZ, 2013).

Com o surgimento das áreas de cultivo de chia no Sul do Brasil, devido ao aumento no consumo, faz-se necessário a ampliação de estudos em relação a esta espécie. Sementes de alta qualidade são necessárias para um adequado estabelecimento e desenvolvimento das lavouras. A qualidade fisiológica de sementes é definida por um conjunto de atributos e está sujeita a alterações bioquímicas, físicas e fisiológicas, relacionadas com a redução do vigor (BINOTTI *et al.*, 2008).

Afim de maximizar a produtividade da cultura, estudos de aspectos agronômicos são fundamentais para a definição da densidade populacional e do espaçamento utilizado. A distribuição de plantas em uma área pode modificar o desenvolvimento vegetativo e reprodutivo, e estas modificações estão relacionadas à competição entre indivíduos, em consequência da variação no espaçamento entre linhas e entre plantas (FERREIRA *et al.*, 2014). A manipulação do espaçamento e da densidade de semeadura tem como objetivo estabelecer o arranjo adequado para o melhor crescimento e desenvolvimento da planta, colheita mecanizada, maior produtividade e, conseqüentemente, melhor qualidade da semente (RODRIGUES, 2016).

A densidade de plantas e o espaçamento adotado na área de cultivo merecem destaque, por serem fatores que afetam a produção e a qualidade das sementes. Faz-se necessário definir o arranjo ideal de plantas para as condições de ambiente no qual essas estão sendo cultivadas, para que os nutrientes do solo, água e radiação solar sejam melhor aproveitados (ALBUQUERQUE *et al.*, 2011).

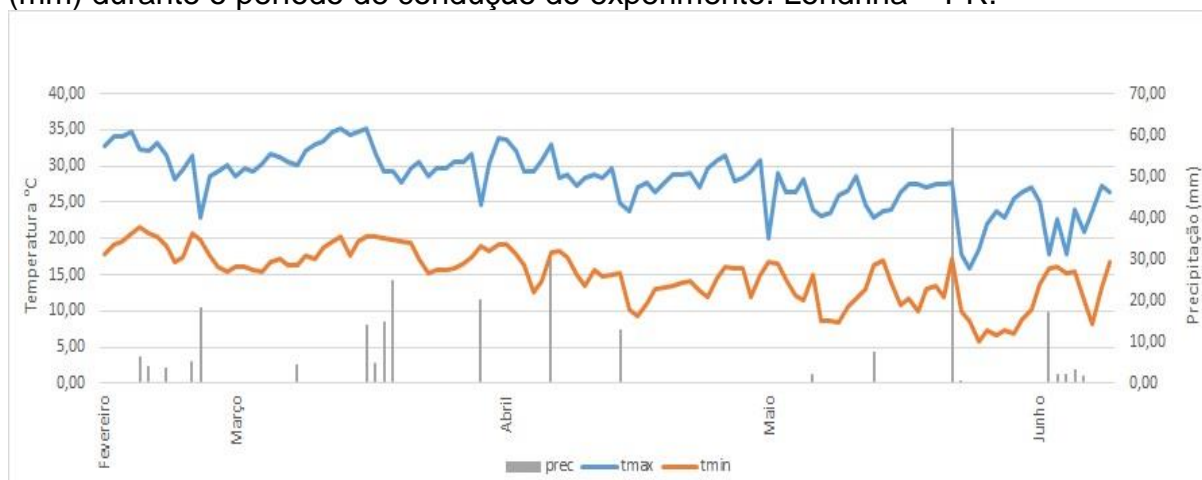
Entretanto, em relação às características agronômicas e manejo para a produção das sementes de chia na região Norte do Paraná, as informações são restritas. Sendo assim, o objetivo do trabalho é avaliar a produtividade e o

potencial fisiológico das sementes de chia cultivadas sob diferentes espaçamentos e densidades de semeadura.

### 3.4 MATERIAL E MÉTODOS

Utilizando um lote de sementes de chia, obtido de produtores de Marialva-PR, realizaram-se dois experimentos no campo experimental da Universidade Estadual de Londrina, Município de Londrina-PR (23°11'S, 51°11'W e altitude de 600 m), em Latossolo Vermelho distroférico. Segundo a classificação de Köppen, o clima é do tipo Cfa, descrito como subtropical úmido. Os dados meteorológicos de temperaturas e precipitação pluvial durante a condução do experimento (Figura 1) foram obtidos por meio dos registros da estação meteorológica do Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná (IDR-Paraná).

Figura 1. Dados de temperaturas diárias (°C) máxima e mínima e precipitação pluvial (mm) durante o período de condução do experimento. Londrina – PR.



