

Campus
Sudeste
UnU - Ipameri



Universidade
Estadual de Goiás



ESTADO
DE GOIÁS



Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal

PRODUÇÃO E QUALIDADE DE SEMENTES DE GENÓTIPOS DE LENTILHA EM FUNÇÃO DE LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO

NATHALYA VIEIRA ARRUDA

MESTRADO

**Ipameri-GO
2022**

NATHALYA VIEIRA ARRUDA

**PRODUÇÃO E QUALIDADE DE SEMENTES DE GENÓTIPOS DE
LENTILHA EM FUNÇÃO DE LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO**

Orientador: Prof. Dr. Warley Marcos Nascimento

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Goiás – UEG, Unidade Universitária de Ipameri como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal para obtenção do título de MESTRE.

Ipameri-GO

2022

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da UEG
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

AAR77 ARRUDA, NATHALYA VIEIRA
9p PRODUÇÃO E QUALIDADE DE SEMENTES DE LENTILHA (*Lens
culinaris* Medik) EM FUNÇÃO DE DIFERENTES LÂMINAS DE
IRRIGAÇÃO / NATHALYA VIEIRA ARRUDA; orientador WARLEY
MARCOS NASCIMENTO. -- IPAMERI, 2022.
31 p.

Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação
Mestrado Acadêmico em Produção Vegetal) -- Unidade de
Ipameri, Universidade Estadual de Goiás, 2022.

1. LENTILHA. 2. DEFICIT HIDRICO. 3. IRRIGAÇÃO. 4.
SEMENTES. I. NASCIMENTO, WARLEY MARCOS, orient. II.
Título.



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: “PRODUÇÃO E QUALIDADE DE SEMENTES DE GENÓTIPOS DE LENTILHA EM FUNÇÃO DE LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO”

AUTOR(A): Nathalya Vieira Arruda

ORIENTADOR(A): Warley Marcos Nascimento

Aprovado(a) como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE(A) EM PRODUÇÃO VEGETAL, pela comissão Examinadora:

Prof. Dr. Nei Peixoto

Universidade Estadual de Goiás/Unidade Universitária Ipameri-GO

Prof. Dr. Warley Marcos Nascimento (Orientador)

Universidade Estadual de Goiás/Unidade Universitária Ipameri-GO

Prof.ª Dr.ª Patrícia Pereira da Silva

Universidade de Brasília - DF

Registro de Declaração

Número: 166

Livro: R-01 Folhas: 03 A

Data: 30/05/2022

Data da realização: 30 de maio de 2022

Dedico este trabalho ao meu avô João Arruda (*in memoriam*), que lá do céu, junto a Deus, olha por mim!

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a DEUS, Nossa Senhora e Divino Pai Eterno, meus alicerces de fé e devoção. A quem entreguei meus dias difíceis e confiei na melhora, pois sabia que ela viria!

Às minhas avós Edilamar Arruda e Aparecida Vieira, fontes de um amor que não envelhece e de uma sabedoria que jamais acaba. Em especial, a minha avó Edilamar que nunca mediu esforços para me ver crescer. Obrigada Vó, sem a senhora este capítulo da minha vida estaria em branco.

Aos meus pais, Whender Arruda e Carla Vieira. Obrigada pai pelo amor, pela dedicação, pelo zelo, e sobretudo pelos mais belos valores da vida. De uma coisa eu sei: nunca estivemos distantes um do outro!

Aos meus tios Luciano e Marcos Geovani, a vida certamente seria sem graça sem tantos bons momentos que compartilham comigo.

Ao meu parceiro de vida, melhor amigo e incentivador, meu namorado Roger Daameche.

As minhas amigas, Renata, Débora, Andréia e Julianne por compartilharem as risadas e dividirem os choros comigo durante esses anos. Amigas para a eternidade!!!!

Ao meu orientador Warley Nascimento e coorientador Marcos Braga por todo o apoio durante essa pandemia tão difícil que vivemos, só com tanto apoio e paciência foi possível a concretização dessa etapa da minha vida.

À Embrapa Hortaliças, com todo o suporte dos profissionais e sobretudo dos amigos de alojamento, que contribuiram do início ao fim para a realização deste trabalho. Obrigada Xepa!

Ao PPGPV pela dedicação para conosco, e pela bolsa de pesquisa concedida para a realização dos meus estudos.

Confie no tempo das coisas. O universo é perfeito! Não tenha pressa. Aprecie a jornada. Todos os ciclos que se encerram dão espaço aos novos inícios. Na hora certa você irá saber o porquê demorou tanto.

