



Universidade de Brasília
Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária
Programa de Pós-graduação em Agronomia

**Efeito da densidade de plantas nos componentes de rendimento e na
qualidade fisiológica de sementes de lentilha (*Lens culinaris* Medik)**

Lemerson de Oliveira Brasileiro

Dissertação de Mestrado em Agronomia

Brasília/DF

Fevereiro de 2020



Universidade de Brasília
Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária
Programa de Pós-graduação em Agronomia

**Efeito da densidade de plantas nos componentes de rendimento e na
qualidade fisiológica de sementes de lentilha (*Lens culinaris* Medik)**

Lemerson de Oliveira Brasileiro

Orientador: Dr. Ricardo Carmona
Co – orientador: Dr. Warley Marcos Nascimento

Dissertação de Mestrado em Agronomia

Brasília/DF

Fevereiro de 2020



Universidade de Brasília
Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária
Programa de Pós-graduação em Agronomia

**Efeito da densidade de plantas nos componentes de rendimento e na
qualidade fisiológica de sementes de lentilha (*Lens culinaris* Medik)**

Lemerson de Oliveira Brasileiro

**Dissertação submetida ao Programa de Pós-graduação em Agronomia, como parte dos
requisitos necessários à obtenção do grau de mestre em Agronomia.**

Aprovado por:

RICARDO CARMONA / PhD (Orientador) / Universidade de Brasília – Faculdade de
Agronomia e Medicina Veterinária / CPF: 183.492.181-34 /e-mail: rcarmona@unb.br

NARA OLIVEIRA SILVA SOUZA, Profa. Dra (Examinador interno) / Universidade de
Brasília – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária / CPF: 033.300.726-36 / E-mail:
narasouza@unb.br

CAROLINE JÁCOME COSTA/ Dra. (Examinador externo) / Embrapa Hortaliças / CPF:
858.455.741-53/ e-mail: caroline.costa@embrapa.br

Brasília/DF

Fevereiro de 2020

FICHA CATALOGRÁFICA

dD418e	Brasileiro, Lemerson de Oliveira Efeito da densidade de plantas nos componentes de rendimento e na qualidade fisiológica de sementes de lentilha (<i>Lens culinaris</i> Medik) / Lemerson de Oliveira Brasileiro; orientador Ricardo Carmona; co-orientador Warley Marcos Nascimento. -- Brasília, 2020. 29 p.:il. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade de Brasília/Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2020. 1. Produção de lentilha. 2. Germinação de sementes. 3. Arranjo de plantas. I. Carmona, Ricardo, orient. II. Nascimento, Warley Marcos, co-orient. III. Título.
--------	---

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

Brasileiro, L.O. Efeito da densidade de plantas nos componentes de rendimento e na qualidade fisiológica de sementes de lentilha (*Lens culinaris* Medik). 2020, 29f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília - UnB, Brasília, 2020.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Lemerson de Oliveira Brasileiro

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: Efeito da densidade de plantas nos componentes de rendimento e na qualidade fisiológica de sementes de lentilha (*Lens culinaris* Medik).

GRAU: Mestre ANO: 2019

É concedida à Universidade de Brasília de Brasília permissão para reproduzir cópias desta dissertação de mestrado para única e exclusivamente propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva para si os outros direitos autorais, de publicação. Nenhuma parte desta dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor. Citações são estimuladas, desde que citada à fonte.

Lemerson de Oliveira Brasileiro
E-mail: lemerson.oli@gmail.com
End.: Chácara 51, conjunto B, casa 26, Sol Nascente - DF.

DEDICATÓRIA

Aos meus pais,
pelo amor, cuidado e apoio nos meus estudos.

AGRADECIMENTOS

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

A Universidade de Brasília, seu corpo docente, direção e administração que oportunizaram a janela que hoje vislumbro um horizonte superior.

A Embrapa Hortaliças por ceder os espaços e recursos bem como a todos os pesquisadores, analistas e técnicos que em algum momento dispuseram do seu tempo e conhecimento.

Ao meu orientador Dr. Ricardo Carmona pelo suporte, correções, incentivos e conselhos bem como ao meu co-orientador Dr. Warley Marcos Nascimento pela confiança em mim conferida de conduzir esse trabalho tão importante e por todas as oportunidades advindas dele que fortemente contribuíram com a minha formação.

Aos órgãos de fomento CAPES/CNPq pelo apoio financeiro essenciais para a minha manutenção durante este período.

Aos meus pais e irmãos, pelo amor, incentivo e apoio incondicional.

Aos amigos e a equipe do laboratório de sementes da Embrapa Hortaliças pelo apoio e suporte.

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

“Que ninguém se engane, só se consegue a simplicidade através
de muito trabalho”.

Clarice Lispector

Resumo	i
Abstract.....	ii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVOS E HIPÓTESES	2
2.1 Objetivo Geral.....	2
2.2 Objetivos específicos.....	2
2.3 Hipóteses	2
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
3.1 Origem, distribuição e botânica da lentilha.....	3
3.2 Importância da lentilha.....	4
3.3 Cultivo da lentilha	5
3.3.1 Cultivar Silvina	5
3.3.2 Aspectos gerais.....	5
3.3.3 Densidade Populacional	6
3.4 Qualidade de sementes	7
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	8
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	10
5.1 Parâmetros Agronômicos	10
5.1.1 Altura de planta	13
5.1.2 Altura da inserção da primeira vagem.....	14
5.1.3 Número de ramos por planta	15
5.1.4 Número de vagens por planta.....	16
5.1.5 Número de sementes por planta	17
5.1.6 Índice de colheita	18
5.1.7 Acamamento.....	19
5.1.8 Produtividade por planta	19
5.1.9 Produtividade por área	20
5.2 Qualidade fisiológica das sementes.....	21
5.2.1 Germinação	21
5.2.2 Vigor	22
5.3 Análise comparativa dos componentes de rendimento entre cultivares de lentilha em condições de Cerrado.	22
5.4 Discussão Geral.....	23
6. CONCLUSÕES	24
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	25

Resumo

A lentilha (*Lens culinaris* Medik) é uma leguminosa com alto valor proteico, valorizada na Índia e destaque nas festas de fim de ano no Brasil. A espécie se adapta bem às condições do Cerrado brasileiro, contudo, há poucas informações em relação ao manejo da cultura nessa região, em especial à densidade populacional. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a influência da densidade populacional no desempenho agrônômico e qualidade fisiológica de sementes de lentilha. O estudo foi realizado no campo experimental da Embrapa Hortaliças, Brasília-DF, nos anos de 2018 e 2019. Testaram-se quatro densidades de plantas (20, 30, 40 e 50 plantas.m⁻¹), correspondentes às populações de 80, 120, 160 e 200 plantas.m⁻² respectivamente, em duas cultivares de lentilha: Silvina (tipo macrosperma) e Ln 1607 (tipo microsperma). Foram avaliadas as variáveis altura de planta, altura de inserção da primeira vagem, número de vagens por planta, número de sementes por planta, número de ramos por planta, índice de colheita, produtividade de sementes por planta e por área, acamamento, germinação e vigor de sementes (primeira contagem do teste de germinação). Os dados dos dois anos de ensaio foram analisados de forma conjunta em cada cultivar, sendo submetidos à análise de variância e análise de regressão com o uso do *software* Agroestat. A densidade de plantas afetou os parâmetros altura da inserção da primeira vagem, número de ramos por planta, número de vagens por planta, número de sementes por planta, produtividade por planta e acamamento, na cultivar Silvina. Na cultivar Ln 1607, foi observada interação para os parâmetros altura de planta, número de vagens, número de sementes, número de ramos e produtividade por planta. Por outro lado, a densidade de plantas não afetou a produtividade por área e a qualidade fisiológica das sementes para ambas as cultivares. Com base nos resultados apresentados, se estabelece 80 plantas.m⁻² como a densidade ideal para semeadura em condições do Cerrado, devido ao maior potencial individual expresso pelas plantas, menor índice de acamamento e redução do custo de semeadura.

Palavras-chave: pulses, manejo cultural, componentes de produção, Silvina

Abstract

The lentil (*Lens culinaris* Medik) is a legume with a high protein value, valued in India and highlighted at New Year parties in Brazil. The species adapts well to the conditions of the Brazilian Cerrado, however, there is little information regarding the management of the culture in this region, especially the plant density. The present study aimed to evaluate the influence of plant density on agronomic performance and physiological quality of lentil seeds. The study was carried out in the experimental field of Embrapa Hortaliças, Brasília-DF, in the years 2018 and 2019. Four plant densities (20, 30, 40 and 50 plants.m⁻¹) were tested, corresponding to populations of 80, 120, 160 and 200 plants.m⁻² respectively, in two lentil cultivars: Silvina (macrosperm type) and Ln 1607 (microsperm type). The variables: plant height, height of insertion of the first pod, number of pods per plant, number of seeds per plant, number of branches per plant, harvest index, seed productivity per plant and area, lodging, germination and seed vigor (first count of the germination test). The data from the two years of testing were analyzed together in each cultivar, being analyzed by analysis of variance and regression analysis using the Agroestat software. The plant density affected the parameters height of insertion of the first pod, number of branches per plant, number of pods per plant, number of seeds per plant, productivity per plant and lodging in cultivar Silvina. In cultivar Ln 1607, interaction was observed for the parameters plant height, number of pods, number of seeds, number of branches and productivity per plant. On the other hand, plant density did not affect productivity by area and physiological quality of seeds for both cultivars. Based on the results presented, 80 plants.m⁻² are established, the ideal density for sowing under Cerrado conditions, due to the greater individual potential expressed by the plants, lower lodging index and reduced sowing costs.

Keywords: pulses, cultural management, production components, Silvina

1. INTRODUÇÃO

Lentilha (*Lens culinaris* Medik) é uma planta herbácea da família Fabaceae, apresenta flores hermafroditas e reprodução autógama dando origem a frutos do tipo vagem com uma ou duas sementes (DUKE, 1981). Em conjunto com os feijões, ervilha seca e grão de bico compõe o grupo pulses (grãos comestíveis de plantas da família Fabaceae). Essa espécie apresenta alta demanda na Índia, que depende do produto importado devido à baixa produtividade ($731 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), comparada com a média mundial ($1.042 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), restrição de terras aptas para cultivo e aumento da densidade populacional (FAO, 2020). Embora possua alto potencial para produção, observando-se produtividades de até $2851 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ (VIEIRA, 2015), a produção dessa cultura no Brasil é praticamente nula. Entre os anos 2017 e 2018, houve um aumento de 20% na quantidade do produto importado. Se comparado a dados de 1997, esse aumento foi de 119%. Em 2019, os gastos com importação de lentilha foram de US\$ 7.691.626 (COMEX STAT, 2020). A demanda crescente no Brasil e em países como a Índia, somada à dependência do produto importado e ao alto potencial produtivo, ressaltam a importância de estudos com lentilha no País voltados a aspectos que envolvem seu desenvolvimento no campo.

Quanto aos tipos de cultivar, a lentilha pode ser classificada dentro de dois grandes grupos: macrosperma e microsperma; o primeiro apresenta sementes maiores, com 6-8 mm de diâmetro e folíolos ovais em relação ao segundo, que consiste de sementes menores, com 3-6 mm de diâmetro, apresentando folíolos pequenos, de forma linear alongada ou lanceolada. No Brasil, o consumo de lentilha é dominado majoritariamente pelo tipo macrosperma, sendo que as cultivares do tipo microsperma são mais plantadas na Ásia (VIEIRA & VIEIRA, 2001), onde a preferência por esse tipo é maior.