Fonte: Adaptado das estações meteorológicas do Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná – IDR-Paraná (2020).

O delineamento utilizado foi em blocos ao acaso, com quatro repetições. Cada parcela constituiu-se de cinco densidades populacionais, 8, 12, 16, 20 e 24 plantas por metro, sendo estas compostas por quatro linhas de três metros. O experimento I foi realizado com espaçamento entre linhas de 0,25 m, e o experimento II, de 0,45 m. Considerou-se como área útil as duas linhas centrais de cada parcela.

Em relação aos tratos culturais, foi realizada aração do terreno antes da instalação do experimento, com posterior utilização de grade para nivelar o solo. A semeadura de ambos os experimentos foi realizada no dia 15/02/2020, dispendo as sementes manualmente nas linhas com profundidade de um centímetro. Nos primeiros 40 dias após a semeadura, foi realizado o controle manual de plantas daninhas e, a partir deste período, as capinas se deram em função da necessidade da cultura. O raleio para adequar a quantidade de plantas por metro foi realizado, manualmente, 50 dias após a semeadura. Durante a condução do experimento, utilizaram-se iscas para o controle de formigas na área.

A colheita de ambos os experimentos ocorreu no dia 09/06/2020, quando 80 % das plantas encontravam-se secas. Esta foi realizada manualmente, colhendo-se as duas linhas centrais (área útil) de cada parcela. Foi realizado o teste de teor de água nas sementes e estas encontravam-se com 8 % de umidade. Para determinação do desempenho produtivo e do potencial fisiológico de sementes foram realizadas as seguintes avaliações: altura e massa seca de plantas, produtividade, germinação, primeira contagem de germinação, comprimento e massa seca de plântulas.

A altura de plantas foi determinada em três plantas ao acaso, por parcela, considerando-se a medida do nível do solo ao ápice do colmo principal, utilizando uma trena, e os resultados obtidos expressos em centímetros. Para obtenção da massa seca, as mesmas plantas utilizadas para a medição da altura foram levadas a estufa à 65 °C, durante 24 horas. Posteriormente determinou-se a massa das plantas em balança de precisão sendo os resultados expressos em g planta<sup>-1</sup>. A produtividade foi avaliada com base na massa das sementes produzidas na área útil das parcelas.

Para as avaliações realizadas em laboratório, foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado. O teste de germinação, conduzido de acordo com Brasil (2009), utilizou-se de quatro repetições de 100 sementes por densidade, colocadas sobre papel mata borrão umedecido com água destilada no volume de 2,5 vezes a massa do papel seco, dentro de gerbox. Os mesmos foram levados ao germinador com temperatura controlada de 25 °C. A primeira contagem de germinação realizou-se no quarto dia após a instalação do teste, para quantificar o vigor das sementes e a segunda contagem no sétimo dia, obtendo o número final de plântulas normais, anormais e sementes não germinadas.

Para o teste de comprimento e massa seca de plântulas foi realizado quatro repetições com 10 sementes, em rolos de papel de germinação, distribuídas no terço superior do papel, umedecido como descrito para o teste de germinação. O comprimento de plântulas é determinado conforme metodologia descrita por Nakagawa (1999), com avaliação do comprimento da raiz primária e da parte aérea ao sétimo dia após a instalação do teste.

Determinou-se a massa seca com base nas plântulas do teste anterior, por meio da remoção dos resquícios do tecido de reserva, acondicionadas em sacos de papel e mantidos em estufa de circulação forçada de ar à temperatura de 65 °C por 48 h. Após este período, determinou-se a massa em balança analítica. Os resultados são expressos em mg plântula<sup>-1</sup> (NAKAGAWA, 1999).

Os dados foram submetidos à análise de variância, e constatada diferença significativa, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

### 3.5 RESULTADO E DISCUSSÃO

Verificando-se a análise de variância dos componentes de produção do experimento I (Tabela 1), constatou-se que houve diferença significativa, a 1 % de probabilidade, para as variáveis altura de planta, massa seca de planta e produtividade. Já para a qualidade fisiológica das sementes, houve diferença apenas para a variável comprimento radicular.

Tabela 1. Análise de variância para componentes de produção e qualidade fisiológica de sementes chia produzidas em espaçamento de 0,25 m.

