

Componentes do rendimento e composição química de grãos de genótipos de *Salvia hispanica* L. cultivados no Oeste do Paraná sob diferentes densidades populacionais

Yield components and chemical composition of grains from *Salvia hispanica* L. genotypes cultivated in Western Paraná under different population densities

Componentes del rendimiento y composición química de granos de genotipos de *Salvia hispanica* L. cultivados en el oeste de Paraná bajo diferentes densidades de población

Recebido: 01/12/2020 | Revisado: 09/12/2020 | Aceito: 12/12/2020 | Publicado: 14/12/2020

Debora Pereira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6751-9179>

Faculdade Educacional de Medianeira, Brasil

E-mail: deboraps.smi@gmail.com

Adilson Ricken Schuelter

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5545-7601>

Faculdade Educacional de Medianeira, Brasil

E-mail: adilson_schuelter@yahoo.com.br

Diogo Dembocurski

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9657-1411>

Faculdade Educacional de Medianeira, Brasil

E-mail: diogo_dembo@outlook.com

Fernanda Rengel dos Passos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4955-2933>

Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Brasil

E-mail: fregel.passos@gmail.com

Keiti Lopes Maestre

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5759-4597>

Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Brasil

E-mail: keiti_maestre@hotmail.com

Edson Antônio da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3978-5346>

Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Brasil

E-mail: edsondeq@hotmail.com

Marcia Regina Fagundes Klen

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7453-349X>

Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Brasil

E-mail: marcia.klen@gmail.com

Resumo

O estudo teve o objetivo de comparar diferentes densidades populacionais de cultivo para genótipos de chia, ChiaSE e ChiaSB, para atributos de importância agrônômica e composição química dos grãos. O experimento foi realizado em janeiro/maio de 2019 no município de São Miguel do Iguçu, Paraná. O experimento foi conduzido em blocos casualizados com três repetições em esquema fatorial, testando-se os genótipos ChiaSE e ChiaSB cultivados com 40, 50, 60, 70 e 80 mil plantas.ha⁻¹. Variáveis morfo-agrônômicas e da composição química dos grãos foram avaliadas para todas as unidades experimentais. Os resultados revelaram que os genótipos emitem ramos no mesmo período e independente da população, iniciando o florescimento aos 90 dias. Detectou-se que a população tem influência sobre a altura das plantas, ocorrendo aumento da estatura com o incremento da densidade de plantas, ocorrendo acamamento para cultivos com 80 mil plantas.ha⁻¹. Verificou-se também que o aumento populacional para ChiaSE resulta em maior número de ramos e inflorescências por planta em relação a ChiaSB, sem ocorrer mudanças do tamanho das inflorescências. A ChiaSE é mais produtiva comparado a ChiaSB, sendo que 70 mil plantas.ha⁻¹ é a mais recomendada para produção de grãos. Os grãos de ChiaSE e ChiaSB são ricos em proteínas e lipídeos, sendo que a população não tem efeito sobre a composição. Enfim, conclui-se que a chia pode ser cultivada em local de baixa altitude do Oeste do Paraná, sendo que ChiaSE é o genótipo mais promissor, e responde ao aumento da população sem influenciar a composição química dos grãos.

Palavras-chave: Chia; Cultivo; Grãos; Composição química.

Abstract

The study aimed to compare different population densities of cultivation for chia, ChiaSE and ChiaSB genotypes, for attributes of agronomic importance and chemical composition of these grains. The experiment was carried out in January/May 2019 in the municipality of São Miguel do Iguçu, Paraná. The experiment was carried out in randomized blocks with three repetitions in a factorial scheme, testing the genotypes ChiaSE and ChiaSB in cultivated with 40, 50, 60, 70 and 80 thousand plants.ha⁻¹. Morpho-agronomic variables and the chemical

composition of the grains were evaluated for all experimental units. The results revealed that the genotypes emit branches in the same period and independent of the population, starting flowering at 90 days. It was found that the population has an influence on the height of the plants, happening an increase in height with a growth in plant density, occurring lodging for crops with 80 thousand plants.ha⁻¹. There was also a population increase for ChiaSE resulting in a greater number of branches and inflorescences per plant in relation to ChiaSB, without changes in the size of the inflorescences. The ChiaSE is more productive compared to ChiaSB, with 70 thousand plants.ha⁻¹ being the most recommended for grain production. ChiaSE and ChiaSB grains are rich in proteins and lipids, and the population has no effect on the composition. Finally, it is concluded that chia can be grown in a low-lying location in western Paraná, with ChiaSE being the most promising genotype, and responding to population growth without influencing the chemical composition of the grains.

Keywords: Chia; Cultivation; Grains; Chemical composition.

Resumen

El estudio tuvo como objetivo comparar diferentes densidades poblacionales de cultivo para los genotipos chía, ChiaSE y ChiaSB, para los atributos de importancia agronómica y composición química de los granos. El experimento realizado en enero / mayo de 2019 en el municipio de São Miguel do Iguçu, Paraná. El experimento se realizó en bloques al azar con tres repeticiones en un esquema factorial, probando los genotipos ChiaSE y ChiaSB en cultivados con 40, 50, 60, 70 y 80 mil plantas.ha⁻¹. Se evaluaron las variables morfoagronómicas y la composición química de los granos para todas las unidades experimentales. Los resultados revelaron que los genotipos emiten ramas en el mismo período e independientemente de la población, comenzando la floración a los 90 días. Se encontró que la población influye en la altura de las plantas, con un aumento de altura con un aumento de la densidad de plantas, ocurriendo alojamiento para cultivos con 80 mil plantas.ha⁻¹. También hubo un aumento poblacional de ChiaSE resultando en un mayor número de ramas e inflorescencias por planta en relación a ChiaSB, sin cambios en el tamaño de las inflorescencias. El genotipo ChiaSE es más productivo en comparación con ChiaSB, siendo 70 mil plantas ha⁻¹ el más recomendado para la producción de granos. Los granos de ChiaSE y ChiaSB son ricos en proteínas y lípidos, y la población no tiene ningún efecto sobre la composición. Finalmente, se concluye que la chía se puede cultivar en un lugar bajo en el oeste de Paraná, siendo ChiaSE el genotipo más prometedor y respondiendo al crecimiento poblacional sin influir en la composición química de los granos.

Palabras clave: Chia; Cultivo; Granos; Composición química.