As informações relativas à condução do cultivo no Brasil são escassas, incluindo a densidade populacional a ser adotada. Para cultivar lentilha no País, o produtor se baseia em manuais e trabalhos realizados em outras regiões do mundo, principalmente do Canadá, onde é possível encontrar manuais de cultivos mais detalhados. Contudo, características como densidade populacional variam de acordo com fatores genéticos e ambientais, devendo a densidade ótima basear-se em recomendações locais para uma melhor competição com plantas daninhas e maior produtividade (BISHAW *et al.*, 2007). Informações deste tipo são preciosas e fundamentais para o cultivo de lentilha no Brasil, especificamente na região do Cerrado sob irrigação em época seca, devido à baixa exigência hídrica da cultura e melhor desenvolvimento em temperaturas amenas.

As condições do Cerrado em época seca favorecem a produção de sementes devido à qualidade obtida. Esta qualidade é fundamental, pois culturas produzidas em escala através de semente botânica requerem um mercado estabelecido de sementes, que, por sua vez, necessita seguir normas e padrões de qualidade. Entretanto, em alguns casos, a densidade populacional pode gerar microclimas que favorecem a incidência de doenças, acúmulo de umidade, entre outros fatores que prejudicam a qualidade de sementes. Lhungdim *et al.* (2014) observaram redução no vigor das sementes de soja com o adensamento de plantas. Neste sentido, estudar a densidade de plantas e relacionar à qualidade fisiológica de sementes de lentilha pode contribuir para a produção dessa espécie no Cerrado.

2. OBJETIVOS E HIPÓTESES

2.1 Objetivo Geral

Avaliar o efeito da densidade populacional nos componentes de rendimento e na qualidade fisiológica de sementes de duas cultivares de lentilha, dos tipos macrosperma e microsperma.

2.2 Objetivos específicos

Avaliar o efeito da densidade populacional nos seguintes parâmetros agrônômicos da produção de lentilha: altura de planta, altura da inserção da primeira vagem, número de vagens por planta, número de sementes por planta, número de ramos por planta, índice de colheita, acamamento e produtividade por planta e por área.

Avaliar a influência da densidade de plantas na qualidade fisiológica de sementes de lentilha (germinação e vigor).

Estabelecer a densidade de plantas ideal em termos de produção e qualidade de sementes de lentilha dos tipos macrosperma e microsperma em condições de Cerrado.

Comparar componentes de rendimento de duas cultivares de lentilha (tipos macrosperma e microsperma) em condições de Cerrado.

2.3 Hipóteses

- A densidade de plantas afeta a produtividade e os componentes de produção de sementes de lentilha.
- A qualidade fisiológica de sementes de lentilha é afetada pela densidade de plantas.

- Cultivares de diferentes grupos de lentilha se comportam de forma diferente em relação à densidade populacional.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Origem, distribuição e botânica da lentilha

A lentilha (*Lens culinaris* Medik.) pertence à Família Fabacea e tem destaque por ser uma cultura de alto valor nutricional. Através de estudos arqueológicos e morfológicos, pesquisadores acreditam ser o Oriente Próximo seu centro de origem e a espécie *Lens orientalis*, sua progenitora selvagem. Seu surgimento como planta cultivada é relacionado com o início das primeiras práticas de agricultura (HELBAEK, 1959; ZOHARY, 1972). A disseminação da lentilha seguiu a rota das técnicas agrícolas neolíticas, indo do Crescente Fértil para a Europa Central, Ocidental e Grécia, ainda para o Delta do Nilo e Leste Indiano (HARLAN, 1992). No continente Europeu, se consagra como um dos alimentos mais importantes da história, devido à presença de evidências arqueológicas através de milênios espalhadas pelo continente (LJUSTINA & MIKIĆ, 2010). Atualmente, é cultivada principalmente no Canadá, Índia e Estados Unidos, maiores produtores mundiais (FAOSTAT, 2020).

Planta herbácea anual, ereta ou subereta, com 25-75 cm de altura; as folhas são compostas, pinadas, geralmente com gavinhas; os folíolos são ovais, de 4-7 pares, com comprimento de 1-2 cm; apresentam de 1-4 flores por gema axilar, as flores são pequenas, de coloração azul pálido, roxa, branca ou rosa; a vagem é oblonga, achatada ou comprimida, de 1-3 cm de comprimento, contendo 1-2 sementes (DUKE, 1981). As cultivares de lentilha podem ser categorizadas em dois tipos: (a) macrosperma - vagens maiores (15-20 x 7,5-10,5 mm); sementes maiores (6-8 mm de diâmetro), achatadas; cotilédones amarelos ou alaranjados; flores maiores (7-8 mm de comprimento), geralmente brancas com veias coloridas; folíolos maiores (15-27 x 4-10 mm), ovais; plantas com 25-75 de altura, (b) microsperma: vagens menores (6- 15 x 3,5-7 mm); sementes menores (3-6 mm de diâmetro); flores menores (5-7 mm de comprimento), variando do branco ao violeta; folíolos pequenos (8-15 x 2-5 mm), de forma linear alongada ou lanceolada; plantas com 15-35 cm de altura (BARULINA, 1930).

3.2 Importância da lentilha

O caminho da agricultura segue a rota do desenvolvimento sustentável, um dos objetivos da agenda da ONU. Aliado a isso, se observa uma tendência mundial de crescimento no consumo de fontes proteicas vegetais, em substituição à proteína animal (vegetarianos e veganos) ou como alternativa a ela. A produção de lentilha acompanha essa tendência, tendo em vista seu alto teor proteico e baixo requerimento hídrico. Dados de produção dessa cultura, integrante do grupo das *pulses* (sementes comestíveis de plantas leguminosas), mostram um salto de produção mundial de 2.836.518 toneladas, em 2008, para 6.375.732 toneladas, em 2018 (FAOSTAT, 2020).

O Canadá é o maior produtor mundial, com 2.092.136 toneladas, seguido da Índia, com 1.620.000 toneladas e dos Estados Unidos da América, com 381.380 toneladas. A produtividade média desses países é de 1.395 kg.ha⁻¹, 731 kg.ha⁻¹ e 1.312 kg.ha⁻¹, respectivamente (FAOSTAT, 2020).

A Índia apresenta a maior área plantada de lentilha no mundo. Ainda assim, segue como segundo colocado em produção, devido à sua baixa produtividade. Esse país, maior importador mundial de lentilha, além de não ser capaz de produzir a quantidade demandada, sofre com os custos de produção, que a partir do ano de 2012 passaram a ser maiores que os custos de importação (VARGHESE *et al.*, 2019).

Na Europa, o interesse pela lentilha é crescente devido à praticidade e variedade de pratos existentes que tem esse grão como base. Essas características atraem os consumidores europeus que estão interessados em alimentos que atendam a esses critérios (SCHNEIDER, 2002). Além disso, a chegada de novos grupos étnicos à Europa vem contribuindo mais recentemente para esse acréscimo de demanda (CBI, 2019).

No Brasil, a demanda por esse produto tem sido atendida quase que exclusivamente pela importação do Canadá. Em 2017, o Brasil produziu apenas 8 toneladas (IBGE, 2019), período em que importou 15.043 toneladas (FAOSTAT, 2020). Entretanto, há expectativa com relação ao aumento da produção dessa cultura no Cerrado brasileiro, que em condições de irrigação, chegou a produzir 2.851 kg ha⁻¹ (VIEIRA, 2015). Nesse cenário, entraria como opção para a diversificação da produção agrícola, sendo alternativa ao cultivo de feijão, trigo ou milho na safrinha, culturas que, na safra de 2019, apresentaram produtividades de 2.674 kg.ha⁻¹, 2.539 kg.ha⁻¹, 5.859 kg.ha⁻¹ (IBGE, 2019) e valor de venda de R\$ 170, R\$ 46, R\$ 44 por saca de 60 kg, respectivamente (AGROLINK, 2019). Segundo a plataforma COMEX Stat

(2020), o Brasil importou lentilha do nosso principal exportador a 0,87 dólares o quilo, que na cotação da época foi equivalente a R\$ 202 a saca de 60 kg sem incluir os custos de transporte.

Como exemplo de que novas espécies podem ser exploradas com sucesso no Cerrado brasileiro, temos o grão de bico que, semelhante à lentilha, não apresentava produção expressiva no Brasil. Após estudos, em que foram observados bons resultados no Cerrado, alguns produtores decidiram investir no grão e em 2016, as exportações de grão de bico no Brasil totalizaram 150 toneladas, um grande salto comparado à exportação de 4 toneladas em 2015 (COMEX STAT, 2020). As expectativas do mercado de lentilha no Brasil aumentam em conjunto com o aumento do consumo interno. Em 2018 e 2017, foram importadas 15 mil toneladas de lentilha contra 12 mil toneladas nos três anos anteriores a estes (COMEX STAT, 2020). Há potencial para que o custo de produção de lentilha seja menor que o custo de importação. O valor de R\$ 202 pagos na saca de lentilha importada é alto comparado ao custo de R\$ 170 da saca do feijão irrigado produzido na mesma época, sendo que a demanda hídrica da lentilha é de 250 mm (MATERNE & SIDDIQUE, 2009) enquanto a demanda do feijão pode variar de 300 a 500 mm (FERREIRA *et al.*, 2006).

3.3 Cultivo da lentilha

3.3.1 Cultivar Silvina

Introduzida da Argentina para cultivo no Brasil no período seco de inverno, a cultivar Silvina é semi-precoce, com ciclo de 125 dias, apresenta porte ereto e altura média de planta de 34 cm; folíolos de cor verde claro; flores de cor branca com listras azuladas; início do florescimento aos 47 dias; sementes de formato achatado e textura lisa, uma a duas por vagem; massa de 1000 sementes de 58 g. Essa cultivar é indicada para regiões de clima ameno e adaptada a diferentes tipos de solo. Se adaptou bem no Distrito Federal, regiões do Paraná e Goiás. Apresenta vantagem pelo porte ereto facilitando a colheita mecanizada. Em ensaios de competição de cultivares apresentou rendimentos de 1.628 kg/ha em Brasília-DF, 1.429 kg/ha em Carambeí-PR e 1.285 kg/ha em Santo Antônio de Goiás-GO (EMBRAPA, 2014).

3.3.2 Aspectos gerais

A data de semeadura interfere na produtividade, sendo variável de acordo com o local e a cultivar. Os fatores bióticos e ambientais que prejudicam o desenvolvimento da lentilha em diferentes períodos incluem incidência de pragas e doenças sazonais, chuvas no período da colheita e fotoperíodo inadequado (SILIM, *et al.*, 1991). No estado de Minas Gerais,

recomenda-se a semeadura de cultivares de ciclo curto no mês de maio, para obter os melhores rendimentos (VIEIRA *et al.*, 1999).

O requerimento de água da lentilha é, comparado a outras pulses como o feijão fava e o grão de bico, relativamente baixo durante seu ciclo, podendo ser cultivada em áreas mais secas da região do oeste asiático e norte africano com precipitações anuais de 250 mm. Por outro lado, a planta de lentilha não tolera inundação na germinação nem durante o crescimento, o que pode comprometer o cultivo subsequente ao do arroz inundado (MATERNE & SIDDIQUE, 2009). O estresse hídrico durante a fase reprodutiva, devido ao hábito de crescimento indeterminado, afeta tanto o desenvolvimento vegetativo quanto o reprodutivo, reduzindo o desenvolvimento, o que resulta em perdas na produtividade da cultura (MATIUR RAHMAN *et al.*, 2009)

A temperatura e o fotoperíodo interferem no florescimento. Genótipos de lentilha em constantes dias curtos demoram mais para florescer (55– 128 dias após semeadura) em comparação com constantes dias longos (36 – 54 dias após semeadura), assim como menores temperaturas diurnas e noturnas prolongam o início do florescimento quando comparadas a temperaturas mais elevadas (SUMMERFIELD *et al.*, 1985). Contudo, há também o componente genético atuando na sensibilidade ao fotoperíodo, que difere entre genótipos de lentilha. Exemplos disso são os acessos do banco de germoplasma mundial de lentilha: ILL4400, ILL4349 e ILL4605 (mantidos no Centro Internacional de Pesquisa Agrícola em Áreas Secas – ICARDA), que apresentam sensibilidade a fotoperíodo aguda, moderada e leve, respectivamente (ROBERTS *et al.*, 1986).