Componentes de Produção						
	Altura de plantas (cm)	Massa seca de plantas (g planta <sup>-1</sup> )	Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )			
Densidade de plantas	8,20**	8,01**	14,87**			
Bloco	0,11 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>	5,82**			
CV (%)	6,97	13,42	11,45			
Qualidade Fisiológica						
	Vigor	Germinação	Plântulas anormais	CPA (cm)	CRA (cm)	Massa seca (mg plântula <sup>-1</sup> )
Densidade de plantas	0,948 <sup>ns</sup>	0,913 <sup>ns</sup>	0,947 <sup>ns</sup>	0,738 <sup>ns</sup>	8,577**	0,189 <sup>ns</sup>
CV (%)	4,46	2,96	38,81	4,25	5,33	14,05

Fc: valor de F calculado; CV: coeficiente de variação; \*\*: significativo ao 1 % de probabilidade pelo teste de Tukey; <sup>ns</sup>: não significativo; CPA: comprimento de parte aérea; CRA: comprimento radicular.

Em relação à variável altura de plantas (Tabela 2), obtiveram maior desenvolvimento na densidade de 24 plantas  $m^{-1}$ . Pereira *et al.* (2020), avaliando características morfológicas da chia, utilizaram cinco densidades populacionais (40, 50, 60, 70 e 80 mil plantas  $ha^{-1}$ ) e detectaram um aumento na altura das plantas conforme houve incremento na densidade populacional. Alvarez *et al.* (2006) sugerem uma tendência natural no aumento da altura de plantas em situações de alta densidade.

Segundo estudo realizado por Rodríguez-Abello *et al.* (2018), plantas que possuem o crescimento vegetativo prolongado, apresentam maior estatura associada com maior número de folhas e de inflorescências, o que resulta em maior rendimento de grãos. Dessa forma, a estatura final das plantas é uma característica fundamental para a definição do manejo a ser adotado.

Tabela 2. Altura e massa seca de plantas e produtividade de sementes de chia produzidas em espaçamento de 0,25 m em Londrina – PR

Densidades (plantas $m^{-1}$ )	Altura de plantas (cm)	Massa seca de plantas (g planta $^{-1}$ )	Produtividade (kg $ha^{-1}$ )
8	71,82 c	0,396 b	304,14 c
12	82,86 ab	0,478 ab	449,94 ab
16	81,90 abc	0,500 ab	451,22 ab
20	76,20 bc	0,416 b	361,16 bc
24	90,60 a	0,602 a	502,12 a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Resultados semelhantes à altura de plantas foram encontrados para massa seca e produtividade (Tabela 2), onde a maior densidade destacou-se obtendo as maiores médias. De acordo com Rodrigues (2016), menores espaçamentos em uma mesma população possibilitam melhor distribuição espacial das plantas na área, com maior aproveitamento da radiação solar e por este motivo densidades elevadas resultam em maior produção de panículas, o que determina maior potencial produtivo.

Na semeadura adensada, verifica-se que o maior número de plantas acarreta em menor radiação e demanda hídrica por planta, porém há um maior consumo de água, o que torna a densidade populacional e sua configuração no campo importante para alcançar melhores resultados na produtividade final (MELO *et al.*, 2005).

Em trabalho realizado com mamona, Severino *et al.* (2006) verificaram que espaçamentos mais estreitos resultaram em maior produtividade do que espaçamentos mais largos, indicando que o adensamento populacional poderia ser adotado como forma de aumentar a produtividade.

Observando-se a análise de variância dos componentes de produção do experimento II (Tabela 3), nota-se que houve diferença significativa a 1% de probabilidade, para as variáveis altura de planta, massa seca de planta e produtividade. Para a qualidade fisiológica, não houve diferenças significativas.

Tabela 3. Análise de variância para componentes de produção e qualidade fisiológica de sementes de chia produzidas em espaçamento de 0,45 m

Componentes de Produção						
	Altura de plantas (cm)	Massa seca de plantas (g planta <sup>-1</sup> )	Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )			
Densidade de plantas	54,54**	33,07**	24,81**			
Bloco	0,60 <sup>ns</sup>	0,23 <sup>ns</sup>	1,28 <sup>ns</sup>			
CV (%)	4,57	8,89	4,43			
Qualidade Fisiológica						
	Vigor	Germinação	Plântulas anormais	CPA (cm)	CRA (cm)	Massa seca (mg plântula <sup>-1</sup> )
Densidade de plantas	3,229 <sup>ns</sup>	1,776 <sup>ns</sup>	1,975 <sup>ns</sup>	0,797 <sup>ns</sup>	5,012 <sup>ns</sup>	2,993 <sup>ns</sup>
CV (%)	5,35	5,09	35,55	7,84	11,06	18,93

Fc: valor de F calculado; CV: coeficiente de variação; \*\*: significativo ao 1 % de probabilidade pelo teste de Tukey; <sup>ns</sup>: não significativo; CPA: comprimento de parte aérea; CRA: comprimento radicular.