1. Introdução

A *Salvia hispanica* L., popularmente conhecida como chia (Sandoval-Oliveros & Paredes-López, 2013), é uma espécie oriunda da América Central, região do México e Guatemala (Orozco & Romero, 2003), que praticamente desapareceu com a colonização européia, e que voltou a ganhar interesse para sua utilização a partir da década de 1990 por meio de projetos comerciais desenvolvidos em conjunto com Argentina e Estados Unidos (Ayerza & Coates, 2005). Esse interesse pode ser explicado pelo fato de que seus grãos apresentam elevado teor de óleo, proteínas antioxidantes e minerais, sendo recomendada nutricionalmente (Coelho & Sales, 2014; Pontes et al., 2020; Nascimento, Oliveira, & Oliveira, 2020).

Apesar de sua utilização bastante antiga, os resultados de pesquisa sobre o sistema de cultivo, a diversidade genética e as estratégias para melhoramento genético são escassas e concentrado em países de clima temperado (Migliavacca et al., 2014a, 2014b; Miranda, 2012). Na América do Sul, a cultura da chia é bastante difundida entre agricultores da Argentina, Bolívia, Colômbia, Equador e Peru (Imram et al., 2016; Capitani et al., 2015; Busilacchi et al., 2013), mas ainda pouco conhecida entre brasileiros, seja pelas informações escassas sobre seu sistema de cultivo, e associado a inexistência de cultivares desenvolvidas para as condições edafoclimáticas brasileiras.

Em sistemas de cultivo de plantas com elevado investimento como as de soja e milho, e bem distinto dos cultivos de chia no Brasil, o estabelecimento de populações e espaçamento adequados tem sido prioridade no sentido de maximizar a produtividade. Essa busca pelo incremento da produtividade em chia tem sido justificada pelos resultados em diversos trabalhos, como os de Freitas et al. (2016) e Ayerza e Coates (2005), que revelam que população de plantas e o espaçamento podem promover maior ou menor competição entre os indivíduos, resultando em diferentes produtividades. Nesse contexto, Lopes & Lima (2015) destacam que a densidade populacional em um sistema de cultivo pode levar em maior ou menor intensidade a competição por luz, água e nutrientes minerais, sendo que o efeito é mais drástico quando o suprimento de recursos seja inferior em relação à necessidade potencial da comunidade.

Levando em consideração aspectos ecofisiológicos, deve-se destacar que a chia é espécie herbácea com ampla adaptação para seu crescimento, tendo faixa ótima de

temperatura que varia de 16-26°C (Ayerza & Coates, 2009), em solos preferencialmente bem drenados (Coates, 2011). Além de ser classificada como planta de dia curto, ou seja, tem florescimento quando o fotoperíodo se encontra abaixo no nível crítico, sendo que o período de crescimento e frutificação são influenciados pela latitude e pela época de cultivo (Rodríguez-Abello et al., 2018; Jamboonsri et al., 2012).

Outro fator a ser considerado é a ampla capacidade de adaptação da chia a disponibilidade hídrica (Win et al., 2018; Herman et al., 2016) e a recorrente ocorrência de períodos de estiagens pelo mundo (Lesk et al., 2016). A região Oeste do Paraná (PR), Brasil, é uma importante região agrícola brasileira, caracterizada por apresentar clima subtropical úmido, apresentando verões com temperaturas médias superiores a 22°C nos meses mais quentes, e inferiores a 18°C nos meses mais frios, geadas pouco frequentes e tendência de concentração das chuvas nos meses de verão. Entretanto, tem sido frequente a ocorrência de diferentes épocas de estiagens para o período de fevereiro a maio, o que tem resultado em perdas substanciais da produção de grãos de culturas como milho e trigo.

Nesse contexto, a chia pode ser uma alternativa para os produtores do Oeste do Paraná, apresentando maior potencial para cultivos realizados em sucessão em relação a soja, e que coincide com períodos de estiagens. Além do que, nos primeiros meses do ano, essa espécie apresenta condições de ambiente para crescimento rápido, seguido por redução do fotoperíodo para a indução floral e formação das sementes, evitando-se a ocorrência de plantas acamadas ocasionado pelo crescimento exagerado em cultivos com semeadura na primavera.

Devido a carência de informações sobre o germoplasma de chia, que pode ser utilizado por pequenos produtores de chia no Oeste do Paraná, e da densidade populacional mais adequadas que culminem com a maximização da produtividade e da composição química dos grãos, o presente trabalho teve como objetivo caracterizar genótipos submetidos a diferentes densidades populacionais de plantas em espaçamento reduzido.

2. Metodologia

O experimento foi realizado no período de janeiro a junho de 2019, em propriedade rural localizada no município de São Miguel do Iguçu (PR), latitude 25°19'21.8"S e longitude 54°14'11.3"W, com altitude de 323 metros acima do nível do mar, em solo classificado com Latossolo Vermelho Eutroférico (EMBRAPA, 2007). A precipitação acumulada para o período do experimento foi de 749,1mm e as temperaturas médias foram de

23 a 29°C (SIMEPAR, 2019).

Os genótipos de *Salvia hispanica*, denominados de ChiaSE e ChiaSB (Figura 1), foram obtidos em comércio de produtos orgânicos da região Oeste do Paraná (PR), tendo sido avaliados sob diferentes densidades populacionais (40, 50, 60, 70 e 80 mil plantas.ha⁻¹) em espaçamento reduzido (0,50m). O delineamento experimental adotado foi blocos casualizados (DBC) em esquema fatorial duplo contendo três repetições. A unidade experimental foi constituída por quatro ruas de quatro metros, sendo que os resultados foram obtidos a partir das duas ruas centrais.

Para realizar o experimento inicialmente foi preparado o solo com uso de arado em profundidade média 20 – 30cm, seguido pelo uso de grade niveladora, que permitiu o destorroar e o nivelar do terreno. Preliminarmente foi coletado 90 dias antes o solo o qual o experimento iria ser implantado, com o objetivo de avaliar a necessidade de correção do mesmo, como calagem e adubação.

Após análise foi feita calagem e adubação utilizando-se recomendação para cultura da menta (SBCS, 2017). A adubação de plantio consistiu na aplicação de 250 kg.ha⁻¹ da formulação 10:15:15. Durante a condução do experimento realizou-se adubação por cobertura aos 30 e 90 dias após a germinação, fornecendo respectivamente, 178 kg.ha⁻¹ de ureia (45%) e 4L.ha⁻¹ de fertilizante foliar (Stoller, SP- 08784 10244-4).