Juliana Petroni

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	IVII
ABSTRACT	IVIII
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVOS	3
2.1. OBJETIVO GERAL	3
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
4. MATERIAL E MÉTODOS	6
5. RESULTADOS	12
6. CONCLUSÕES.....	20
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	221

RESUMO

Para cultivar lentilha no Brasil, 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, o manejo da irrigação varia de acordo com fatores genéticos e ambientais, devendo basear-se em recomendações locais para uma melhor produtividade. Informações deste tipo são preciosas e fundamentais para o cultivo de lentilha no Brasil. Por essa razão o presente projeto tem como intuito definir o manejo da irrigação mais adequado para a cultura da lentilha no Brasil Central, além de identificar genótipos mais tolerantes ao estresse hídrico, para serem usados no programa de melhoramento genético. O experimento foi desenvolvido no período de maio a setembro de 2021, no campo experimental da Embrapa Hortaliças. O ensaio foi realizado em delineamento em blocos casualizados (DBC), em esquema fatorial 5 x 3, com dois fatores: fator 1 – níveis de reposição de irrigação; e fator 2 – uma cultivar (BRS Silvina) e dois genótipos experimentais de lentilha da Embrapa (G1 e G2). A produtividade do experimento foi influenciada pelas lâminas de irrigação, considerando o efeito isolado do fator irrigação. Onde a lâmina de 125% com 1497,50 kg/ha se diferenciou da lâmina de 50% com 817,50 kg/ha, as demais não apresentaram diferenças estatísticas a 5%. Tendo em vista que não foram observadas diferenças entre as lâminas de irrigação sobre o peso de sementes, a taxa de germinação, a emergência e o envelhecimento das sementes de lentilha, esses parâmetros não ajudam a escolher uma lâmina de irrigação ideal. Assim como o comprimento de raiz e o número de ramificações. De acordo com a produtividade e a condutividade elétrica, a lâmina de 125%, promoveu maior produtividade e vigor da semente. Quanto aos genótipos, somente o genótipo G2, apresentou diferenças de peso, condutividade de sementes e altura de plantas inferiores aos demais. Somente em número de vagens o G2 apresentou valores superiores às demais.

Palavras-chave: *Lens culinaris*; Melhoramento; Manejo de irrigação.

ABSTRACT

To cultivate lentils in Brazil, the producer relies on manuals and works carried out in other regions of the world, mainly in Canada, where it is possible to find more detailed cultivation manuals. However, irrigation management varies according to genetic and environmental factors, and should be based on local recommendations for better productivity. Information of this type is precious and fundamental for the cultivation of lentils in Brazil. For this reason, the present project aims to define the most appropriate irrigation management for the lentil crop in Central Brazil, in addition to identifying genotypes more tolerant to water stress, to be used in the genetical enhancement program. The experiment was carried out from May to September 2021, in the experimental field of Embrapa Hortaliças. The experiment was carried out in a randomized block design (CBD), in a 5 x 3 factorial scheme, with two factors: factor 1 – irrigation replacement levels; and factor 2 – one cultivar (BRS Silvina) and two experimental lentil genotypes from Embrapa (G1 and G2). The productivity of the experiment was influenced by the irrigation depths, considering the isolated effect of the irrigation factor. Where the 125% depth with 1497.50 kg/ha differed from the 50% depth with 817.50 kg/ha, the others showed no statistical differences at 5%. Considering that no differences were observed between irrigation depths on seed weight, germination rate, emergence and aging of lentil seeds, these parameters do not help to choose an ideal irrigation depth. As well as the root length and number of branches. According to productivity and electrical conductivity, the water depth of 125% promoted greater seed productivity and vigor. As for the genotypes, only the G2 genotype showed differences in weight, seed conductivity and plant height lower than the others. Only in number of pods did G2 show higher values than the others.

Keywords: *Lens culinaris*; Enhancement; Irrigation management.

1. INTRODUÇÃO

As previsões climáticas mostram um aumento claro na temperatura e no índice de evapotranspiração, ocasionando episódios cada vez mais frequentes de seca e calor (GORIM e VANDENBERG, 2018). As altas temperaturas aliadas ao déficit hídrico são os principais fatores responsáveis por limitar o crescimento, assim como, a produtividade de importantes espécies cultivadas (BARNABÁS et al., 2008). De maneira geral, os efeitos da seca e do calor estão bem documentados. No entanto, com a prevalência da seca, acompanhada às temperaturas elevadas enfatiza-se a necessidade de estudar essa combinação de estresse para melhorar a tolerância das plantas e a adaptação às condições limitantes, para manter o crescimento e rendimento (IDRISSI et al., 2016).