Para a variável altura de plantas, destaca-se as densidades de 8 e 12 plantas m<sup>-1</sup> que obtiveram médias de 92,22 e 88,14 cm, respectivamente, e não diferiram entre si (Tabela 4). Avaliando diferentes espaçamentos na cultura da chia, constatou-se que o maior espaçamento (0,50 m entre linhas) proporcionou maior crescimento da planta (RODRIGUES, 2016).

Ali *et al.* (2012), em estudo sobre a cultura da chia, afirmaram que essas plantas podem chegar a atingir 1 m de altura. Entretanto, Migliavacca *et al.* (2014), verificaram que a planta pode atingir até 2 m de altura se semeada nos meses de outubro e novembro, semeadas no Rio Grande do Sul, onde há um aumento do ciclo e faz com que a planta vegete por mais tempo.

A altura de planta é dependente das características varietais da cultura e é expressa por meio da interação do ambiente com a cultivar, sendo considerável o regime pluviométrico, temperatura, altitude, fotoperíodo, luz solar, umidade relativa do ar, entre outros (WOJAHN, 2016).

Para a variável massa seca de plantas (Tabela 4), as densidades de 8 e 12 plantas  $m^{-1}$  obtiveram as maiores médias, corroborando com a altura de plantas. Já para a produtividade, destacaram-se as densidades de 8 e 24 plantas  $m^{-1}$  e as mesmas não diferiram estatisticamente da densidade de 16 plantas  $m^{-1}$ . Possivelmente isso ocorreu devido à época de plantio e, conseqüente, redução do fotoperíodo.

Tabela 4. Altura e massa seca de plantas e produtividade de sementes de chia produzidas em espaçamento de 0,45 m em Londrina – PR

Densidades (plantas $m^{-1}$ )	Altura de plantas (cm)	Massa seca de plantas (g planta $^{-1}$ )	Produtividade (kg ha $^{-1}$ )
8	92,22 a	0,604 a	429,42 a
12	88,14 a	0,572 a	390,74 b
16	71,28 bc	0,402 b	404,70 ab
20	65,10 c	0,362 b	333,70 c
24	72,06 b	0,424 b	428,52 a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Goergen (2018), estudando diferentes épocas de semeadura para a chia, verificou que a cultura apresenta melhor produtividade quando semeada em janeiro, no Estado do Rio Grande do Sul (980 kg ha $^{-1}$ ). Semeaduras mais tardias resultam em menor número de folhas, decorrente da redução do fotoperíodo médio e rápida indução a fase reprodutiva, o que acarreta em menor produtividade.

Em ambos os experimentos a densidade de semeadura não influenciou na qualidade fisiológica das sementes de chia. Dados obtidos por Amaro *et al.* (2014), corroboram os resultados obtidos no trabalho, em que o aumento da densidade de semeadura não afetou a qualidade fisiológica de sementes de cultivares de feijão.

### 3.6 CONCLUSÃO

Conclui-se que a densidade de 24 plantas  $m^{-1}$  resultou em maior produtividade em ambos os espaçamentos. Em relação a qualidade fisiológica das

sementes, em ambos os experimentos, a densidade de semeadura não influenciou na qualidade final.

## REFERÊNCIAS

- ABATI, J.; BRZEZINSKI, C. R.; FOLONI, J. S. S.; ZUCARELI, C.; BASSOI, M. C.; HENNING, F. A. Seedling emergence and yield performance of wheat cultivars depending on seed vigor and sowing density. **Journal of Seed Science**, v. 39, n. 1, p. 58-65, 2017.
- ALBUQUERQUE, C. J. B.; PINHO, R. G. V.; RODRIGUES, J. A. S.; BRANT, R. S.; MENDES, M. C. Espaçamento e densidade de semeadura para cultivares de sorgo granífero no semiárido. **Cultivo de Sorgo no Semiárido**, v. 70, n. 2, p. 278-285, 2011.
- ALI, N. M.; YEAP, S. K.; HO, W. Y.; BEH, B. K.; TAN, S. W.; TAN, S. G. The Promising Future of Chia, *Salvia hispanica* L. **Journal of Biomedical Biotechnology**, v. 2012, p. 171-956, 2012.
- ALMEIDA, T. L.; RODRIGUES, D. B.; ROSA, T. D.; OLANDA, G. B.; FARIAS, C. R. J. Qualidade sanitária e fisiológica de sementes de chia. ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, **Centro Científico Conhecer**, Goiânia, v. 13, n. 23; p. 1117, 2016.
- ALVAREZ, C. G. D.; PINHO, R. G.; BORGES, I. D. Avaliação de características agrônômicas e de produção de forragens e grãos de milho em diferentes densidades de semeadura e espaçamentos entre linhas. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 3, p. 402-408, 2006.
- AMARAL FILHO, J. P. R.; FORNASIERI FILHO, D.; FARINELLI, R.; BARBOSA, J. C. Espaçamento, densidade populacional e adubação nitrogenada na cultura do milho. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, n. 29, p. 467-473, 2005.
- AMARO, H. T. R.; DAVID, A. M. S. S.; CARVALHO, A. J.; VIEIRA, N. M. B.; ASPIAZÚ, I.; ASSIS, M. O. Qualidade fisiológica de sementes de cultivares de feijão em função de densidades populacionais. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 3, p. 1241-1248, 2014.
- ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F.; SANGOI, L. Arranjo de plantas em milho: análise do estado-da-arte. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 31, n. 6, p. 1075-1084, 2001.
- ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F.; BORTOLINI, C. G.; FORSTHOFER, E. L.; MANJABOSCO, E. A.; BEHEREGARAY NETO, V. Resposta de híbridos simples à redução do espaçamento entre linhas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 01, p. 71-78, 2001.