A semeadura foi realizada em covas contendo 15 sementes.cova⁻¹ na linha de semeadura no período vespertino no dia 10 de janeiro de 2019, em uma profundidade de 1cm. Com a formação de quatro folhas permanentes das plantas, efetuou-se o desbaste, ajustando-se o número de plantas estabelecido para o experimento. O controle de plantas daninhas foi realizado por meio de capinas manuais.

As amostras de sementes de ChiaSE e ChiaSB produzidas foram colhidas no estágio de maturação fisiológico, caracterizado por apresentar espigas cor de café (Ayerza & Coates, 2006), secas a sombra, e na sequência debulhadas e armazenadas em câmara seca a 10oC e umidade ar 30%, para posterior determinação da composição química.

A avaliação do experimento consistiu na anotação dos caracteres em diferentes estádios do desenvolvimento da ChiaSE e ChiaSB para: Número de dias para germinação (NDG): observação do número de dias para ocorrer a germinação; Altura de planta (AP): observação do crescimento das plantas avaliado da primeira semana até o início do florescimento com auxílio de uma trena graduada (cm); Número de dias para floração (NDF): observação do número de dias para o início da floração; Número de ramos (NR): contagem do número de brotações por planta; Número de inflorescências (NI): contagem do número de

inflorescências por planta; Tamanho das inflorescências (TI): mensuração do tamanho médio de inflorescência com auxílio de uma régua; Número de dias para completar o ciclo (NDC): contabilização do número de dias da semeadura até a secagem das inflorescências; e Produtividade (PROD): colheita, secagem e consequente estimativa da produtividade de grãos em Kg.ha^{-1} .

Figura 1. Genótipos de chia (*Salvia hispanica*) utilizadas no experimento de campo: A. ChiaSE (sementes escuras e flor roxa); B. ChiaSB (Sementes brancas e flor branca)



Fonte: Autores.

As sementes de ChiaSE e ChiaSB oriundas dos diferentes tratamentos foram moídas e posteriormente submetidas à análise da composição química empregando-se metodologias descritas pela Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 2010). O teor de proteína foi obtido pelo método Kjeldahl (fator de correção 6,25). O teor de lipídeos foi determinado utilizando-se um extrator Soxhlet. O teor de cinzas foi obtido por incineração em mufla a 550 °C. O teor de umidade foi determinado em estufa a 105 °C, até peso constante.

Os dados obtidos no experimento foram submetidos à análise de variância, efetuou-se na sequência a comparação de médias pelo teste F e/ou de Tukey a 5% de probabilidade. Todas as análises estatísticas foram realizadas empregando-se os aplicativos computacionais SISVAR 5.0 (Ferreira, 2011) e SPSS (IBM Corp. Released, 2020).

3. Resultados e Discussão

Como as sementes de chia não apresentam dormência (Vera, 2015) e a germinação não é influenciada pelo fotoperíodo (Stefanello, Neves, Abbad & Viana, 2015), as condições de umidade do solo adequadas e temperatura média de 26°C favoreceram a germinação homogênea dos genótipos ChiaSE e ChiaSB, verificando-se a emergência após quatro dias após o plantio. A emissão das primeiras brotações laterais ocorreu a partir dos 40 dias de cultivo, enquanto as inflorescências, também denominadas de cachos ou espigas, foram detectadas aos 90 dias, tendo perdurado por um período duas semanas.

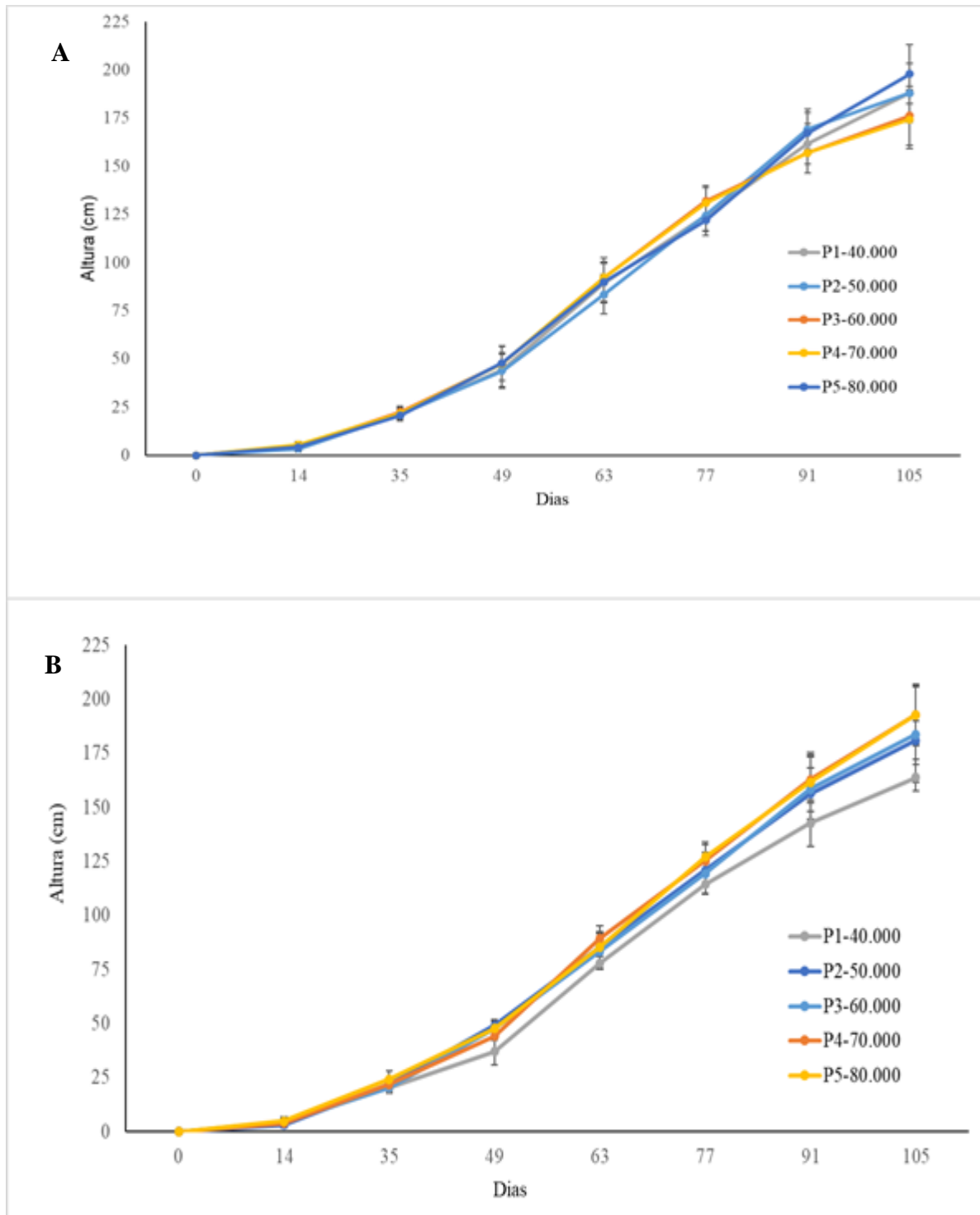
O início da secagem dos cachos ocorreu 130 dias após a semeadura, encontrando-se dentro do intervalo de 90 até 150 dias (Ayerza & Coates, 2006), e que as variações se encontram associadas a latitude de cultivo (Baginsky et al., 2016; Coates, 2011; Ayerza e Coates, 2006), a época de plantio (Rodríguez-Abello et al., 2018) e a constituição genotípica (Jamboonsri et al., 2012).