Embora a seca em qualquer fase do ciclo da cultura possa ser prejudicial, os efeitos causados pelo estresse combinado são mais severos (FAROOQ et al., 2017). Podem levar a redução da fotossíntese, da biomassa vegetal e como consequência ocasionar a diminuição do rendimento de grãos (PUSHPAVALLI et al., 2014). A magnitude da redução depende da duração e intensidade dos estresses, genótipo e estágio de desenvolvimento da cultura (SHAMSI et al., 2010). A exemplo, no grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.) e amendoim (*Arachis hypogaea* L.), as altas temperaturas durante a reprodução afetou a viabilidade do pólen, que posteriormente, gerou a má formação de grãos e perda no rendimento (BOURGAULT et al., 2018).

O cultivo das leguminosas desempenham um importante papel no sistema de conservação agrícola e contribuem para a segurança alimentar em todo o mundo. No entanto, em muitas regiões teve sua produção limitada pela seca (DARYANTO et al., 2015). Sobretudo, as leguminosas de grão, que pautam sua produção no cultivo de sequeiro (FAROOQ et al., 2017).

A lentilha (*Lens culinaris* Medik.) é uma das leguminosas de maior importância no mundo, ocupa o quinto lugar no ranking de produção com 5 milhões de toneladas. Nas últimas décadas houve uma importante mudança na distribuição da produção global com novos países aderindo esse cultivo, em especial: Canadá e Austrália, cuja produção até então concentrava-se na Índia. Tais países, atualmente, estão entre os maiores produtores de lentilha (BIJU et al., 2019; FAO, 2016).

O grão de lentilha é uma fonte vital de proteína, com uma média de 28,3%. Além das proteínas, contém grandes quantidades de nutrientes (Ca, P, K Fe e Zn), vitaminas (vitamina A, niacina e inositol), fibras e carboidratos. Portanto, a lentilha é um alimento rico e completo em nutrientes (ERSKINE et al., 2011). Semelhante a muitas culturas de leguminosas, a lentilha é

suscetível à estresses abióticos, como frio, seca, calor, salinidade e outros. Em contrapartida, a seca (estresse hídrico) e o calor são os estresses mais limitantes para a cultura (GORIM e VANDENBERG, 2017).

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

O presente projeto tem como intuito definir o manejo da irrigação mais adequado para a cultura da lentilha no Brasil Central, além, de identificar genótipos mais tolerantes ao estresse hídrico, para serem usados no programa de melhoramento.

2.2. Objetivos Específicos

Identificar a melhor lâmina de irrigação para a produção de lentilha na condição edafoclimática do cerrado. E Identificar o efeito causado pela interação do estresse hídrico e genótipos a serem testados.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Origem, botânica e importância da cultura 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).

A lentilha é uma planta herbácea anual, com folhas compostas, as flores são pequenas e de coloração azul, roxa, branca ou rosa; a vagem é oblonga, achatada ou comprimida, contendo de uma a duas sementes (DUKE, 1981). As cultivares da lentilha são categorizados em dois tipos, macrosperma e microsperma. Suas diferenças estão no tamanho, sendo a macrosperma com vagens, sementes e flores maiores. E na coloração das flores, a microsperma tem flores variando do branco ao violeta e a macrosperma tem flores brancas com veias coloridas (BARULINA, 1930).

A planta possui adaptabilidade às características climáticas, o que a torna propícia seu cultivo em diferentes regiões do planeta (STRYDHORST et al., 2015). Além disso, a lentilha é uma planta que possibilita fixar nitrogênio da atmosfera, com o auxílio do grupo de bactérias *Rhizobium* sp. (RASHEED et al., 2020), isso a torna uma alternativa para consórcio e rotação de culturas, por proporcionar benefícios a fertilidade do solo (LIU et al., 2019).

A produção de lentilha tem grande importância socioeconômica, por trazer nutrição e segurança alimentar a milhões de pessoas, principalmente em países subdesenvolvidos (RAWAL e BANSAL, 2019). Sendo o grão uma fonte vital de proteína, com média de 28,3%. Além das proteínas, o grão de lentilha contém grandes quantidades de nutrientes (Ca, P, K, Fe e Zn), vitaminas (vitamina A, niacina e inositol), carboidratos, fibras, micronutrientes, aminoácidos, lisina e triptofano (SHONS et al., 2009, ERSKINE et al., 2011, SHAHWAR et al., 2017).