3.3.3 Densidade Populacional

Dentre os fatores do manejo que interferem em todo o ciclo da cultura da lentilha está a densidade populacional. A elevação do número de plantas por área cria um ambiente de competição que causa modificações na arquitetura das plantas. Variáveis potencialmente afetadas pela densidade populacional incluem quantidade de vagens por planta, número de sementes por vagem, número de ramos, produção por planta, altura de planta e massa de 1.000 sementes (WEBER *et al.*, 1966; TURK *et al.* 2003; MAUAD *et al.*, 2010). Além de modificações na planta, o adensamento pode contribuir para a supressão de plantas daninhas.

O efeito supressivo no crescimento das plantas daninhas causado pelo adensamento de plantas tem sido o foco de muitos dos estudos com densidade de plantas em lentilha, com o intuito de reduzir ou mesmo dispensar o uso de herbicidas (BOERBOOM & YOUNG, 1995;

BALL *et al.*, 1997; PAOLINI *et al.*, 2003; MCDONALD *et al.*, 2007; BAIRD *et al.*, 2009; REDLICK *et al.*, 2017).

Outro fator diretamente influenciado pela densidade de plantas é a sanidade; plantios mais adensados causam maior sombreamento e umidade nas plantas, favorecendo a incidência de doenças fúngicas como o mofo cinzento (*Botrytis cinerea*) (ANON, 1992). Bailey *et al.* (2000) constataram que a densidade do dossel em conjunto com condições climáticas foram os principais fatores interferentes na severidade deste fungo nas sementes e hastes de lentilha. Para evitar tais condições, deve-se considerar o uso de densidades reduzidas na busca de uma copa mais arejada. Neste contexto, a densidade populacional constitui um componente importante do manejo integrado de doenças em lentilha (BAYAA & ERSKINE, 1998).

A densidade populacional ideal em lentilha depende de diversos fatores dentre eles os níveis de densidade estudados, se o cultivo é convencional ou orgânico, ou de acordo com as condições ambientais, devendo a densidade ótima basear-se em recomendações locais para uma melhor competição com plantas daninhas e maior produtividade (BISHAW *et al.*, 2007).

Siddique *et al.* (1998), em estudo com a cultivar de lentilha Digger no sudoeste da Austrália, definiram densidades ótimas econômicas para 7 locais, variando de 96 plantas.m⁻² até 228 plantas.m⁻², recomendando para a região o alvo de 150 plantas.m⁻². No Canadá, onde são obtidas as maiores médias de produtividade, indicava-se como ótima a densidade populacional de lentilha de 100 plantas.m⁻² (ALI-KHAN & KIEHN, 1989). Atualmente, a recomendação dada pelo governo de Saskatchewan é de 130 plantas.m⁻² (GOVERNMENT OF SASKATCHEWAN, 2017). Em caso de cultivo orgânico, recomenda-se o aumento de 130 plantas.m⁻² para 229 plantas.m⁻² (BAIRD *et al.*, 2009).

A primeira recomendação de densidade de plantas para lentilha no Brasil estabeleceu uma quantidade de 40-44 plantas por metro linear (GIORDANO *et al.*, 1988). Vieira & Lima (2016) relatam que quantidades de 30 a 40 plantas por metro linear representam densidade adequada para a produção de lentilha, podendo ser necessários entre 50 kg/ha e 80 kg/ha de sementes para a semeadura de um hectare, a depender do tamanho da semente e da porcentagem de germinação.

3.4 Qualidade de sementes

A qualidade de sementes pode ser conceituada através dos componentes: qualidade física, qualidade fisiológica, qualidade genética e qualidade sanitária. Por sua vez, esses componentes são expressos por alguns atributos. De forma sucinta, os atributos físicos de sementes constituem: pureza física, umidade, danos mecânicos, massa de 1000 sementes,

aparência, peso volumétrico; a qualidade genética está ligada à pureza varietal, potencial de produtividade, resistência a pragas e moléstias, precocidade, qualidade da semente e resistência a condições adversas de solo e clima, entre outros; atributos sanitários: contaminação com insetos, fungos, vírus ou bactérias e, por fim, os atributos fisiológicos: germinação, viabilidade e vigor. Trabalhos buscando avaliar o efeito da densidade de plantas na qualidade fisiológica de sementes foram realizados por Vazquez *et al.* (2008) em soja e por Junior *et al.* (2012) em canola, onde não houve efeito dos tratamentos sobre a qualidade fisiológica.

O ponto de maturidade fisiológica das sementes em lentilha ocorre quando as vagens apresentam coloração predominantemente marrom e poucas amarelas (KHATUN *et al.*, 2009), sendo assim de fácil identificação para fins de colheita. O uso de testes fisiológicos contribui para a avaliação da qualidade fisiológica e comercialização de sementes. No Brasil, é obrigatória a apresentação dos resultados de teste de germinação para a comercialização de sementes.

Em países de relevante produção de lentilha no Oriente Médio, a produção de sementes pelo setor formal representa menos de 5% do mercado de sementes (BISHAW *et al.*, 2009). Segundo MATTERNE & REDDY (2007), é possível que o suprimento do mercado de sementes predominantemente pelo setor informal seja responsável por limitar a produção de lentilha na Índia. A presença majoritária dessa informalidade pode limitar o desenvolvimento de estudos sobre qualidade de sementes de lentilha.

Pouco se sabe sobre o efeito da densidade populacional na qualidade fisiológica de sementes de lentilha. Lhungdim *et al.* (2014) avaliaram o efeito de métodos de revigoração de sementes na germinação em plantio com diferentes densidades de semeadura, não havendo efeito significativo dos tratamentos.

Em trabalhos com outras espécies, há relatos do efeito da densidade de plantas na qualidade fisiológica de sementes. Em estudo com soja, Rahman *et al.* (2005) observaram que o vigor das sementes decresceu conforme o aumento da densidade, apesar de não haver efeito significativo na germinação.

4. MATERIAL E MÉTODOS

Foram instalados experimentos em dois anos consecutivos (2018 e 2019), em campo experimental da Embrapa Hortaliças, Brasília-DF, latitude 15°93'S, longitude 48°14'W e altitude de 997 m, em um Latossolo Vermelho Escuro, fase cerrado de textura argilosa. O

clima no local, segundo classificação de Köppen, é do tipo Cwa, tropical de altitude – mesotérmico, com chuvas no verão e seca no inverno.

Em 25/05/2018 e 20/06/2019 foram instalados dois experimentos concomitantes, um com a cultivar nacional Silvina (tipo macrosperma) e outro com a cultivar indiana Ln 1607 (tipo microsperma). O delineamento experimental, em ambos os experimentos, foi em blocos ao acaso com quatro repetições. Os tratamentos foram formados por quatro densidades populacionais (20, 30, 40 e 50 plantas por metro linear), correspondentes a populações de 80, 120, 160 e 200 plantas m^{-2} . Para tal, foram semeadas 20% a mais do que a população alvo, manualmente em profundidade de 2,5 cm, e realizado o desbaste aos 14 dias após a semeadura.

O desenho das parcelas diferiu entre os anos: no primeiro ano, a parcela foi constituída por 4 linhas de 3,0 m, espaçadas entre si de 0,25 m; no segundo ano, foi constituída por 6 linhas de 2,0 m, espaçadas entre si de 0,25 m.

Para coleta dos dados de produção, na ocasião da colheita, as linhas laterais, bem como 0,25 m das extremidades das linhas centrais foram descartadas, perfazendo uma área útil de 1,25 m^2 no primeiro ano e 1,5 m^2 no segundo ano. Para possibilitar a avaliação conjunta dos anos, os dados de produtividade por área foram ajustados para 1 m^2 .

A área foi preparada com enxada rotativa, sendo as parcelas marcadas com estacas e barbante. Não houve inoculação das sementes. A adubação de semeadura foi realizada no sulco de plantio, com 16 $kg\ ha^{-1}$ de N, 120 $kg\ ha^{-1}$ de P_2O_5 e 64 $kg\ ha^{-1}$ de K_2O , usando a formulação 4-30-16. Uma adubação de cobertura com ureia foi realizada aos 20 dias após a emergência, com 25 $kg\ ha^{-1}$ de N. A irrigação foi realizada durante todo o ciclo da cultura com o auxílio do sensor irrigas (tensiômetro 40 Kpa; Marca: Irrigas Modelo: HID02), sendo definido quando e quanto irrigar através da leitura em duas profundidades: 15 cm e 30 cm, respectivamente. Para o controle de plantas daninhas, foram realizadas capinas manuais durante todo o ciclo da cultura, em todos os tratamentos.

O tempo (dias) até o florescimento (50% das plantas com flor) e o ciclo total, ambos contados a partir da semeadura, foram registrados para estabelecer as fases vegetativas e reprodutivas das plantas.

Os parâmetros avaliados foram: altura de planta, altura da inserção da primeira vagem, número de vagens por planta, número de sementes por planta, número de ramos por planta, índice de colheita e produtividade de sementes por planta. Esses parâmetros foram avaliados por meio da média das medidas de 10 plantas individuais (selecionadas ao acaso, na área útil

das parcelas). Os parâmetros avaliados com base em todas as plantas da parcela útil foram: acamamento e produtividade por área. Os métodos de avaliação utilizados para cada um dos parâmetros agronômicos são descritos a seguir (Tabela 1).

Tabela 1. Parâmetros agronômicos avaliados nas cultivares de lentilha (*Lens culinaris* Medik.) com respectivas abreviaturas e métodos de avaliação.

Abreviatura	Parâmetros agronômicos	Método de avaliação
AP	Altura de Planta	Avaliação de planta individual. Distância em centímetros entre a superfície do solo e a parte mais alta da planta (aferida na colheita).
AIPV	Altura da Inserção da Primeira Vagem	Avaliação de planta individual. Distância entre a base da planta e a inserção da vagem mais próxima ao solo na ocasião da colheita
NV	Número de Vagens por Planta	Avaliação de planta individual. Número total de vagens por planta
NS	Número de Sementes por Planta	Avaliação de planta individual. Número de sementes por planta
NR	Número de Ramos por Planta	Avaliação de planta individual. Número total de ramos por planta
IC	Índice de Colheita	Avaliação de planta individual. Relação entre a massa das sementes e a massa total da matéria seca da parte aérea da planta
Acm	Acamamento	Notas de 1 a 5 atribuídas na colheita, sendo 1=sem acamamento, 2=1-25%, 3= 25-50%, 4= 50-75% e 5= 75-100% de plantas da parcela útil acamadas (ocorrência de acamamento apenas em 2018)
PP	Produtividade por Planta	Avaliação de planta individual. Massa das sementes por planta
PA	Produtividade por Área	Massa das sementes beneficiadas obtida na área útil de cada parcela

Para avaliar a qualidade fisiológica das sementes, testes de germinação (TG) foram realizados, conforme metodologia descrita nas Regras para Análise de Sementes (RAS) (BRASIL, 2009), no laboratório de sementes da Embrapa Hortaliças, Brasília – DF, com as sementes provenientes de cada um dos experimentos. Os dados da primeira contagem do TG foram utilizados para avaliação do vigor (Vig).