Como a chia é uma planta de dias curtos (Rodríguez-Abello et al., 2018; Jamboonsri et al., 2012) e o crescimento vegetativo ótimo encontra-se entre 16 a 26°C (Ayerza & Coates, 2009), recomenda-se que o cultivo seja realizado em região com altitude superior a 400 m de altitude (Orozco et al., 2014). Contudo, pelas curvas de crescimento para genótipos de ChiaSE e ChiaSB (Figura 2), detectou-se que as plantas apresentaram crescimento vegetativo expressivo, atingindo de 1,5 a 2,0 m altura, sendo semelhante ao descrito por Migliavacca et al. (2014a), apesar das condições consideradas como desfavoráveis para a cultura, em especial as altas temperaturas.

De acordo com Win et al. (2018), a chia apresenta ampla adaptação para o acúmulo pluviométrico, variando de 300 a 1000 mm. Nesse contexto, o acúmulo pluviométrico para o período de crescimento vegetativo das plantas do experimento foi de 435 mm, ocorrendo, porém, distribuição desuniforme das chuvas. De acordo com Silva et al. (2018), períodos de estiagem promovem redução do crescimento, sendo que estratégias adaptativas desempenhadas pelas plantas de chia permite a manutenção do rendimento de grãos e o aumento do acúmulo de óleos.

Figura 2. Crescimento de plantas de chia cultivadas com 40, 50, 60, 70 e 80 mil plantas.ha⁻¹:

A: ChiaSE; B: ChiaSB.



Fonte: Autores.

Tabela 1. Resumo das análises de variância de medidas repetidas para variável altura de planta de ChiaSE e de ChiaSB anotadas em função do tempo de cultivo.

FV	GL	Quadrados Médios	
		ChiaSE	ChiaSB
Tempo	6	1911261,766**	220983,385**
Tempo * População	24	200,443ns	182,828ns
Erro	60	41,321	167,881

Nota. **: Significativo a 5% pelo teste F; **: Significativo a 1% pelo teste F; ns: Não significativo a 5% pelo teste F. Fonte: Autores.

Com a análise de variância de medidas repetidas para variável altura das plantas, detectou-se inicialmente a ausência de esfericidade pelo teste de Mauchly tanto para os resultados de ChiaSE ($W = 0,003$ e $p < 0,05$) e de ChiaSB ($W = 0,001$ e $p < 0,05$), realizando-se a correção dos dados por Greenhouse-Geisser ($\epsilon = 0,386$ e $\epsilon = 0,317$) para ambos os genótipos, respectivamente.

Pelos resultados contidos na Tabela 1 constata-se que a altura das plantas não é influenciada de maneira diferencial com o transcorrer do tempo. Entretanto, pela análise de variância para variável altura da planta em pleno florescimento (AP), detectou-se diferença significativa para efeito de população e da interação genótipo x população (Tabela 2), revelando a necessidade de desdobramento da soma de quadrado.

Pela comparação de médias de AP entre os genótipos avaliados (Tabela 2), constata-se que plantas de ChiaSE apresentaram maior estatura em relação às de ChiaSB quando foram conduzidas com 40 mil plantas.ha⁻¹, ocorrendo comportamento diferencial das variedades para cultivo em população de 70 mil plantas.ha⁻¹. Entretanto, para a variedade ChiaSB cultivada com 40 mil plantas.ha⁻¹ apresentou menor estatura em relação aquelas que utilizou-se populações de 70 e 80 mil plantas.ha⁻¹. Esses resultados revelam que a população de plantas utilizada tem influência direta para a estatura da planta no momento do pleno florescimento.

De acordo com estudo realizado por Rodriguez-Abello et al. (2018), plantas com crescimento vegetativo prolongado apresentavam maior estatura associada com maior número de folhas e de inflorescências, resultando em maior rendimento de grãos. Assim, a estatura final das plantas é uma característica fundamental para a definição do manejo a ser adotado, incluindo-se a época mais propícia para plantio (Zavalia et al., 2011; Rodríguez-Abello et al., 2018; Win et al., 2018), adubação (Souza & Chaves, 2017) e o emprego de reguladores do crescimento (Gao et al., 2015). Além disso, deve-se destacar que plantas muito altas de chia

podem resultar no surgimento de plantas acamadas, que segundo Ventura et al. (2009) é um atributo negativo, principalmente em se tratando no sistema mecanizado.