3.2 Cultivo da lentilha e a dinâmica de irrigação

Semelhante a muitas culturas leguminosas, a lentilha é suscetível a estresses abióticos, como frio, seca, calor, salinidade entre outros. Sendo a seca (estresse hídrico) e o calor os estresses mais limitantes para o desenvolvimento adequado da cultura (GORIM e VANDENBERG, 2017). Uma vez que temperaturas acima do ideal por um período prolongado e sem disponibilidade hídrica aumenta a oferta de assimilados, mas reduz o enchimento de grãos; e a resposta a uma onda curta de calor aliada à baixa oferta hídrica causa uma perda irrecuperável na pega de grãos e potencial de rendimento (MAHROOKASHANI et al., 2017; VADEZ et al. 2012).

Segundo a Embrapa (1993), a irrigação da lentilha deve ser frequente na fase inicial, espaçada posteriormente e não pode faltar na época de enchimento dos grãos, a falta ou excesso de água nessa fase, acarreta diminuição diretamente na produtividade.

As previsões climáticas mostram um aumento claro na temperatura e no índice de evapotranspiração, ocasionando episódios cada vez mais frequentes de seca e calor (GORIM e VANDENBERG, 2018). As altas temperaturas aliadas ao déficit hídrico são os principais fatores responsáveis por limitar o crescimento, assim como, a produtividade de importantes espécies cultivadas (BARNABÁS et al., 2008). De maneira geral, os efeitos da seca e do calor estão bem documentados. No entanto, com a prevalência da seca, acompanhada às temperaturas elevadas se faz necessário estudar a combinação de estresse para melhorar a tolerância das plantas e a adaptação às condições limitantes, para manter o crescimento e rendimento das plantas (IDRISSI et al., 2016).

Embora a seca em qualquer fase do ciclo da cultura da lentilha possa ser prejudicial, os efeitos causados pelo estresse combinado são mais severos (FAROOQ et al., 2017). Podem levar a redução da fotossíntese, da biomassa vegetal e como consequência ocasionar a diminuição do rendimento de grãos (PUSHPAVALLI et al., 2014). A magnitude da redução depende da duração e intensidade dos estresses, genótipo e estágio de desenvolvimento da cultura (SHAMSI et al., 2010). A exemplo, no grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.) e amendoim (*Arachis hypogaea* L.), as altas temperaturas durante a reprodução afetaram a viabilidade do pólen da lentilha, que posteriormente, gerou a má formação de grãos e perda no rendimento (BOURGAULT et al., 2018).

O cultivo das leguminosas desempenha um importante papel no sistema de conservação agrícola e contribuem para a segurança alimentar em todo o mundo. No entanto, em muitas regiões teve sua produção limitada pela seca (DARYANTO et al., 2015). Sobretudo, as leguminosas de grão, que pautam sua produção no cultivo de sequeiro (FAROOQ et al., 2017).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Localização do Experimento e Condições Climáticas

O experimento foi desenvolvido no período de maio a setembro de 2021, no campo experimental da Embrapa Hortaliças – DF (15° 56' S, 48° 08' O, altitude: 997,6 m) cujo solo é classificado como tipo Latossolo Vermelho Amarelo (EMBRAPA, 2013). O clima, segundo Köppen e Geiger (1928), é tropical de savana (tipo Aw), caracterizado com verão chuvoso e inverno seco. A estação chuvosa compreende os meses de outubro a abril, com precipitação média anual de 1400 mm. As temperaturas médias máximas e médias mínimas são de 28,3 °C e de 12,9 °C, respectivamente.

A evaporação média anual, dada pelo Tanque Classe A é de cerca de 2000 mm/ano, com média de 5,6 mm/dia, com umidade relativa média do ar que pode variar de 70 % nos meses chuvosos até 10 % nos meses secos (KÖPPEN e GEIGER, 1928).

As condições de temperatura e umidade no período de realização do experimentando podem ser observadas na Figura 1. Os valores médios diários mostram que houve temperaturas a 28 °C e umidade relativa de 20 %. Durante o experimento não houve precipitação.