AYERZA, R. Oil content and fatty acid composition of Chia (*Salvia hispanica* L.) from five northwestern locations in Argentina. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, Champaign, v. 72, n. 9, p. 1079–1081, 1995.

AYERZA, R.; COATES, W. **Chia: Rediscovering a forgotten crop of the Aztecs**. University of Arizona Press, 2005. p. 34.

AYERZA, R.; COATES, W. Composition of chia (*Salvia hispanica*) grown in six tropical and subtropical ecosystems of South America. **Tropical Science**, Nova Jérsei, v. 44, n. 3, p. 131–135, 2004.

BERGAMASCHI, H.; DALMAGO, G. A.; BERGONCI, J. I.; BIANCHI, C. A. M.; MULLER, A. G.; COMIRAN, F.; HECKLER, B. M. M. Distribuição hídrica no período crítico do milho e produção de grãos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 9, p. 831-839, 2004.

BINOTTI, F. F. S.; HAGA, K. I.; CARDOSO, E. D.; ALVES, C. Z.; SÁ, M. E.; ARF, O. Efeito do período de envelhecimento acelerado no teste de condutividade elétrica e na qualidade fisiológica de sementes de feijão. **Acta Sci. Agron.** Maringá, v. 30, n. 2, p. 247-254, 2008.

BOCHICCHIO, R.; ROSSI, R.; LABELLA, R.; BITELLA, G.; PERNIOLA, M.; AMATO, M. Effect of sowing density and nitrogen top-dress fertilisation on growth and yield of chia (*Salvia hispanica* L.) in a Mediterranean environment: first results. **Italian Journal of Agronomy**, v. 10, n. 640, p. 163-166, 2015

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: MAPA/ACS, 2009.p. 147-399.

BUENO, M.; DI SAPIO, O.; BAROLO, M.; BUSILACCHI, H.; QUIROGA, M.; SEVERIN, C. Análisis de localidad de los frutos de *Salvia hispánica* L. (Lamiaceae) comercializados en la ciudad de Rosario (Santa Fe, Argentina). **Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas**, Santiago, v. 9, n. 3, p. 221–227, 2010.

BUSILACCHI, H.; QUIROGA, M.; BUENO, M.; DI SAPIO, O.; FLORES, V.; SEVERIN, C. Evaluación de *Salvia hispanica* L. cultivada en el sur de Santa Fe (República Argentina). **Cultivos Tropicales**, San José de las Lajas, v. 34, n. 4, p. 55–59, 2013.

CAHILL, J. P. Ethnobotany of Chia, *Salvia hispanica* L. (Lamiaceae). **Economic Botany**, Nova Iorque, v. 57, n. 4, p. 604–618, 2003.

CAHILL, J. P.; PROVANCE, M. C. Genetics of Qualitative Traits in Domesticated Chia (*Salvia hispanica* L.). **The Journal of Heredity**, Oxford, v. 93, n. 1, p. 52-55, 2002.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 429p

COATES, W. Whole and Ground Chia (*Salvia hispanica* L.) Seeds, Chia Oil- Effects on Plasma Lipids and Fatty Acids. In PREEDY, V. R.; WATSON, R. R.; PATEL, V. B. (Ed) **Nuts and Seeds in Health and Disease Prevention**. San Diego: Academic Press, 2011. p.309-314.