Tabela 2. Resumo das análises de variância para altura de planta (AP), número de ramos (NR), número de inflorescência (NI), tamanho de inflorescência (TI) e produtividade (PROD) em experimento em DBC em esquema fatorial, tendo sido testados genótipos de chia com diferentes densidades populacionais, cultivados no período de janeiro a junho de 2019, no Oeste do Paraná, Brasil

FV	GL	Quadrados médios				
		AP	NR	NI	TI	PROD
Bloco	2	831,433	32,053	363,379	180,007	12860,833
Genótipo (G)	1	36,300 ^{ns}	7,301 ^{ns}	964,467**	26,320 ^{ns}	725407,500**
População (P)	4	317,250*	3,499 ^{ns}	21,208 ^{ns}	39,971 ^{ns}	194723,750**
G x P	4	388,216*	8,809 ^{ns}	146,318 ^{ns}	19,769 ^{ns}	134276,250**
Resíduo	18	96,729	3,390	106,857	14,987	26941,389
CV (%)		5,35	7,88	14,46	9,60	13,95
Média Geral		183,833	23,38	71,47	19,75	1176,83

Nota. *: Significativo a 5%; **: Significativo a 1%; ^{ns}: Não significativo. Fonte: Autores.

Para a variável número de ramos por planta (NR), detectou-se ausência de diferença significativa para as fontes de variação de interesse (Tabela 2), verificando-se média geral para ChiaSE e ChiaSB de 23,87 e 22,89, respectivamente (Tabela 3). Contudo, com o desdobramento da interação G x P, observou-se diferença significativa para o efeito de genótipo sob cultivo de 40 mil plantas.ha⁻¹, sendo que plantas ChiaSE apresentaram 24,7 ramos.planta⁻¹ enquanto ChiaSB apenas 19,53 ramos.planta⁻¹.

Pela análise das populações testadas para o genótipo ChiaSB, constatou-se que o cultivo com 40 mil plantas.ha⁻¹ resultou em menor número médio de ramos, e que o incremento do número de plantas para 70 e 80 mil plantas.ha⁻¹ foi acompanhado pelo aumento das ramificações.

De acordo com Miranda (2012), plantas de chia cultivadas sob baixa densidade populacional tendem a aumentar o número de ramos por planta. Entretanto, sugere-se, com base nos resultados obtidos nesse trabalho, que a constituição genética possa ter comportamento diferenciado quando submetida a diferentes densidades populacionais.

Tabela 3. Valores médios dos genótipos ChiaSE e ChiaSB para as variáveis altura de planta (AP), número de ramos (NR), número de inflorescências (NI), tamanho das inflorescências (TI) e produtividade (PR) obtidos sob diferentes densidades populacionais.

Variável ¹	Genótipo	Populações					Médias
		40.000	50.000	60.000	70.000	80.000	
AP	ChiaSE	182,000 Aa	178,000Aa	180,333Aa	184,333Ab	198,000Aa	184,53a
	ChiaSB	163,667 Bb	181,000ABa	183,667ABa	192,667Aa	192,667Aa	182,73a
	Média	173,167B	179,500B	182,000AB	188,500AB	195,333A	-
NR	ChiaSE	24,70 Aa	23,83Aa	23,63Aa	23,23Aa	23,97Aa	23,87a
	ChiaSB	19,53Bb	23,17ABa	23,20ABa	24,17Aa	24,37Aa	22,89a
	Média	22,12a	23,50a	23,42A	23,70A	24,17A	-
NI	ChiaSE	84,833Aa	79,200Aa	70,566Aa	70,466Aa	80,633Aa	77,14a
	ChiaSB	60,766Ab	65,433Aa	71,600Aa	66,233Aa	64,966Aa	65,80b
	Média	72,800a	72,316a	71,083A	68,350A	72,800A	-
TI	ChiaSE	18,900Aa	23,966Aa	20,833Aa	22,900Aa	16,833Aa	20,69a
	ChiaSB	18,833Aa	19,800Aa	18,800Aa	18,633Aa	18,000Aa	18,81a
	Média	18,866a	21,833a	19,816A	20,766A	17,416A	-
PR	ChiaSE	1158,33BCa	1501,66Aba	1433,33Aba	1685,00Aa	883,33Ca	1332,33a
	ChiaSB	970,00Aa	1046,66Ab	1193,33Ab	951,66Ab	945,00Aa	1021,33B
	Média	1064,16AB	1274,16A	1313,33A	1318,33A	914,16B	-

Nota. ¹ Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância; Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste F a 5% de significância. Fonte: Autores.

Para variável número de inflorescências (NI) mensurada com o pleno florescimento (Tabela 2), detectou-se apenas diferença significativa a 5% de probabilidade para o efeito de genótipo, sendo que a média geral para os genótipos ChiaSE e ChiaSB foram de 77,14 e 65,8 inflorescências.planta⁻¹, respectivamente (Tabela 3), sendo superior ao descrito por Candelaria (2017). Entretanto, com o desdobramento do efeito da interação G x P, verificou-se ainda que o genótipo ChiaSE cultivado em população de 40 mil plantas.ha⁻¹, apresentou maior número médio de inflorescências em relação a ChiaSB, tendo 84,83 e 60,76 inflorescências/planta, respectivamente.

De acordo com Zavalía (2011), o aumento da densidade populacional promove a redução do número médio de inflorescências por planta. Todavia, a ausência de diferença

significativa para o efeito das populações dentro de cada um dos genótipos para essa variável, permite sugerir que para as densidades populacionais e os genótipos avaliados, não há limitação por luz, por temperatura e disponibilidade hídrica que possa interferir no processo de indução e formação das inflorescências. Esses resultados para NI associados com a ausência de diferença significativa para fontes de variação para o tamanho médio das inflorescências (TI), com média geral bem superior aos 15 cm descritos por Candelaria (2017), torna possível sugerir que é possível aumentar a densidade populacional sem comprometer a formação das inflorescências e seu crescimento.

Em relação a variável produtividade (PR) observou-se diferença significativa para todos os efeitos do modelo estatístico (Tabela 2). Com o desdobramento do efeito da interação V x P pela comparação de médias de PR (Tabela 3), constatou-se que, plantas de ChiaSE cultivadas entre 50 a 70 mil plantas.ha⁻¹ apresentaram maior produtividade em relação às de ChiaSB. Com o desdobramento das populações dentro de cada cultivar, detectou-se apenas diferença significativa para PROD em ChiaSE, constatando-se que a maior e a menor produtividade ocorreram com 70 mil e 80 mil plantas.ha⁻¹, respectivamente.