Os testes de normalidade, aditividade e homocedasticidade foram aplicados com o uso da ferramenta estatística Speedstat (CARVALHO & MENDES, 2017). Os dados dos dois anos de ensaio foram analisados de forma conjunta em cada cultivar, sendo submetidos à análise de variância e análise de regressão com o uso do *software* Agroestat (BARBOSA & MALDONADO JUNIOR, 2015).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Parâmetros Agronômicos

A densidade de plantas afetou alguns parâmetros agronômicos na cultivar Silvina, como altura da inserção da primeira vagem, número de vagens por planta, número de

sementes por planta, número de ramos por planta, produtividade por planta e acamamento (Tabela 2). O ano de cultivo (2018 e 2019) afetou significativamente alguns componentes de produção na cultivar Silvina, como altura da inserção da primeira vagem, número de sementes por planta, número de ramos por planta, vigor e germinação. O fator ano não interferiu nas respostas dos componentes às densidades para essa cultivar.

Para a cultivar Ln 1607, não houve efeito significativo da densidade populacional nos componentes de produção avaliados com exceção do acamamento. O ano de produção (2018 e 2019) afetou significativamente altura de planta, número de sementes, índice de colheita, produtividade por planta e por área. Entretanto, houve efeito de interação entre densidade de plantas e ano de produção (2018 e 2019) para altura de planta, número de vagens por planta, número de sementes por planta, número de ramos por planta e produtividade por planta (Tabela 2).

Tabela 2. Resumo da análise de variância para a análise conjunta dos anos (2018 e 2019) acerca do efeito da densidade populacional nos componentes de produção em lentilha, cultivares Silvina e Ln 1607.

F.V.	F								
	AP	AIPV	NV	NS	NR	IC	PA	PP	Acm
Silvina									
Densidade (D)	1,53 ^{Ns}	33,26 ^{**}	22,21 [*]	28,24 [*]	24,71 [*]	1,38 ^{Ns}	1,14 ^{Ns}	22,17 [*]	11,00 ^{**}
Ano (A)	1,84 ^{Ns}	63,79 ^{**}	4,71 ^{Ns}	15,27 [*]	38,72 ^{**}	0,58 ^{Ns}	4,07 ^{Ns}	9,50 ^{Ns}	-----
D X A	1,50 ^{Ns}	0,31 ^{Ns}	0,71 ^{Ns}	0,77 ^{Ns}	0,72 ^{Ns}	1,59 ^{Ns}	0,85 ^{Ns}	0,31 ^{Ns}	-----
Ln 1607									
Densidade (D)	0,36 ^{Ns}	0,60 ^{Ns}	2,23 ^{Ns}	1,71 ^{Ns}	2,68 ^{Ns}	0,60 ^{Ns}	0,31 ^{Ns}	1,72 ^{Ns}	14,65 ^{**}
Ano (A)	42,28 ^{**}	7,20 ^{Ns}	5,92 ^{Ns}	10,26 [*]	6,47 ^{Ns}	58,43 ^{**}	64,28 ^{**}	10,42 [*]	-----
D X A	3,27 [*]	2,51 ^{Ns}	11,30 ^{**}	16,33 ^{**}	7,49 ^{**}	1,42 ^{Ns}	2,21 ^{Ns}	10,68 ^{**}	-----

Onde: AP= altura de planta, AIPV= altura da inserção da primeira vagem, NV= número de vagens, NS= número de sementes, NR= número de ramos, IC= Índice de colheita, PA= Produtividade por área, PP= produtividade por planta Acm= Acamamento. Ns=não significativo, **significativo a 1%. *significativo a 5% pelo teste F.

As temperaturas mínimas e máximas durante o ciclo da cultura foram registradas nos dois anos de cultivo (Figura 1). As datas de semeadura, florescimento e colheita foram identificadas no gráfico pelo uso de setas numeradas.

O tempo entre a semeadura e o florescimento foi de 46 dias em ambos anos para a cultivar Silvina. Para a cultivar Ln 1607, o tempo entre a semeadura e o florescimento foi de 63 dias em 2018 e de 58 dias em 2019. O ciclo total da cultivar Silvina foi de 90 dias em 2018 e de 85 dias em 2019, o ciclo da cultivar Ln1607 foi de 111 dias em 2018 e de 115 dias em 2019.

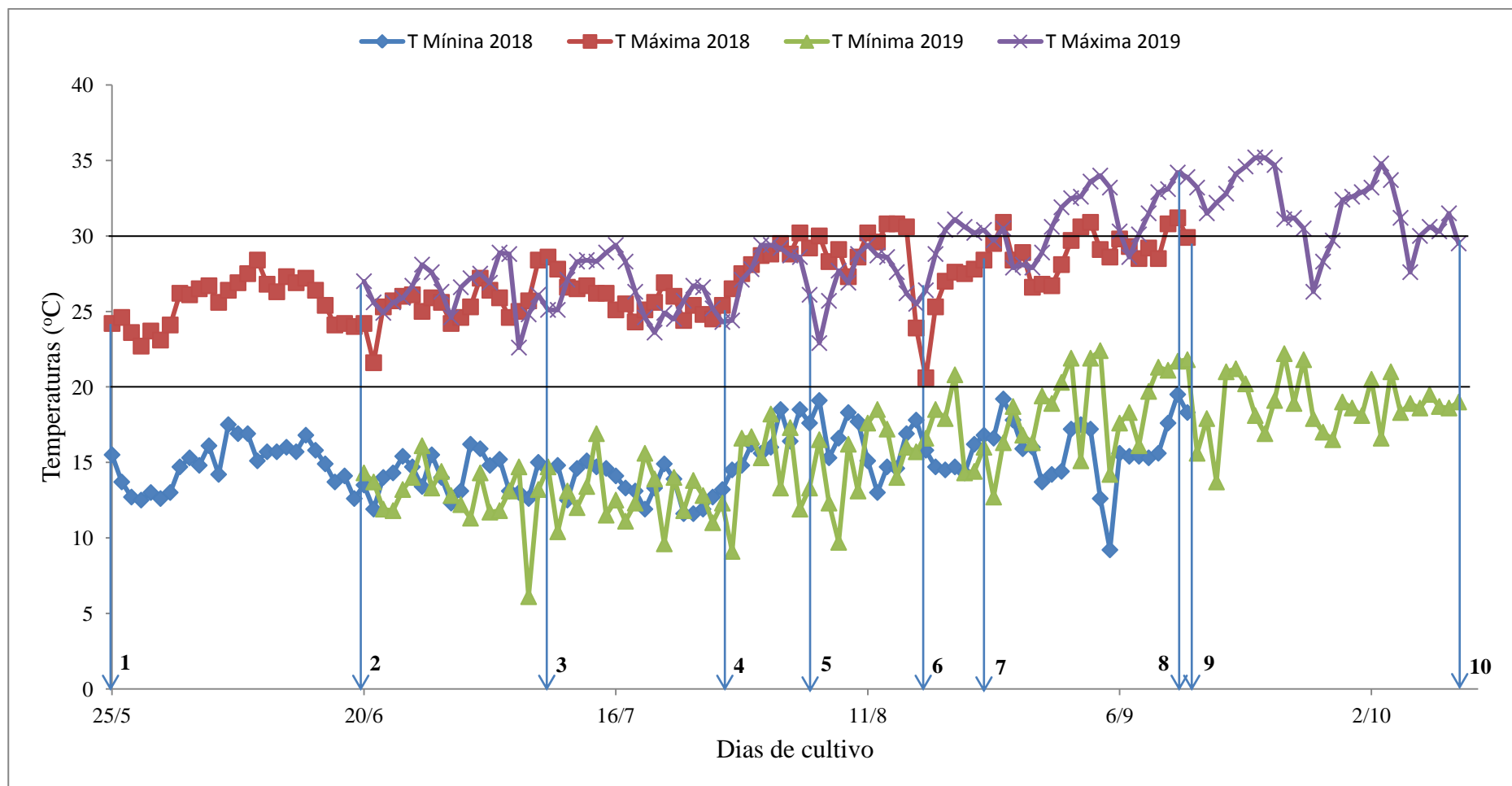


Figura 1. Temperaturas (°C) máximas e mínimas diárias durante o ciclo dos experimentos em 2018 e 2019. Onde: 1- Semeadura das cultivares (2018); 2- Semeadura das cultivares (2019); 3- Início do florescimento das plantas da cultivar Silvina (2018); 4 - Início do florescimento das plantas da cultivar Ln 1607 (2018); 5 - Início do florescimento das plantas da cultivar Silvina (2019); 6- Início do florescimento das plantas da cultivar Ln 1607 (2019); 7- Colheita das sementes da cultivar Silvina (2018); 8- Colheita das sementes da cultivar Silvina (2019); 9- Colheita das sementes da cultivar Ln 1607 (2018); 10- Colheita das sementes da cultivar Ln 1607 (2019).

O encurtamento do ciclo da cultivar Silvina e a antecipação do florescimento na Ln 1607 no ano de 2019, comparado a 2018, ocorreram, provavelmente, devido a temperaturas mais elevadas na fase reprodutiva em 2019. A presença de chuvas (20 mm) nos últimos dez dias prévios à colheita da cultivar Ln 1607 em 2019 ocasionou atraso na data de colheita.

A cultura da lentilha é altamente sensível a temperaturas elevadas, apresentando perdas de rendimento de aproximadamente 50% quando as médias diurnas/noturnas após o florescimento excedem a 30 °C/20 °C (SEHGAL *et al.*, 2017). Durante o ano de 2019, as temperaturas máximas e mínimas foram superiores a 30 °C e 20 °C, respectivamente, durante vários dias do período reprodutivo das cultivares, em especial a cultivar mais tardia, Ln 1607.

Essa condição afeta ainda outros componentes da produção, tais como: altura de plantas, número de vagens e massa de semente por planta (SUMMERFIELD *et al.*, 1989). O estresse por temperatura ajuda a explicar as diferenças observadas entre os anos de cultivo nos componentes de rendimento, avaliados na cultivar Ln 1607. Devido a essa interferência os caracteres: altura de planta, número de vagens, número de ramos, número de sementes, produção por planta, germinação e vigor, não foram avaliados de forma conjunta, sendo os resultados expressos pelos gráficos dessa cultivar referentes apenas ao experimento do ano de 2018.

5.1.1 Altura de planta

Dependendo do genótipo e das condições de crescimento, a altura de planta em lentilha pode variar de 15 a 75 cm (SAXENA, 2009). A altura de planta está geralmente associada à produtividade. Tullu *et al.* (2001), avaliando 287 acessos e 15 cultivares de lentilha, observaram correlação positiva significativa entre a altura de planta e as variáveis biomassa total e produção de sementes.

Nos experimentos realizados no presente trabalho com ambas a cultivar Silvina, não foi observado o efeito da densidade populacional na altura das plantas (Figura 2A). Na cultivar Ln 1607, no primeiro ano de experimento, houve diferença na altura de plantas, sendo a maior média obtida na densidade de 160 plantas.m⁻². Mandi *et al.* (2017) não observaram diferenças significativas quanto à altura de planta em estudo com lentilha em quatro densidades, de 50 a 80 kg.ha⁻¹, em consórcio com arroz. Por outro lado, outros trabalhos relatam efeito significativo do adensamento na altura de plantas de lentilha. Ouji *et al.* (2016) constataram a ocorrência de plantas mais altas em plantio mais adensado, efeito contrário ao observado por Turk *et al.* (2003), que verificaram que o adensamento de plantas resultou em plantas mais baixas.

A altura das plantas na cultivar Silvina não variou entre os anos, sendo a média de 26 cm. Por outro lado, a altura das plantas da cultivar Ln 1607 foi de 43 cm em 2018 e de 29 cm em 2019.