COELHO, M. S.; MERCEDES, M. De L. Composição química, propriedades funcionais e aplicações tecnológicas da semente de chia (*Salvia hispanica* L) em alimentos. **Brazilian journal of food technology**, Campinas, v. 17, n. 4, p. 259-268, 2014.

COMPANY, THE CHIA. **Request for Scientific Evaluation of Substantial Equivalence Application for the Approval of Chia seeds (*Salvia hispanica* L.) from The Chia Company for use in bread**. Leederville: The Chia Company, 2010. 72 p. Disponível em: <[http://acnfp.food.gov.uk/sites/default/files/mnt/drupal\\_data/sources/files/multimedia/pdfs/thechiacompany.pdf](http://acnfp.food.gov.uk/sites/default/files/mnt/drupal_data/sources/files/multimedia/pdfs/thechiacompany.pdf)>. Acesso em: 28 jun. 2019.

CRUSCIOL, C. A. C.; LAZARINI, E.; BUZO, C. L.; SÁ, M. E. Produção e qualidade fisiológica de sementes de soja avaliadas na semeadura de inverno. **Scientia Agricola**, v. 59, n. 1, p. 79-86, 2002.

CRUSCIOL, C. A. C.; MACHADO, J. R.; ARF, O.; RODRIGUES, R. A. F. Rendimento de benefícios e de grãos inteiros em função do espaçamento e da densidade de semeadura do arroz de sequeiro. **Scientia Agricola**. Piracicaba, v. 56, n. 1, 1999.

DALCIN, M. S.; GOERGEN, P. C. H.; MARTINS, J. T. S.; FREITAS, C. P. O.; SELLI, V. S.; LAGO, I. Datas de semeadura e disponibilidade climática para produção de chia na região central RS. In: 10º SALÃO INTERNACIONAL DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, 2018, Santana do Livramento. **Anais do 10º Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão**. Santana do Livramento: Universidade Federal do Pampa, 2018.

DI SAPIO, O.; BUENO, M.; BUSILACHI, H.; QUIROGA, M.; SEVERIN, C. Caracterización Morfoanatômica de Hoja, Tallo, Fruto y Semilla de *Salvia hispanica* L. (Lamiaceae). **Boletín Latino americano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromaticas**, Santiago, v. 11, n. 3, p. 249–268, 2012.

FERREIRA, N. C.; SELEGUINI, A.; SENO, S.; FARIA JÚNIOR, M. J. A. Produção e qualidade de inflorescências de couve-flor em função da densidade de plantio. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 1, n. 2, p. 1-7, 2014.

GARCÉS, Y. J. **La chía (*Salvia hispanica* L.), una fuente de nutrientes para el desarrollo de alimentos Saludables**. 2013. Trabajo de grado para optar al título de Especialista em Alimentación y Nutrición – Corporación Universitaria Lasallista, Facultad de Ingenierías, Caldas- Antioquia, 2013.

GOERGEN, P. C. H. **Crescimento, desenvolvimento, produtividade e qualidade de sementes de chia em diferentes datas de semeadura**. 2018. Dissertação

(Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2018.

GROSS, M. R.; PINHO, R. G. V.; BRITO, A. H. Adubação nitrogenada, densidade de semeadura e espaçamento entre fileiras na cultura do milho em sistema plantio direto. **Ciênc. Agrotec.**, Lavras, v. 30, n. 3, p. 387-393, 2006.

HÖFS, A.; SCHUCH, L. O. B.; PESKE, S. T.; BARROS, A. C. S. A. Efeito da qualidade fisiológica das sementes e da densidade de semeadura sobre o rendimento de grãos e qualidade industrial em arroz. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 26, n. 2, p. 54-62, 2004.

HÖFS, A.; SCHUCH, L. O.; PESKE, S. T.; BARROS, A. C. S. A. Emergência e crescimento de plântulas de arroz em resposta à qualidade fisiológica de sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 26, n. 1, p. 92-97, 2004.

IXTAINA, V. Y.; NOLASCO, S. M.; TOMÁS, M. C. Physical properties of chia (*Salvia hispanica* L.) seeds. **Industrial Crops and Products**, Amsterdã, v. 28, n. 3, p. 286-293, 2008.

JAMBOONSRI, W; PHILLIPS, T. D.; GENEVE, R. L.; CAHILL, J. P.; HILDEBRAND, D. F. Extending the range of an ancient crop, *Salvia hispanica* L.-a new  $\omega$ 3 source. **Genetic Resources and Crop Evolution**, v. 59, n. 2, p. 171-178, 2012.