De acordo com Gomes et al. (2010), o acamamento pode ser definido como um estado permanente de posição do caule em relação à posição original, podendo muitas vezes, causar modificações na estrutura anatômica para o transporte de água e de nutrientes. Além do que, o arqueamento da planta em função da flexão da haste promove aumento do auto sombreamento das folhas, resultando em menor produção de foto-assimilados, e maior proximidade das estruturas reprodutivas próximas ao solo, levando a perda da produção e da qualidade dos grãos (Balbinot Junior, 2012). Nesse contexto, a população com 80 mil plantas.ha⁻¹ resultou em menor produtividade em valor absoluto, que pode estar associado com maior proporção de plantas acamadas (27%) que começou a ocorrer após o florescimento. Entretanto, não se verificou a redução da produtividade sem promover modificações sobre o número de ramos, e do número e tamanho das inflorescências.

Os percentuais de proteína total dos grãos de ChiaSE (23,52%) e ChiaSB (24,22%) não diferiram estatisticamente para as condições avaliadas (Tabela 4), mas em termos médios foram superiores em relação observados por Ayerza e Coates (2009), que detectaram variação entre 12 e 20 % para cultivos realizados em diferentes altitudes. Ayerza (2013) avaliando em seus estudos usando genótipos de chia conhecidos como Tzotzol e Iztac obteve 19 e 18,8 % de proteína, respectivamente, sendo também inferiores aos obtidos no presente estudo. Esses resultados obtidos de percentual de proteínas nos grãos de ChiaSE e ChiaSB pode resultar em vantagens econômicas e sustentáveis, pois de acordo com Coelho e Salas-Mellado (2018),

além da utilização do óleo de chia pode-se aproveitar como matéria prima como fonte proteica, pois cada vez mais cresce o interesse da indústria pela obtenção de proteínas de fontes alternativas com atributos funcionais.

Pela análise do percentual de óleo de chia (Tabela 3), ChiaSE foi superior em relação a ChiaSB, detectando-se 18,32% e 15,91%, respectivamente. Esses resultados encontram-se de acordo os obtidos por Weber et al. (1991), podendo-se variar de 15,9 a 34,1%. Essa ampla variação nos teores de lipídios a fatores ambientes, que de acordo com resultados obtidos Aerza e Coates (2011) variavam em aproximadamente 7,9% do ácido graxo ω -3 α -linolênico, que é lipídeo mais abundante em sementes de chia. Além do que, esses mesmos autores verificaram que o aumento da produção de grãos resultava na redução dos teores de lipídeos. Dessa forma, pode-se levantar a hipótese de que os valores obtidos no presente trabalho, podem ser atribuídos as elevadas temperaturas médias elevadas para chia, variando de 23 a 29°C para o período do experimento.

Tabela 4. Comparação de médias pelo teste F para composição química de grãos de ChiaSE e ChiaSB.

Componente	ChiaSE	ChiaSB
Umidade (%)	5,43±0,10 ^a	5,17±0,24 ^b
Proteínas (%)	23,52±1,42 ^a	24,22±1,28 ^a
Lipídeos (%)	18,32±3,95 ^a	15,91±2,31 ^b
Matéria Mineral (%)	3,66±2,16 ^a	4,29±0,73 ^a
Cinzas (%)	8,57±3,69 ^a	8,87±2,92 ^a

Nota.¹ Médias de três repetições \pm desvio padrão. Letras distintas na linha diferem significativamente ($p < 0,05$).
*Cálculo: subtração dos conteúdos de cinza, lipídeo, fibra dietética total e proteína de 100% de b.s.
Fonte: Autores.

Os resultados obtidos nesse trabalho são promissores e únicos em se tratando na região da tríplice fronteira pois revela a adaptação da cultura ao manejo proposto. Nesse contexto, as produtividades médias tanto da ChiaSB (1021,333 Kg.ha⁻¹) e a ChiaSE (1332,333 Kg.ha⁻¹) foram superiores do que as descritas por Vilela et al. (2016) e Freitas et al. (2016), tendo atingido em experimentos realizados nos municípios de Muzambinho-MG e Toledo-PR, produtividades médias de 1.254,80 kg.ha⁻¹ e 858 kg.ha⁻¹, respectivamente. Contudo, torna-se necessário efetuar ajustes de maneira a maximizar a produtividade associado com a minimização da ocorrência de acamamento. Nesse contexto, novos experimentos deverão ser

realizados que vise verificar a resposta de genótipos empregados em outras regiões brasileiras, bem como efetuar estudos de época, aliado à diferentes arranjos de plantas, incluindo modificações do espaçamento entre linhas de plantio.

4. Considerações Finais

Os genótipos ChiaSE e ChiaSB se mostraram adaptadas ao cultivo de verão realizado no Oeste do Paraná, sob condições de elevadas temperaturas e de baixa altitude, ocorrendo rápido crescimento, em que as brotações iniciaram a ser emitidas a partir de 40 dias após a semeadura, e o florescimento aos 90 dias. Em relação a densidade populacional, constatou-se que há incremento da altura média dos genótipos, o que pode resultar no aumento de plantas acamadas com consequente perda na produtividade, além de dificultar a colheita.

O genótipo ChiaSE é mais produtivo em relação ChiaSB, sendo que o emprego de 70 mil plantas.ha⁻¹ é a população mais recomendada para produção de grãos, sem ter problemas com acamamento. Além disso, o aumento da população de plantas de ChiaSE resulta em maior número de ramos/planta e de inflorescências/planta em relação a ChiaSB, sem ocorrer mudanças do tamanho médio das inflorescências. Em relação a composição química, o incremento da densidade população não promove modificação dos conteúdos de proteínas e lipídios totais dos grãos, mas confirmam que ChiaSE e ChiaSB podem ser fontes importantes para esses compostos.

A chia apresenta potencial agrônomo para cultivo no Oeste do Paraná, sendo promissor para plantios realizados nos meses de fevereiro/março, devido a sua capacidade de adaptação à irregularidade pluviométrica e de altas temperaturas, frequentes no primeiro semestre do ano. Além do que, as plantas de chia apresentam boa produção de fitomassa e com capacidade para o controle de nematoides de galha, podendo ser usada como uma planta de cobertura vegetal em um sistema de rotação de cultura. Sugere-se ainda o seu cultivo devido ao baixo investimento com fertilizantes e pesticidas, e a possibilidade de produzir grãos com elevado valor nutricional.

Referências

Association of Oficial Analytical Chemists- AOAC. (2016). *Official Methods of Analysis of Aaac International* (20th). Rockville, Maryland: Aoac.

Ayerza R., & Coates, W. (2006). *Chía. Redescubriendo un olvidado alimento de los aztecas*. Buenos Aires: Del Nuevo Extremo S. A.