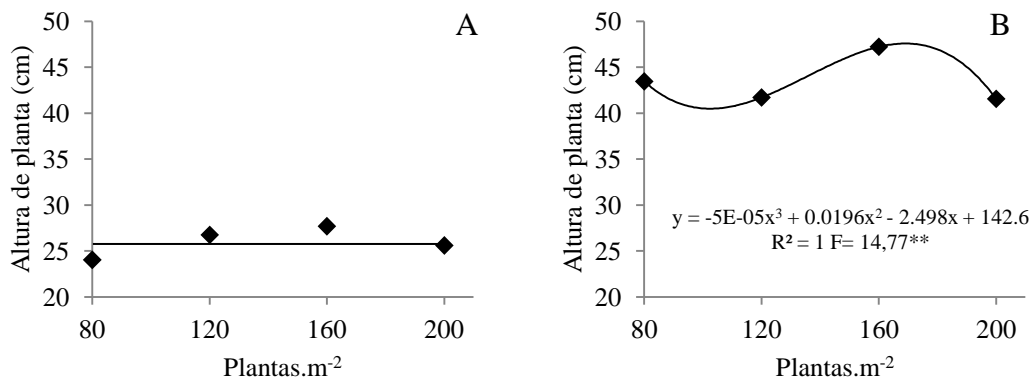


Figura 2. Efeito da densidade populacional em lentilha na altura de planta. Cultivar Silvina (A), médias de dois ensaios nos anos de 2018 e 2019, e cultivar Ln 1607 (B), ensaio de 2018. Brasília-DF, Brasil.

Como discutido ao tratar das variações na temperatura entre os anos de cultivo, o desenvolvimento da lentilha é limitado por altas temperaturas, este fator foi determinante na diferença observada na variável altura de planta entre os anos de cultivo da cultivar Ln 1607, dado que esta ficou exposta a condições estressantes por mais tempo.

5.1.2 Altura da inserção da primeira vagem

A densidade populacional afetou a altura de inserção da primeira vagem para a cultivar Silvina, onde, a altura de inserção aumentou com a densidade de plantas até 160 plantas.m⁻², decaindo a partir daí (figura 3A). A menor densidade populacional avaliada (80 plantas.m⁻²), apresentou média para altura de inserção de primeira vagem próxima a 15 cm.

Não houve diferença significativa entre as densidades estudadas para altura da inserção da primeira vagem na cultivar Ln 1607, sendo que a densidade de 80 plantas.m⁻² resultou na menor média, com 16 cm (Figura 3B).

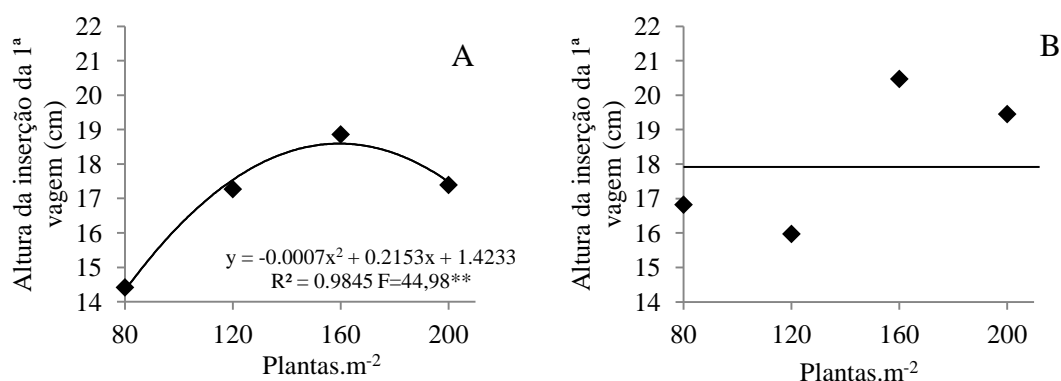


Figura 3. Efeito da densidade populacional em lentilha na altura de inserção da primeira vagem. Cultivar Silvina (A), médias de dois ensaios nos anos de 2018 e 2019, e cultivar Ln 1607 (B), ensaio de 2018. Brasília-DF, Brasil.

A altura da inserção da primeira vagem é uma característica que merece atenção quando se trata de colheita mecanizada. Diekmann e Al-Saleh (2009) descrevem entre as pré-condições para a colheita mecanizada em lentilha a altura mínima da vagem mais baixa a 10 cm acima da superfície do solo. Tanto a cultivar Silvina como a Ln 1607 atenderam a essa condição, indicando serem adequadas para a colheita mecanizada nas condições do Cerrado, uma vez que a altura mínima da primeira vagem foi de cerca de 15 cm em ambas cultivares.

Visto que o principal impacto da altura da inserção da primeira vagem está na colheita mecanizada e que todas as densidades estudadas apresentaram alturas não limitantes para esse tipo de operação, a escolha da densidade de plantas ideal em lentilha não será definida de acordo com esse parâmetro.

5.1.3 Número de ramos por planta

O número de ramos decresceu conforme o adensamento de plantas das cultivares (Figura 4 A e 4 B), sendo o maior número de ramos na densidade de 80 plantas.m⁻². A redução do número de ramos causada pelo adensamento do plantio foi observada em outros trabalhos (NEZAMUDDIN, 1970; SINGH *et al.*, 1992; TURK *et al.*, 2003).

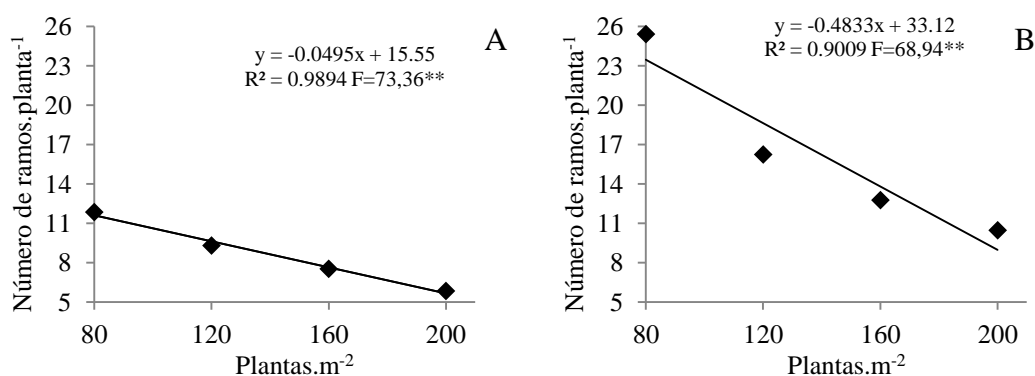


Figura 4. Efeito da densidade populacional em lentilha no número de ramos por planta. Cultivar Silvina (A), médias de dois ensaios nos anos de 2018 e 2019, e cultivar Ln 1607 (B), ensaio de 2018. Brasília-DF, Brasil.

A redução na competição em densidades populacionais menores permite que a planta de lentilha utilize melhor a disponibilidade de luz, sendo esse efeito traduzido em maior produção de ramos nas menores densidades avaliadas neste estudo.

Alta eficiência na utilização dos recursos é uma vantagem na produção de plantas, portanto, considerando a variável número de ramos por planta, a densidade indicada é a de 80 plantas.m⁻² para as duas cultivares.

5.1.4 Número de vagens por planta

No presente trabalho, a densidade populacional afetou a quantidade de vagens por planta. A produção de vagens por planta decresceu em ambas cultivares conforme o adensamento de plantas (figura 5A e 5B).

Moosavi *et al.* (2014) também observaram esse comportamento no estudo de densidades de plantas de 18 a 74 plantas.m⁻² com a cultivar Sistan.

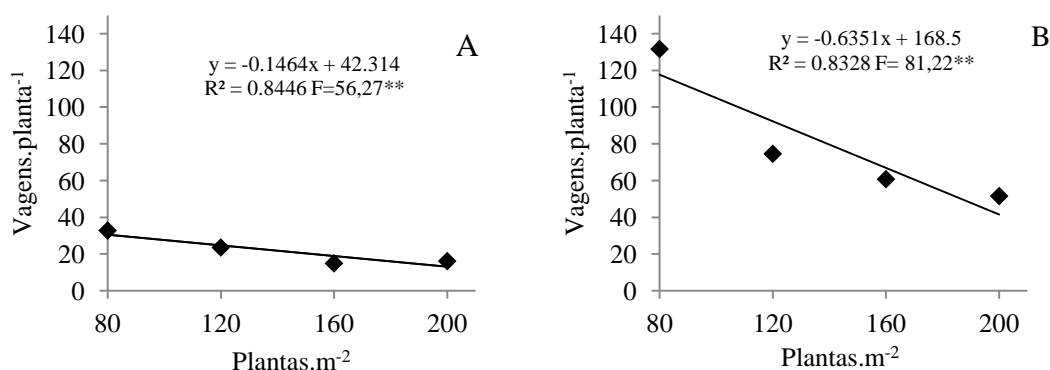


Figura 5. Efeito da densidade populacional em lentilha no número de vagens por planta. Cultivar Silvina (A), médias de dois ensaios nos anos de 2018 e 2019, e cultivar Ln 1607 (B), ensaio de 2018. Brasília-DF, Brasil.

O ponto de máximo em ambas as cultivares encontra-se na densidade de 80 plantas.m⁻² indicando maior eficiência dessa densidade populacional na produção de vagens por planta. Visando melhor eficiência no aproveitamento dos recursos, recomenda-se 80 plantas.m⁻² como densidade populacional considerando esse parâmetro isoladamente.

5.1.5 Número de sementes por planta

A produção de sementes por planta, assim como a produção de vagens, foi afetada pela densidade populacional. O aumento da densidade populacional de 80 plantas.m⁻² para 200 plantas.m⁻² acarretou redução na produtividade de sementes por planta (Figura 6A e 6B).

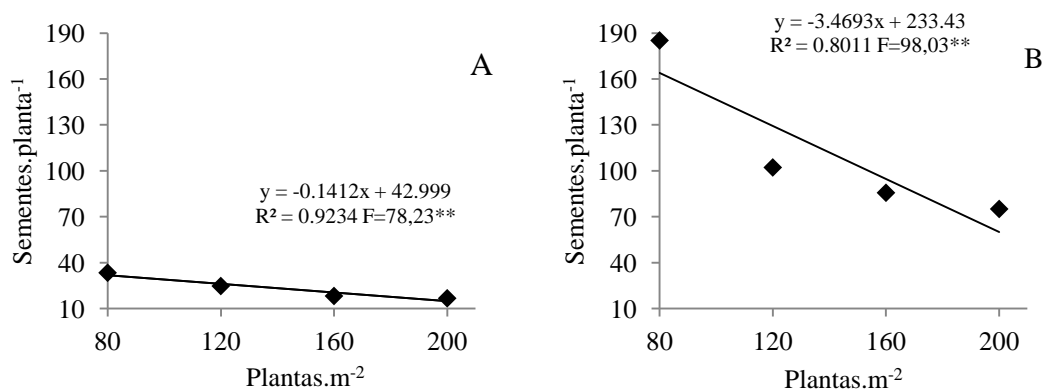


Figura 6. Efeito da densidade populacional em lentilha no número de sementes por planta. Cultivar Silvina (A), médias de dois ensaios nos anos de 2018 e 2019, e cultivar Ln 1607 (B), ensaio de 2018. Brasília-DF, Brasil.

Semelhantemente ao número de ramos e vagens por planta, o número de sementes por planta também apresenta maior eficiência na utilização dos recursos na densidade de 80 plantas.m⁻², sendo mais uma vez a densidade de plantas recomendada.

5.1.6 Índice de colheita

O índice de colheita (IC) é a relação entre a massa das sementes e a massa total da matéria seca da parte aérea da planta. Em lentilha, o IC decresce quando há atraso na semeadura em regiões que resultem em baixa disponibilidade de água após o florescimento (SIDDIQUE *et al.*, 1998) ou quando ocorre exposição a altas temperaturas. Bhandari *et al.* (2016) observaram reduções significativas no índice de colheita com temperaturas máximas de 33 °C, resultando em até 28% de redução no índice de colheita; em temperaturas máximas de 38 °C essa redução foi de até 59% no índice.