JIMÉNEZ, G. **Caracterización de compuestos fenólicos presente em La semilla y aceite de chía (*Salvia hispanica* L.), mediante electroforesis capilar**. 2010. Tesis (Maestría en Ciencias de La Alimentación) – Instituto Politécnico Nacional, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Cidade do México, 2010.

KUNZ, J. H.; BERGONCI, J. I.; BERGAMASCHI, H.; DALMAGO, G. A.; HECKLER, B. M. M.; COMIRAN, F. Uso da radiação solar pelo milho sob diferentes preparos do solo, espaçamento e disponibilidade hídrica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 11, p. 1511-1520, 2007.

LOPES, A. C. A.; NASCIMENTO, W. M. Análise de sementes de hortaliças. **Circular Técnica (83)**. Embrapa Hortaliças. Brasília, 2009.

MIGLIAVACCA, R. A.; SILVA, T. R. B.; VASCONCELOS, A. L. S.; MOURÃO FILHO, W.; BAPTISTELLA, J. L. C. O cultivo da chia no Brasil: Futuro e perspectivas. **Journal of Agronomic Sciences**, Umuarama, v. 3, n. especial, p. 161-179, 2014.

MIGLIAVACCA, R. A.; VASCONCELOS, A. L. S.; SANTOS, C.; BAPTISTELLA, J. L. C. Uso da cultura da chia como opção de rotação no sistema de plantio direto. In: ENCONTRO NACIONAL DE PLANTIO DIRETO NA PALHA, 14, 2014, Bonito. **Anais**. Brasília: Embrapa, 118p.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Londrina: ABRATES, 2015.

MAUAD, M.; SILVA, T. L. B.; ALMEIDA NETO, A. I.; ABREU, V. G. Influência da densidade de semeadura sobre características agronômicas na cultura da soja. **Revista Agrarian**. Dourados, v. 3, n. 9, p. 175-181, 2010.

MELO, B.; MARCUZZO, K. V.; TEODORO, R. E. F.; CARVALHO, H. P.; FERNANDES, D. L. Avaliação de cultivares de cafeeiro com irrigação, em diferentes espaçamentos na linha de plantio. **Revista Ceres**, v. 52, n. 300, p. 245-253, 2005.

MENDONÇA, E. A. F.; RAMOS, N. P.; FESSEL, S. A. Adequação da metodologia do teste de deterioração controlada para sementes de brócolis (*Brassicaoleracea* L. - var. Itálica). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 25, n. 1, p. 18-24, 2003.

MIRANDA, F. **Guia técnico para el manejo del cultivo de chia (Salvia hispânica) em Nicaragua. Guia Técnico**. Central de Cooperativos de Servicios Multiples exportacion e Importacion Del norte (CECOOPSEMEIN RL.), 2012.

MODOLO, A. J.; CARNIELETTO, R.; KOLLING, E. M.; TROGELLO, E.; SGARBOSSA, M. Desempenho de híbridos de milho na Região Sudoeste do Paraná sob diferentes espaçamentos entre linhas. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 3, p. 435-441, 2010.

MOLIN, R. Espaçamento entre linhas de semeadura na cultura de milho. Castro, **Fundação ABC para Assistência e Divulgação Técnica Agropecuária**, 2000. p. 1-2

MONFORT, L. H. F. **Aspectos fisiológicos da germinação de sementes de *Dysphania ambrosioides* (L.) Mosyakin & Clemants**. 2019. Tese (Doutorado em Plantas Mediciniais, Aromáticas e Condimentares) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2019.

MUNIZZI, A.; BRACCINI, A. L.; RANGEL, M. A. S.; SCAPIM, C. A.; BARBOSA, M. C.; ALBRECHT, L. P. Qualidade de sementes de quatro cultivares de soja, colhidas em dois locais no estado de Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Sementes**. v. 32, n. 1, p. 176-185, 2010.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, p. 2-24, 1999.

NASCIMENTO, E. S.; GILO, E. G.; TORRES, F. E.; SILVA JUNIOR, C. A.; OLIVEIRA, L. V. A.; LOURENÇÃO, A. S. Resposta de híbridos de milho a diferentes espaçamentos entre linhas. **Nucleus**, v. 9, n. 2, p. 131-139, 2012.

PEREIRA, D.; SCHUELTER, A. R.; DEMBOCURSKI, D.; PASSOS, F. R. dos .; MAESTRE, K. L.; SILVA, E. A. da .; KLEN, M. R. F. Componentes do rendimento e composição química de grãos de genótipos de *Salvia hispanica* L. cultivados no Oeste do Paraná sob diferentes densidades populacionais. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 12, p. e10591210798, 2020.