Ayerza, R. (2013). Seed composition of two chia (*Salvia hispanica* L.) genotypes which differ in seed color. *Emirates Journal of Food & Agriculture (EJFA)*, 25(7), 495-500. doi: <https://doi.org/10.9755/eifa.y25i7.13569>

Ayerza, R., & Coates, W. (2005). *Chia: Rediscovering a forgotten crop of the Aztecs*. Arizona: University of Arizona Press.

Ayerza, R., & Coates, W. (2009). Influence of environment on growing period and yield, protein, oil and α -linolenic content of three chia (*Salvia hispanica* L.) selections. *Industrial Crops and Products*, 30(2), 321-324. doi: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2009.03.009>

Baginsky, C., Arenas, J., Escobar, H., Garrido, M., Valero, D., Tello, D., Pizarro, L., Morales, L., & Silva, H. (2014). *Determinación de fecha de siembra óptima de chia em zonas de clima desértico y templado mediterrâneo semiárido bajo condiciones de Riego em Chile*. Retrieved from: http://www.chia.uchile.cl/docs/anexos/Anexo_1.pdf

Balbinot Junior, A. A. (2012). Acamamento de plantas na cultura da soja. *Revista Agropecuária Catarinense*, 25(1), 40-42. Retrieved from: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/59792/1/digitalizar0009.pdf>

Busilacchi, H, Bueno, M., Severin, C., Di Sapio, O., Quiroga, M., & Flores, V. (2013). Evaluación de *Salvia hispanica* L. cultivada en el sur de Santa Fe (República Argentina). *Cultivos Tropicales*, 34(4), 55-59. Retrieved from: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S025859362013000400009&lng=es&tlng=en.

Candelaria, M. F. (2017). *Evaluación agronómica del cultivo de chia (Salvia hispánica L.) con dos densidades de siembra y dos tipos de fertilizante orgánico, en la comunidad de manzanayoc- acobamba*. (Monografía de Graduação) - Universidad Nacional de Huancavelica, Acobamba, Huancavelica , Peru.

Capitani, M. I., Corzo-Rios, L. J., Chel-Guerreri, L. A., Betancur-Ancona, D. A., Nolasco, S. M., & Tomás, M. C. (2015). Rheological properties of aqueous dispersions of chia (*Salvia hispanica* L.) mucilage. *Journal of Food Engineering*, 149, 70-77. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2014.09.043>

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

Coelho, M.S., & Salas-Mellado, M. M.; Revisão: Composição química, propriedades funcionais e aplicações tecnológicas da semente de chia (*Salvia hispanica* L) em alimentos. *Brasilian Journal of Food Technology*, 17(4), 259-268. doi: <https://doi.org/10.1590/1981-6723.1814>

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária- EMBRAPA. (2007). *Mapa de solos do estado do Paraná*. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. Retrieved from: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/339505>

Ferreira, D. F. (2011). Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, 35(6), 1039-1042. doi: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001>

Freitas, T. F., Risato, B. B., Müller, A. L., Brustolin, D. B., Roncato, S. C., Dildey, O. D. F., Freitas, G. P., & Müller, H. F. C. M. (2016). Development and production of chia (*Salvia hispanica* L.) in different spatial arrangements. *African Journal of agriculture research*, 11(43), p. 4384-4388. doi: 10.5897/AJAR2016.11588

Gao, S. R., Zhao, Z. G., Hou, J. L., Wang, W. Q., Song, Y., Yan, B. B., & Jin, Y. Q. (2015). Effects of plant growth regulator uniconazole on plant morphology and biomass allocation of *Salvia miltiorrhiza*. *Zhongguo Zhong Yao Za Zhi*, 40(10), 1925-1929. doi: 10.4268/cjcm20151015

Gomes, L. S., Brandão, A. M., Brito, C. H. D., Moraes, D. F. D., & Lopes, M. T. G. (2010). Resistência ao acamamento de plantas e ao quebramento do colmo em milho

tropical. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 4(2), 140-145. doi:
<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2010000200004>

Herman, S., Marco, G., Baginsky, C.; Valenzuela, A.; Morales, L.; Valenzuela, C.; Sebastián, P.; Sebastián, A. (2016). Effect of water availability on growth, water use efficiency and omega 3 (ALA) content in two phenotypes of chia (*Salvia hispanica* L.) established in the arid Mediterranean zone of Chile. *Agricultural Water Management*, 173, 67-75. doi: <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2016.04.028>

IBM Corp. Released (2020). IBM SPSS Statistics for Windows. Version 27.0 [Programa de computador]. Armonk, Nova York: IBM Corp.

Imram, M. N., Nadeem, M., Manzoor, M. F., Javed, A., Ali, Z., Akhtar, M. N., Ali, M., & Hussain, Y., (2016). Fatty acids characterization, oxidative perspectives and consumer acceptability of oil extracted from pre-treated chia (*Salvia hispanica* L.) seeds. *Lipids in Health and Disease*, 162(15), 1-13. doi: 10.1186/s12944-016-0329-x.

Jamboonsri, W., Phillips, T., Geneve, R., Cahill, J., & Hildebrand, D. (2012). Extending the range of an ancient crop, *Salvia hispanica* L. - a new ω 3 source. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 59(2), 171-178. doi: <https://doi.org/10.1007/s10722-011-9673-x>

Lesk, C., Rowhani, P., & Ramankutty, N. (2016). Influence of extreme weather disasters on global crop production. *Nature*, 529(7584), 84-87. doi: <https://doi.org/10.1038/nature16467>

Lopes, N. F., Lima, M. G. S. (2015). *Fisiologia da produção*. Vicosa: Ed. UFV.

Migliavacca, R. A, Silva, T. R. B, Vasconcelos, A. L. S., Filho, W. M., & Baptistella, J. L. C. (2014a). O cultivo da chia no Brasil: futuro e perspectivas. *Journal of Agronomic Sciences*, 3(n. Especial), 161-179. Retrieved from: <http://www.dca.uem.br/V3NE/13.pdf>

Migliavacca, R. A., Vasconcelos, A. L. S., Santos, C. L., & Baptistella, J. L. C. (2014b). Uso da cultura da chia como opção de rotação no sistema de plantio direto. *Anais do Encontro Nacional de Plantio Direto na Palha*, Bonito, Mato Grosso do Sul, Brasil, 14º.b. Retrieved from: <https://febrapdp.org.br/14enpdp/cd-14enpdp/Resumos/118.pdf>

Miranda, F. (2012). Guia Tecnica para el Manejo del Cultivo de Chia (Salvia hispánica) em Nicaragua. *Central De Cooperativas De Servicios Multiplesexportacion E Importacion Del Norte (Cecoopsemein Rl.)*. Retrieved from: http://cecoopsemein.com/Manual_de_poduccion_de_CHIA_SALVIA_HISPANICA.pdf.