No presente trabalho, não houve diferença significativa no IC entre anos para a cultivar Silvina, sendo 0,52 no primeiro ano e 0,50 no segundo ano. Para a cultivar Ln 1607, os índices de colheita foram de 0,46 em 2018 e de 0,29 em 2019, havendo diferença significativa entre anos. Essa diferença só ocorreu na cultivar Ln 1607 por ela ser mais tardia e, portanto ficar mais exposta a temperaturas elevadas no estágio reprodutivo. A cultivar Silvina, apesar de ter ficado exposta a temperaturas elevadas no final do ciclo, não teve seu IC afetado devido ao estresse ter ocorrido bem próximo à colheita.

Não houve efeito das densidades populacionais avaliadas no índice de colheita de ambas cultivares de lentilha (Figura 7A e 7B). Mesmo resultado foi observado por Baird *et al.* (2009), em pesquisa com cinco densidades variando entre 15 e 375 plantas.m⁻², obtendo média de 0,42.

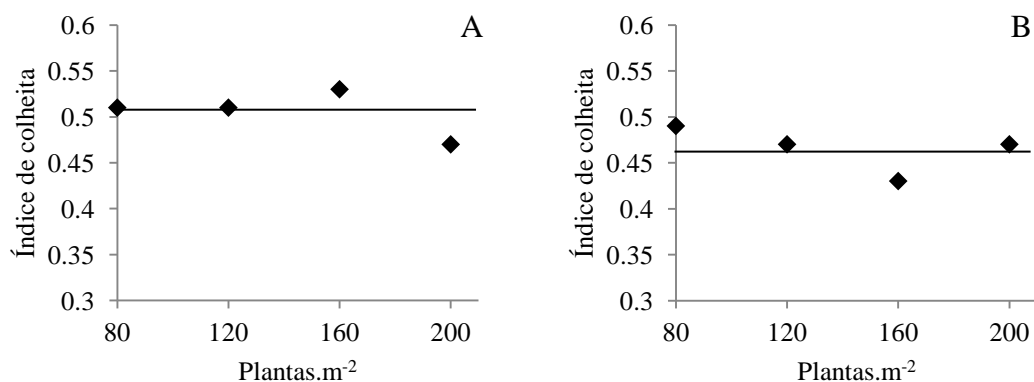


Figura 7. Efeito da densidade populacional em lentilha no índice de colheita. Cultivar Silvina (A), médias de dois ensaios nos anos de 2018 e 2019, e cultivar Ln 1607 (B), ensaio de 2018. Brasília-DF, Brasil.

Como o índice de colheita não foi influenciado pelas diferentes densidades de semeadura em lentilha, a densidade de plantas ideal não pode ser escolhida com base nos resultados obtidos para esse parâmetro.

5.1.7 Acamamento

O acamamento é outro fator importante quando se trata de colheita mecanizada. Ainda que a altura da inserção da primeira vagem seja, a princípio, superior ao que é requerido, caso haja acamamento, várias vagens poderão ficar abaixo da área de colheita, resultando em perdas expressivas no rendimento da cultura.

No primeiro ano de experimento, foi observado o efeito do acamamento em ambas cultivares sendo os menores índices, que indicam menor acamamento, observados nas menores densidades de plantas (Figura 8A e 8B).

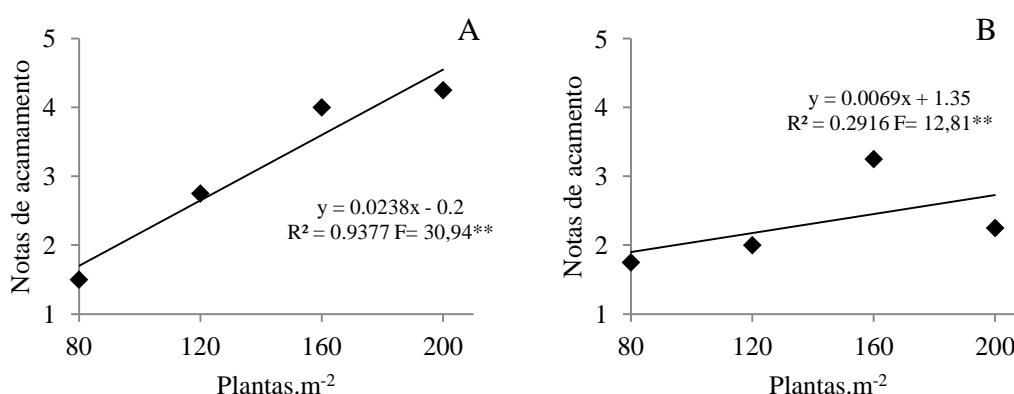


Figura 8. Efeito da densidade populacional em lentilha, cultivar Silvina (A) e cultivar Ln 1607 (B), no acamamento. Dados do ensaio de 2018. Brasília-DF, Brasil.

As notas de acamamento no segundo ano foram 1 para todas as cultivares e densidades, não havendo, portanto, acamamento no segundo ano.

Considerando o parâmetro acamamento, a densidade indicada é a de 80 plantas.m⁻².

5.1.8 Produtividade por planta

A variável produtividade por planta (Figura 9A e 9B) decresceu conforme o aumento da densidade populacional, confirmando que, nessa espécie, quanto maior o número de plantas por área menor a produção por planta.

O efeito do aumento da densidade sobre a redução da produção individual de plantas em lentilhas também foi relatado por Abdel-Rahman *et al.* (2002), em trabalho no norte da Jordania com uma cultivar local, em experimento com duas densidades de semeadura (65 e 85 kg.ha⁻¹) em condições de semi árido.

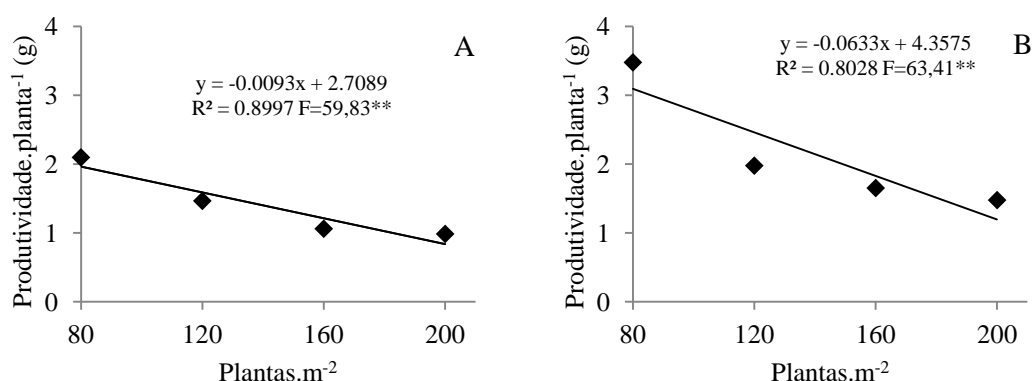


Figura 9. Efeito da densidade populacional em lentilha na produtividade por planta. Cultivar Silvina (A), médias de dois ensaios nos anos de 2018 e 2019, e cultivar Ln 1607 (B), ensaio de 2018. Brasília-DF, Brasil.

5.1.9 Produtividade por área

Não houve diferença na produtividade por área entre os níveis de densidade das cultivares avaliadas (Figura 10A e 10B). Esses resultados são semelhantes ao que foi encontrado por Ali-Khan & Kiehn (1989), que concluíram que em três anos a variação dos níveis de adensamento não resultou em diferença significativa na produtividade da lentilha.

A cultivar Silvina não apresentou diferenças significativas no rendimento entre os experimentos, sendo produzidos $1723 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ e $1457 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ em 2018 e 2019 respectivamente.

A cultivar Ln 1607 diferiu quanto aos anos de experimento sendo $2073 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ e $928 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ em 2018 e 2019 respectivamente. Como discutido anteriormente essa diferença se deu devido às temperaturas estressantes que ocorreram no estágio reprodutivo dessa cultivar no segundo ano.

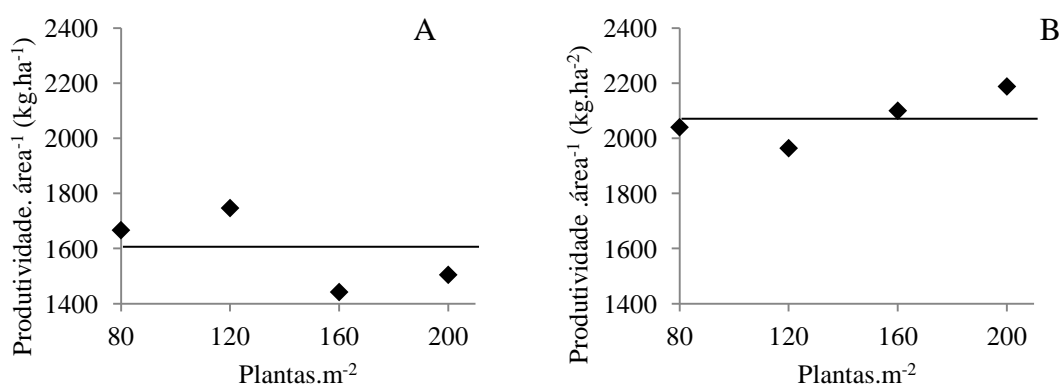


Figura 10. Efeito da densidade populacional em lentilha na produtividade por área. Cultivar Silvina (A), médias de dois ensaios nos anos de 2018 e 2019, e cultivar Ln 1607 (B), ensaio de 2018. Brasília-DF, Brasil.

Neste cenário, onde não ocorreram diferenças na produtividade por área, uma leitura conjunta das respostas individuais dos parâmetros agrônômicos é fundamental para a adoção de uma densidade de plantas ideal para produção de lentilha.

5.2 Qualidade fisiológica das sementes

O efeito da densidade de plantas não foi significativo na qualidade fisiológica em sementes de lentilha. Houve diferença significativa entre os anos de cultivos para ambas as cultivares. Não foi observado efeito de interação nos componentes de qualidade fisiológica avaliados (Tabela 3).

Tabela 3. Resumo da análise de variância para a análise conjunta dos anos (2018 e 2019) acerca do efeito da densidade populacional no vigor e na germinação de sementes de lentilha, cultivares Silvina e Ln 1607.

F.V.	F			
	Vig	Gm	Vig	Gm
	Silvina		Ln 1607	
Densidade (D)	8,29 ^{Ns}	2,18 ^{Ns}	1,45 ^{Ns}	1,40 ^{Ns}
Ano (A)	109,67**	11,42*	103,04**	54,32**
Interação (DxA)	0,41 ^{Ns}	1,11 ^{Ns}	0,91 ^{Ns}	1,13 ^{Ns}

O efeito observado entre os anos pode ter sido causado pelo atraso na semeadura em 2019 em que as temperaturas no final do ciclo foram mais elevadas comparadas com o cultivo em 2018.

5.2.1 Germinação

Não foi observada influência significativa na germinação em função da densidade de plantas, em ambas as cultivares (Figura 11A e 11B).

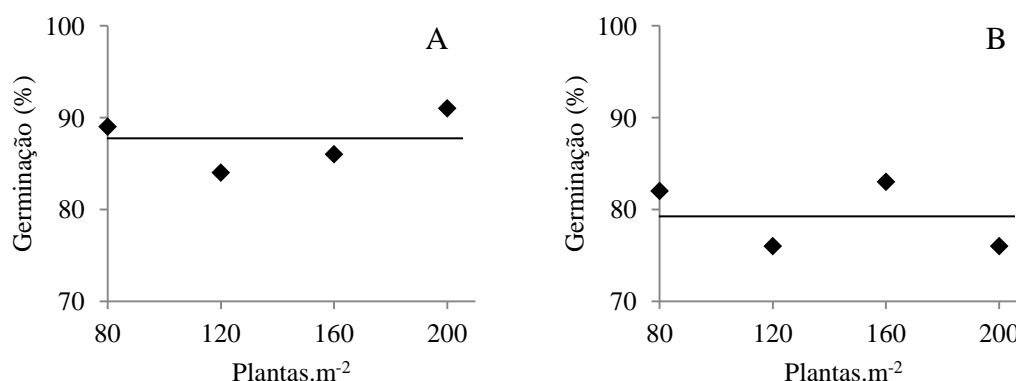


Figura 11. Efeito da densidade populacional em lentilha, cultivar Silvina (A) e cultivar Ln 1607 (B), na germinação de sementes. Médias de dois ensaios nos anos de 2018 e 2019. Brasília-DF, Brasil.