PETTER, F. A.; SILVA, J. A.; ZUFFO, A. M.; ANDRADE, F. R.; PACHECO, L. P.; ALMEIDA, F. A. Elevada densidade de semeadura aumenta a produtividade da soja em respostas da radiação fotossinteticamente ativa. **Bragantia**, v. 75, n. 1, p.173-183, 2016.

POZO; S. A. **Alternativas para el control químico de malezas anuales em el cultivo de la Chía (*Salvia hispanica*) em la Granja Ecaa, provincia de Imbabura**. 2010. Tesis (Ingeniera Agropecuaria) Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, 2010.

PROCÓPIO, S. O.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; DEBIASI, H.; FRANCHINI, J. C.; PANISON, F. Semeadura em fileira dupla e espaçamento reduzido na cultura da soja. **Revista Agroambiente**, v. 8, n. 2, p. 212-221, 2014.

QUINEPER, R. R.; MARTINS, A. B. N.; COSTA, C. J. Qualidade fisiológica de sementes de sorgo sacarino em função do espaçamento e densidade de plantas. In: XXIII CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 2014, Pelotas. **Anais do XXIII Congresso de Iniciação Científica da Universidade Federal de Pelotas**. Pelotas: UFPel, 2014.

RIPKE, V. P.; PALEZI, S. C.; NOBRE, L. R. Estudo da oxidação lipídica em óleos de sementes de chia obtidos por diferentes métodos de extração. **Unoesc & Ciência – ACET**, Joaçaba, v. 7, n. 1, p. 69-76, 2016.

ROCHA, J. A. M. **Produção de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivado em populações variáveis quanto ao número e ao arranjo de plantas**. 1991. Dissertação (Mestrado em Agronomia, Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1991.

RODRIGUES, K. K. R. P. **Manejo de cultivo e qualidade de sementes de chia**. 2016. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016.

RODRÍGUEZ-ABELLO, D. C.; NAVARRO-ALBERTO, J. A.; RAMÍREZ-AVILÉS, L.; ZAMORA-BUSTILHOS, R. The effect of sowing time on the growth of chia (*Salvia hispanica* L.): What do nonlinear mixed models tell us about it? **Plos One**, v. 13, n. 11, p. e0206582, 2018.

ROJAS, D. **Efecto de la aplicación de herbicidas sobre el rendimiento em Chía (*Salvia hispanica* L.) en al región metropolitana**. 2013. Memoria (Ingeniera Agrónoma) - Universidad de Chile Facultad de Ciencias Agronómicas, Santiago, 2013.

SANDOVAL-OLIVEROS, M. R.; PAREDES-LÓPES, O. Isolation and characterization of proteins from chia seeds (*Salvia hispanica* L.). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 61, p. 193-201, 2013.

SEVERINO, L. S.; MORAES, C. R. A.; GONDIM, T. M. S.; CARDOSO, G. D.; BELTRÃO, N. E. M. Crescimento e produtividade da mamoneira influenciada por plantio em diferentes espaçamentos entre linhas. **Revista Ciência Agronômica**, v. 37, n. 1, p. 50-54, 2006.

STEFANELLO, R.; NEVES, L. A. S.; ABBAD, M. A. B.; VIANA, B. B. Potencial alelopático de extratos de chia na germinação e no vigor de sementes de rabanete. **Revista Cultivando o Saber**, v. 9, n. 1, p. 11-23, 2016.

TAKASU, A. T.; RODRIGUES, R. A. F.; GOES, R. J.; HAGA, K. I.; ARF, O.; GITTI, D. C. Características agronômicas da cultura do milho em função do preparo de solo e arranjo espacial de plantas. **Agrarian**, v. 7, n. 26, p. 485-495, 2014.

TOURINO, M. C. C.; REZENDE, P. M.; SALVADOR, N. Espaçamento, densidade e uniformidade de semeadura na produtividade e características agronômicas da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 37, n. 8, p. 1071-1077, 2002.

WEBER, C. W.; GENTRY, H. S.; KOHLHEPP, E. A.; MCCROHAN, P.R. The nutritional and chemical evaluation of Chia seeds. **Ecology of Food and Nutrition**, New York, v. 26, n. 2, p. 119–125, 1991.

WOJAHN, R. E. **Viabilidade agronômica do cultivo da chia no Noroeste do Rio Grande do Sul**. 2016. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade de Cruz Alta, Cruz Alta, 2016.

ZANATTA, T. P.; LIBERA, D. D.; SILVA, V. R.; WERNER, C. J.; ZANATTA, M. M. Análise do crescimento da cultura da chia (*Salvia hispanica*). **Revista Cultivando o Saber**, Cascavel, v. 9, n. 3, p. 377-390, 2016.