Nascimento, D. dos S., Oliveira, S. D. & Oliveira, M. E. G. de. (2020). Caracterização físico-química e avaliação sensorial de brownies potencialmente funcionais elaborados com farinha de linhaça marrom (*Linum usitatissimum*) e farinha de chia (*Salvia hispánica L.*). *Research, Society and Development*, 9(9), e215997146. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i9.7146>

Orozco, B., & Romero M. R. (2003). Chía, alimento milenario. *Revista Industria Alimentaria*. 25(5), 20-29. Retrieved from: <https://biblat.unam.mx/es/buscar/chia-alimento-milenario>

Orozco, G., N. Durán, D. González, P. Zarazúa, G. Ramírez, y S. Mena. (2014). Proyecciones de cambio climático y potencial productivo para *Salvia hispánica L.* en las zonas agrícolas de México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 5(10), 1831-1842. doi: 10.29312/remexca.v0i10.1020

Pontes, D. F., Oliveira, M. N. de., Herculano, L. da., F. L., Costa, C. S. da., Medeiros, S. R. A., Valero-Cases, E. ., Perez , J. J. P. ., & Fernández , M. J. F. (2020). Influência das mucilagens de sementes de chia (*Salvia hispánica L.*) e linhaça marrom (*Linum usitatissimum L.*) na qualidade tecnológica de pães. *Research, Society and Development*, 9(10), e6469108924. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i10.8924>

Rodríguez-Abello, D. C., Navarro-Alberto, J. A., Ramírez-Avilés, L., & Zamora-Bustillos, R. (2018). The effect of sowing time on the growth of chia (*Salvia hispánica L.*): What do nonlinear mixed models tell us about it?. *PlosOne*, 13(11). doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0206582>

Sandoval-Oliveros, M. R., & Paredes-Lópes, O. (2013). Isolation and characterization of proteins from chia seeds (*Salvia hispánica L.*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 61(1),193-201. doi: 10.1021/jf3034978

Silva, H., Arriagada, C., Campos-Saez, S., Baginsky, C., Castellaro-Galdames, G., & Morales-Salinas, L. (2018). Effect of sowing date and water availability on growth of plants of chia (*Salvia hispanica* L) established in Chile. *PlosOne*, 13(9). Retrieved from: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0203116> .doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0203116>

Sistema de Tecnologia e Monitoramento Ambiental do Paraná-SIMEPAR. (2019). *Dados de precipitação e temperatura para São Miguel do Iguçu*. Retrieved from: <http://www.simepar.br/>

Sociedade Brasileira de Ciência do Solo- SBCS. (2019). *Manual de adubação e calagem para o estado do Paraná* (2ª ed). Curitiba: Núcleo Estadual Paraná da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo- NEPAR-SBCS.

Souza, R. S., & Chaves, L. H. G. (2017). Initial growth of chia (*Salvia hispanica* L.) submitted to nitrogen, phosphorus and potassium fertilization. *Australian Journal of Crop Science*, 11(5), 610-615. doi: 10.21475/ajcs.17.11.05. p442

Stefanello, R., Neves, L. A. S., Abbad, M. A. B., & Viana, B. B. (2015). Germinação e vigor de sementes de chia (*Salvia hispanica* L. - Lamiaceae) sob diferentes temperaturas e condições de luz. *Revista Brasileira Plantas Medicinai*s, 17(4), 1169-1176. doi: https://doi.org/10.1590/1983-084x/15_043

Ventura, M. F., Traini S., Tomei, F., Bortarelli. L., & Pisa, P. (2009). Validation of development moldes for winter cereals and maize with independent agrophenological observations in the BBCH scale. *Italian Journal of Agrometeorology*. (3), 17-26. Retrieved from: https://www.academia.edu/18496564/validation_of_development_models_for_winter_cereals_and_maize_with_independent_agrophenological_observations_in_the_bbch_scale_convalida_di_modelli_di_sviluppo_per_cereali_vernini_e_mais_con_rilevazioni_agrofenologiche_e_indipendenti_nella_scala_bbch

Vera M. J. G. (2015). *Metodologia para condução do teste de germinação em sementes de chia (Salvia hispanica L.)* (Dissertação de mestrado). Programa de Pós-Graduação em Ciência

e Tecnologia de Sementes- Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil.

Vilela, P. M. F., Silva, A., Giunte, O. D., Figueredo, G. D., Moraes, M. A., & Santos, C. S. (2016, setembro). Produtividade e qualidade da chia no sul de Minas Gerais. Anais do Congresso Nacional de Meio Ambiente de Poços de Caldas, Poços de Caldas, Minas Gerais, Brasil. 13.

Weber, C. W., Gentry, H. S., Kohlhepp, E. A., & McCrohan, P. R. (1991). The nutritional and chemical evaluation of chia seeds. *Ecology of Food and Nutrition*, 26(2), 119-125. doi: 10.1080/03670244.1991.9991195

Win, A. N., Xue, Y., Chen, B., Liao, F., Chen, F., Yin, N., Mei, F., Wang, B., Shi, X., He, Y., & Chai, Y. (2018). Chia (*Salvia hispanica*) experiment at a 30° N site in Sichuan Basin, China. *Ciência Rural*, 48(9). doi: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20180105>

Zavalía, R. L., Alcocer, M. G., Fuentes, F. J., Rodríguez, W. A., Morandini, M., & Vevani, M. R. (2011). Desarrollo del cultivo de chía en Tucumán, República Argentina. *Revista Avance agroindustrial*, 32(4), 27 – 30. Retrieved from: <file:///E:/Faculdade/TCC/Material/zavalia.pdf>

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Debora Pereira – 30%

Adilson Ricken Schuelter – 20%

Diogo Dembocurski – 10%

Fernanda Rengel dos Passos – 10%

Keiti Lopes Maestre – 10%

Edson Antônio da Silva – 10%

Marcia Regina Fagundes Klen – 10%