Houve diferença significativa na taxa de germinação entre anos em ambas cultivares. Em 2018, taxa de germinação na cultivar Ln 1607 foi de 93%; em 2019, foi de 67%. Na cultivar Silvina, a germinação foi de 91% e 84% em 2018 e 2019, respectivamente.

Temperaturas elevadas no período de enchimento de vagem interferem na qualidade de sementes de lentilha (SITA *et al.*, 2018), sendo essa a possível causa para a diferença na qualidade entre anos.

Tendo em vista que não foram observadas diferenças entre as densidades de plantio sobre a taxa de germinação das sementes de lentilha, esse parâmetro não ajuda a escolher uma densidade de plantas ideal.

5.2.2 Vigor

Não foi observada influência significativa no vigor conforme a alteração da densidade de plantas em ambas as cultivares (Figura 12A e 12B).

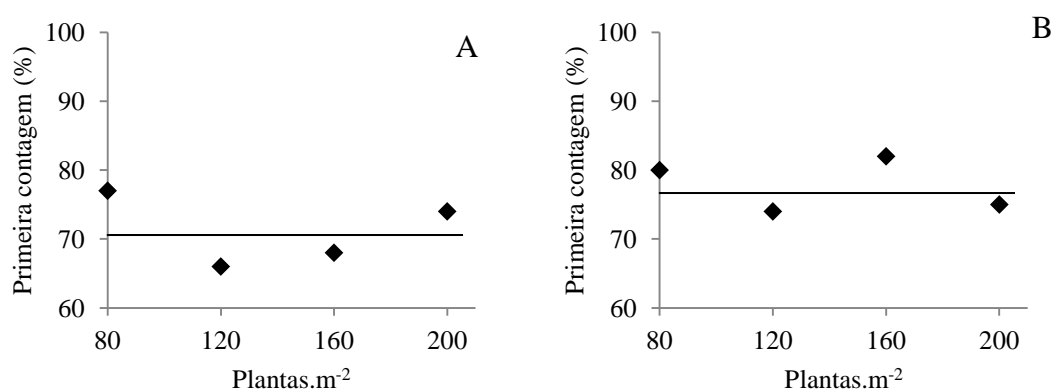


Figura 12. Efeito da densidade populacional em lentilha, cultivar Silvina (A) e cultivar Ln 1607 (B), no vigor, avaliado pela primeira contagem do teste de germinação. Médias de dois ensaios nos anos de 2018 e 2019. Brasília-DF, Brasil.

Assim como na germinação, houve diferença significativa no vigor entre os anos em ambas cultivares. A primeira contagem foi de 92% em 2018 e de 63% em 2019 na cultivar Ln 1607. Na cultivar Silvina a primeira contagem foi de 81% e 62% em 2018 e 2019 respectivamente.

5.3 Análise comparativa dos componentes de rendimento entre cultivares de lentilha em condições de Cerrado.

As médias dos componentes de produção foram utilizadas para comparação das cultivares, evidenciando as diferenças entre os grupos de lentilha macrosperma e microsperma, representados pelas cultivares Silvina e Ln 1607, respectivamente (Tabela 4).

Para uma comparação adequada, foram utilizados apenas os dados do primeiro ano de cultivo, onde não houve efeito de temperaturas estressantes.

Tabela 4. Componentes de produção avaliados nas cultivares de lentilha (*Lens culinaris* Medik.) e suas médias obtidas no ano de 2018.

Componentes de Produção	Silvina	Ln 1607
Altura de planta	23-29 cm	41-47 cm
Inserção da primeira vagem	15-20 cm	16-21 cm
Número de vagens	15-36 un	52-131 un
Número de sementes	21-37 un	75-185 un
Número de Ramos	7-14 un	10-25 un
Massa de 1000 sementes	59-61 g	19-20 g
Rendimento por planta	1.2-2.4 g	1.4-3.4 g

O tipo macrosperma apresenta menores valores dos componentes de rendimento, comparados ao tipo microsperma, sendo superior apenas na massa de 1000 sementes. Apesar de todas as diferenças observadas, a superioridade na massa de sementes da cultivar do tipo macrosperma permite que, mesmo esta apresentando uma estrutura de planta menor, alcance rendimento individual semelhante ao da cultivar do tipo microsperma.

5.4 Discussão Geral

Neste trabalho, foi possível verificar a capacidade da lentilha de compensar a redução do número de plantas com o aumento do potencial produtivo individual, evidenciado pelas características agronômicas avaliadas. Siddique *et al.* (1998), avaliando diferentes níveis de densidade de cultivo de lentilha em seis locais em três diferentes anos, determinaram pontos de máxima eficiência econômica em relação à densidade, variando de 96 a 223 plantas.m⁻².

Brand *et al.* (2003), em estudo com as densidades de 60, 90, 120, 150 e 250 plantas.m⁻², em três locais, em geral não verificaram diferenças quanto à produtividade. Quando houve diferença, as menores médias foram observadas nas densidades de 60 e 250 plantas.m⁻².

Considerando os parâmetros que diferiram significativamente quanto às densidades de plantas avaliadas, todos eles apresentam o ponto máximo em 80 plantas.m⁻². Além disso, o custo de semeadura da menor densidade é o mais baixo e as perdas na colheita são menores por baixo índice de acamamento. Em condições em que o controle de plantas daninhas é eficiente, a densidade de plantas recomendada é de 80 plantas.m⁻². Entretanto, novos trabalhos devem ser realizados em ambientes com situações de alta pressão de plantas daninhas. Nestes casos, é possível que maiores densidades sejam mais efetivas.

6. CONCLUSÕES

Os níveis de densidade populacional variando de 80 plantas.m⁻² a 200 plantas.m⁻² afetam o desempenho agrônômico de lentilha, causando mudanças significativas na produtividade por planta, no índice de acamamento e no número de vagens, sementes e ramos por planta.

A qualidade fisiológica das sementes de lentilha não é afetada pela densidade de plantas com níveis variando entre 80 e 200 plantas.m⁻².

Em áreas do Cerrado que apresentem baixa pressão de plantas daninhas ou efetivo controle destas, a densidade populacional de 80 plantas.m⁻² é a indicada, pois, resulta em melhor eficiência da planta no uso dos recursos, apresenta baixo índice de acamamento e requer menor número de sementes, reduzindo o custo de produção.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDEL-RAHMAN, M. M.; TAWAHA, M.; TURK, A. Effect of dates and rates of sowing on yield and yield components of lentil (*Lens culinaris* Medik.) under semi-arid conditions. **Pakistan Journal of Biological Sciences**, v. 5, n. 5, p. 531-532, 2002. doi: 10.3923/pjbs.2002.531.532
- AGROLINK. Cotações. 2019. Disponível em: <https://www.agrolink.com.br/cotacoes>. Acesso em: 20/01/2020.
- ALI-KHAN, S. T.; KIEHN, F. A. Effect of date and rate of seeding, row spacing and fertilization on lentil. **Canadian Journal of Plant Science**, v. 69, n. 2, p. 377-381, 1989. <https://doi.org/10.4141/cjps89-049>
- ANON. Seeding rate. In 'Grain Legume Handbook'. (Eds J. Lamb and A. Poddar.) pp. 3–11. 1992.
- BAILEY, K. L.; GOSSEN, B. D.; DERKSEN, D. A.; WATSON, P. R. Impact of agronomic practices and environment on diseases of wheat and lentil in southeastern Saskatchewan. **Canadian Journal of Plant Science**, 80(4), 917-927, 2000.
- BAIRD, J. M.; SHIRTLIFFE, S.J.; WALLEY, F.L. Optimal seeding rate for organic production of lentil in the northern Great Plains. **Canadian journal of plant science**, v. 89, n. 6, p. 1089-1097, 2009. <https://doi.org/10.4141/CJPS08226>
- BALL, D. A.; OGG, A.G.; CHEVALIER, P.M. The influence of seeding rate on weed control in small-red lentil (*Lens culinaris*). **Weed Science**, v. 45, n. 2, p. 296-300, 1997. <https://doi.org/10.1017/S0043174500092869>
- BARBOSA, J. C.; MALDONADO, JUNIOR, W. AgroEstat - sistema para análises estatísticas de ensaios agronômicos. Jaboticabal: FCAV/UNESP. 396p. 2015.
- BARULINA, H. Lentils of the USSR and other countries. **Bulletin of Applied Botany, Genetics and Plant Breeding**. v. 40, p. 265-304, 1930.
- BAYAA, B.; ERSKINE, W. Diseases of lentil. In: The pathology of food and pasture legumes; Allen, D.J.; Lenné, J.M. (eds). CAB International, Wallingford, Oxon, UK, pp. 423-472, 1998.
- BHANDARI, K., SIDDIQUE, K. H., TURNER, N. C., KAUR, J., SINGH, S., AGRAWAL, S. K., & NAYYAR, H. Heat stress at reproductive stage disrupts leaf carbohydrate metabolism, impairs reproductive function, and severely reduces seed yield in lentil. **Journal of Crop Improvement**, 30(2), 118-151. 2016.
- BISHAW, Z.; NIANE, A. A.; GAN, Y. Quality seed production. In: Lentil. **Springer**, Dordrecht. p. 349-383, 2007. <https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6313-8>
- BISHAW, Z.; MAKKAWI, M.; AZIZ NIANI, A. Seed Quality and Alternative Seed Delivery Systems. In: **The lentil: Botany, production and uses**; Erskine W.; Muehlbauer F.J.; Sarker A.; Sharma B. (eds). CABI Press, Wallingford (UK). pp. 350-367, 2009.
- BOERBOOM, C.M.; YOUNG, F. L. Effect of postplant tillage and crop density on broadleaf weed control in dry pea (*Pisum sativum*) and lentil (*Lens culinaris*). **Weed Technology**, v. 9, n. 1, p. 99-106, 1995. <https://doi.org/10.1017/S0890037X00023022>

BRAND, J., ARMSTRONG, R., MATERNE, M., & ANTONOFF, G. The response of lentil cultivars to sowing date and plant density in the southern Mallee of Victoria. **Emergence**, 283(2.35), 260, 2003.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes**. 2009.

CARVALHO, A.M.X.; MENDES, F.Q. Speed stat: spreadsheet programa para estatística experimental e descritiva. 2017. Disponível em: < <https://speedstatsoftware.wordpress.com/>>. Acesso em: 2 de abril 2018.

CBI. Exporting dried lentils grains to Europe, 2019. Disponível em: <https://www.cbi.eu/market-information/grains-pulses/lentils-grains/europe/>. Acesso em: 15/01/2020.

COMEX STAT. Exportação e Importação Geral. 2020. Disponível em: <http://comexstat.mdic.gov.br/pt/geral>. Acesso em: 13/01/2020

DIEKMANN, J.; AL-SALEH, Y. Mechanization. In: **The lentil: Botany, production and uses**; Erskine W.; Muehlbauer F.J.; Sarker A.; Sharma B. (eds). CABI Press, Wallingford (UK). pp, p. 121-136, 2009.

DUKE, J. A. Handbook of legumes of world economic importance. **Plenum**, New York, p. 110-112, 1981. <https://doi.org/10.1007/978-1-4684-8151-8>

EMBRAPA. **Cultivares da Embrapa Hortaliças (1981-2013)**. Embrapa Hortaliças. - Brasília, DF. 182 p. 2014.

FAOSTAT. Crops, produção de lentilhas no mundo. 2020. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize>. Acesso em: 20/01/2020.

FERREIRA, C.M.; SANTOS, M.L. dos; BRAGA, M.J.; PELOSO, M.J. D. Aspectos econômicos. In: VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, J. de; BORÉM, A. (Ed). **Feijão**. 2. Ed. Viçosa: UFV, 600 p. 2006.

GIORDANO, L. de B.; PEREIRA, W.; LOPES, J. F. Cultivo da lentilha (*Lens culinaris* Medik). **EMBRAPA-CNPB. Instruções Técnicas do CNPHortaliças**, 1988.

GOVERNMENT OF SASKATCHEWAN. Lentils in Saskatchewan. 2017. Disponível em: <http://publications.gov.sk.ca/documents/20/86381-LentilsinSaskatchewan.pdf>. Acesso em: 15/01/2020

HARLAN, J. R. Crops and Man. American Society of Agronomy. **Crop Science Society of America**, Madison, Wisconsin, v. 16, n. 2, p. 63-262, 1992. doi:10.2135/1992.cropsandman.c10

HELBAEK, H. Domestication of food plants in the Old World. **Science**, v. 130, n. 3372, p. 365-372, 1959. <https://doi.org/10.1126/science.130.3372.365>

IBGE. Censo Agropecuário. Tabela 1618. 2019. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1618#resultado>. Acesso em: 20/01/2020.

JUNIOR, J., ABRAHÃO, E., MERTZ, L. M., HENNING, F. A., QUILÓN, I. R., MAIA, M. D. S., & ALTISENT, J. M. D. Changes in canola plant architecture and seed physiological quality in response to different sowing densities. **Revista Brasileira de Sementes**, 34(1), 14-20. 2012.

KHATUN, A.; KABIR, G.; BHUIYAN, M. A. H. Effect of harvesting stages on the seed quality of lentil (*Lens culinaris* L.) during storage. **Bangladesh Journal of Agricultural Research**, v. 34, n. 4, p. 565-576, 2009. <https://doi.org/10.3329/bjar.v34i4.5833>

LHUNGDIM J.; CHONGTHAM S.K.; KOIRENG R.J.; NEUPANE M.P. Seed Invigoration and Yield of Lentil (*Lens culinaris* Medikus) through Seed Priming Under Different Seeding Rates. **Environment & Ecology**. Apr;32(2):527-531, 2014.

LJUSTINA, M.; MIKIĆ, A. Archaeological evidence for the domestication of lentil (*Lens culinaris*) and its distribution in Europe. **Journal of Lentil Research**, v. 4, p. 26-29, 2010.

MANDI, S. K.; REJA, H.; KUNDU, M. K.; MAJI, S.; NATH, R.; SARKER, S.D.A. Agronomic management of lentil under relay cropping system. **Indian Journal of Agricultural Research**, 51(6), 536-542, 2017

MATERNE, M.; REDDY, A.A. Commercial cultivation and profitability. In: Yadav, S.S.; McNeil, D.L.; Stevenson, P.C. (Eds) Lentil: an Ancient Crop for Modern Times. **Springer**, Dordrecht, The Netherlands, PP. 173-186, 2007.

MATERNE, M.; SIDDIQUE, K.H.M. Agroecology and Crop Adaptation. In: **The lentil: Botany, production and uses**; Erskine W.; Muehlbauer F.J.; Sarker A.; Sharma B. (eds). CABI Press, Wallingford (UK). pp, p. 47-63, 2009.

MATIUR RAHMAN M.; SARKER, A.; KUMAR, S.; ALI, A.; YADAV, N.K.; LUTFOR RAHMAN, M. Breeding for Short Season Environments. In: **The lentil: Botany, production and uses**; Erskine W.; Muehlbauer F.J.; Sarker A.; Sharma B. (eds). CABI Press, Wallingford (UK). pp, p. 121-136, 2009.

MAUAD, M.; SILVA, T. L. B.; ALMEIDA, N.; ABREU, V. G. The influence of sowing density on agronomic characteristics of soybean crop. **Revista Agrarian**, v. 3, n. 9, p. 175-181, 2010.

MCDONALD, G. K.; HOLLAWAY, K. L.; MCMURRAY, L. Increasing plant density improves weed competition in lentil (*Lens culinaris*). **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v. 47, n. 1, p. 48-56, 2007. <https://doi.org/10.1071/EA05168>

MOOSAVI, S. G.; SEGHATOLESLAMI, M. J.; DELARAMI, Mohamad Reza. Effect of sowing date and plant density on yield and yield components of lentil (*Lens culinaris* cv. Sistan). **Annual Research & Review in Biology**, p. 296-305, 2014.

NEZAMUDDIN, S. MISCELLANEOUS, MASUR. In: KACHROO, P. (ed.) Pulse Crops of India. **Indian Council of Agricultural Research**, Krishi Bhawan, New Delhi, p. 306-313, 1970

OUIJI, A.; EL-BOK, S.; YOUSSEF, N. O. B.; ROUAISSI, M.; MOUELHI, M.; YOUNES, M. B.; KHARRAT, M. Impact of row spacing and seeding rate on yield components of lentil (*Lens culinaris* L.). **Journal of New Sciences**, 25, 2016

- PAOLINI, R.; COLLA, G.; SACCARDO, F.; CAMPIGLIA, E. The influence of crop plant density on the efficacy of mechanical and reduced-rate chemical weed control in lentil (*Lens culinaris* Medik.). **Italian Journal of Agronomy**, v. 7, n. 2, p. 85-94, 2003.
- RAHMAN, M. M.; MWAKANGWALE, M. G.; HAMPTON, J. G.; HILL, M. J. Plant density affects soybean seed quality. **Seed Science and Technology**, 33(2), 521-525, 2005.
- REDLICK, C.; SYROVY, L.D.; DUDDU, H.S.; BENARAGAMA, D.; JOHNSON, E.N.; WILLENBORG, C.J.; SHIRTLIFFE, S.J. Developing an Integrated Weed Management System for Herbicide-Resistant Weeds Using Lentil (*Lens culinaris*) as a Model Crop. **Weed Science**, v. 65, n. 6, p. 778-786, 2017. doi:10.1017/wsc.2017.47
- ROBERTS, E.H.; SUMMERFIELD, R.J.; MUEHLBAUER, F.J.; SHORT, R.W. Flowering in Lentil (*Lens culinaris* Medic.): The Duration of the Photoperiodic Inductive Phase as a Function of Accumulated Daylength above the Critical Photoperiod. **Annals of Botany**, v. 58, n. 2, p. 235-248, 1986. doi:10.1093/oxfordjournals.aob.a087201
- SAXENA, M. C. Plant morphology, anatomy and growth habit. In: **The lentil: Botany, production and uses**; Erskine W.; Muehlbauer F.J.; Sarker A.; Sharma B. (eds). CABI Press, Wallingford (UK). pp. p. 34-46, 2009. doi:10.1079/9781845934873.0034
- SCHNEIDER, A.V.C. Overview of the market and consumption of pulses in Europe. **British Journal of Nutrition**, v. 88, n. S3, p. 243-250, 2002. <https://doi.org/10.1079/BJN2002713>
- SEHGAL, A.; SITA, K.; KUMAR, J.; KUMAR, S.; SINGH, S.; SIDDIQUE, K. H.; NAYYAR, H. Effects of drought, heat and their interaction on the growth, yield and photosynthetic function of lentil (*Lens culinaris* Medikus) genotypes varying in heat and drought sensitivity. **Frontiers in plant science**, 8, 1776, 2017.
- SIDDIQUE, KHM.; LOSS, SP.; REGAN, KL.; PRITCHARD, DL. Adaptation of lentil (*Lens culinaris* Medik) to short season Mediterranean-type environments: response to sowing rates. **Australian Journal of Agricultural Research**, 49(7), 1057-1066, 1998. <https://doi.org/10.1071/A98006>
- SILIM, S. N.; SAXENA, M. C.; ERSKINE, W. Effect of sowing date on the growth and yield of lentil in a rainfed Mediterranean environment. **Experimental Agriculture**, v. 27, n. 2, p. 145-153, 1991. <https://doi.org/10.1017/S0014479700018809>
- SINGH, S. P.; SINGH, N. P.; PANDEY, R. K. Performance of faba bean varieties at different plant densities [*Vicia faba*]. **Faba Bean Information Service**, 1992.
- SITA, K.; SEHGAL, A.; BHANDARI, K.; KUMAR, J.; KUMAR, S.; SINGH, S.; NAYYAR, H. Impact of heat stress during seed filling on seed quality and seed yield in lentil (*Lens culinaris* Medikus) genotypes. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, 98(13), 5134-5141, 2018.
- SUMMERFIELD, R. J.; ROBERTS, E. H.; ERSKINE, W.; ELLIS, R. H. Effects of Temperature and Photoperiod on Flowering in Lentils (*Lens culinaris* Medic.). **Annals of Botany**, v. 56, n. 5, p. 659-671, 1985. doi:10.1093/oxfordjournals.aob.a087055
- SUMMERFIELD, R. J.; MUEHLBAUER, F. J.; SHORT, R. W. Controlled environments as an adjunct to field research on lentils (*Lens culinaris*). V. Cultivar responses to above-and

below-average temperatures during the reproductive period. **Experimental agriculture**, v. 25, n. 3, p. 327-341, 1989.

TULLU, A.; KUSMENOGLU, I.; MCPHEE, K. E.; MUEHLBAUER, F. J. Characterization of core collection of lentil germplasm for phenology, morphology, seed and straw yields. **Genetic Resources and Crop Evolution**, 48(2), 143-152, 2001.

TURK, M. A.; TAWAHA, A. M.; EL SHATNAWI, M. K. J. Response of lentil (*Lens culinaris* Medik) to plant density, sowing date, phosphorus fertilization and ethephon application in the absence of moisture stress. **Journal of agronomy and crop science**, v. 189, n. 1, p. 1-6, 2003. <https://doi.org/10.1046/j.1439-037X.2003.00002.x>

VARGHESE, N.; DOGRA, A.; SARKER, A.; HASSAN, A. A. The Lentil Economy in India In: Singh, M. **Lentils**, Academic Press. Cap. 9, p. 203-219, 2019. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813522-8.00009-1>

VAZQUEZ, G. H.; CARVALHO, N. M.; BORBA, M. M. Z. Redução na população de plantas sobre a produtividade e a qualidade fisiológica da semente de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, p. 1-11, 2008. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-31222008000200001>

VIEIRA, R. F.; Resende, M. A. V.; Vieira, C.; Ferreira, R. T. Épocas de plantio da lentilha precoce em quatro regiões de Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, n. 7, p. 1233-1240, 1999. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X1999000700016>

VIEIRA C & VIEIRA RF **Leguminosas graníferas**. Viçosa, Editora UFV. 206p, 2001.

VIEIRA, R. F. Potencialidade da cultura da lentilha em Coimbra, Minas Gerais. **Ceres**, v. 50, n. 291, 2015.

VIEIRA, R.F.; LIMA, R.C. Lentilha. In: **Hortaliças Leguminosas**. Grão-de-bico. Ed. NASCIMENTO, WMN, Brasília-EMBRAPA, p 121-148, 2016.

WEBER, C.R.; SHIBLES, R. M.; BYTH, D. E. Effect of Plant Population and Row Spacing on Soybean Development and Production . **Agronomy journal**, v. 58, n. 1, p. 99-102, 1966. [doi:10.2134/agronj1966.00021962005800010034x](https://doi.org/10.2134/agronj1966.00021962005800010034x)

ZOHARY, D. The wild progenitor and the place of origin of the cultivated lentil:*Lens culinaris* **Economic Botany**. v. 26, n. 4, p. 326-332, 1972. <https://doi.org/10.1007/BF02860702>