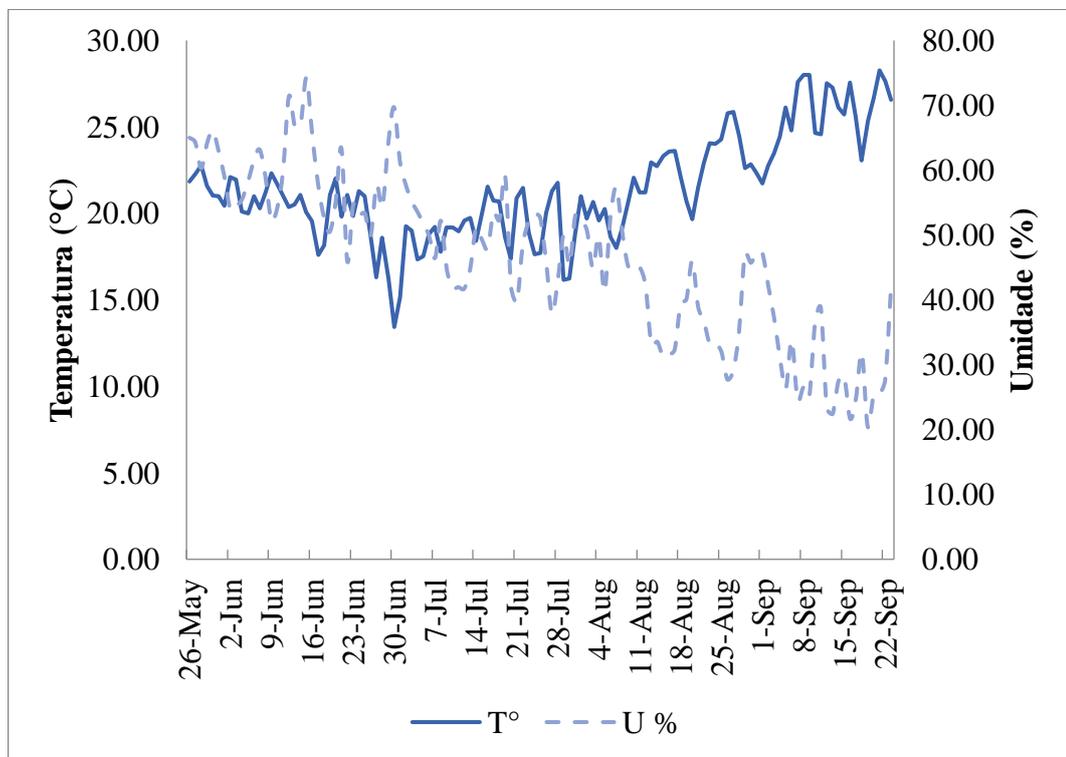


Figura 1. Variação da temperatura (°C) e da umidade relativa (%) em longo do ciclo de cultivo de Lentilha. Valores médios diários. Brasília – DF, 2021.

4.2 Delineamento Experimental

O ensaio foi realizado em delineamento em blocos casualizados (DBC), em esquema fatorial 5 x 3, com dois fatores: fator 1 – níveis de reposição de irrigação; e fator 2 – uma cultivar (BRS Silvina) e dois genótipos experimentais de lentilha da Embrapa (G1 e G2), com 4 blocos (repetições). Dentro de cada bloco foram distribuídos por cinco lâminas de irrigação com reposição de 50, 75, 100, 125 e 150 % da evapotranspiração da cultura (ETc) aplicados a cultivar comercial e a dois genótipos de lentilha, totalizando 60 parcelas.

4.3 Condução do Experimento

Anterior ao plantio, amostras de solo foram coletadas nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm para realização de análise química. As amostras de solo foram coletadas conforme a metodologia proposta em Embrapa (1999). Amostras indeformadas também foram coletadas para determinar a capacidade de campo e curva de retenção da área pela metodologia de Van Genuchten (1980).

Para preparo da área de plantio, foram realizadas a aração e gradagem, assim como a correção do pH conforme recomendação e análise do solo, a calagem foi feita com calcário dolomítico na dosagem de 2 ton/ha, sendo incorporado por duas passagens de grade aradora. A adubação de plantio e de cobertura foram realizadas com base na análise química do solo da área experimental, seguindo as exigências nutricionais da cultura seguindo as recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais (RIBEIRO et al., 1999). Sendo que a adubação de cobertura foi realizada via água de irrigação (fertirrigação), com uso de venturi (vazão: 200 l/h), dividido em m injeções parcelares de pelo menos 4 vezes, a depender do volume de água a ser aplicado por ciclo de irrigação.

Inicialmente o solo da área experimental foi irrigado de modo a elevar até a capacidade de campo e após o plantio durante 20 dias foi igualmente aplicada em todos os tratamentos a lâmina correspondente à 100 % da ETc. As sementes dos genótipos testado foram fornecidas pela Embrapa Hortaliças, anteriormente foi efetuada a triagem, a fim de escolher sementes com boa qualidade física, sanitária e fisiológica. As sementes foram pesadas e tratadas com fungicida comercial (Maxin XL[®]), a recomendação utilizada foi de 250 ml/100 kg de sementes. A semeadura foi realizada manualmente, a uma profundidade de 2 a 3 cm. Foram feitas oito linhas de plantio em cada parcela de 2 m² cada, com espaçamento de 20 cm entre as linhas e 5 cm entre plantas, que pode ser visualizado no croqui(Figura 2).

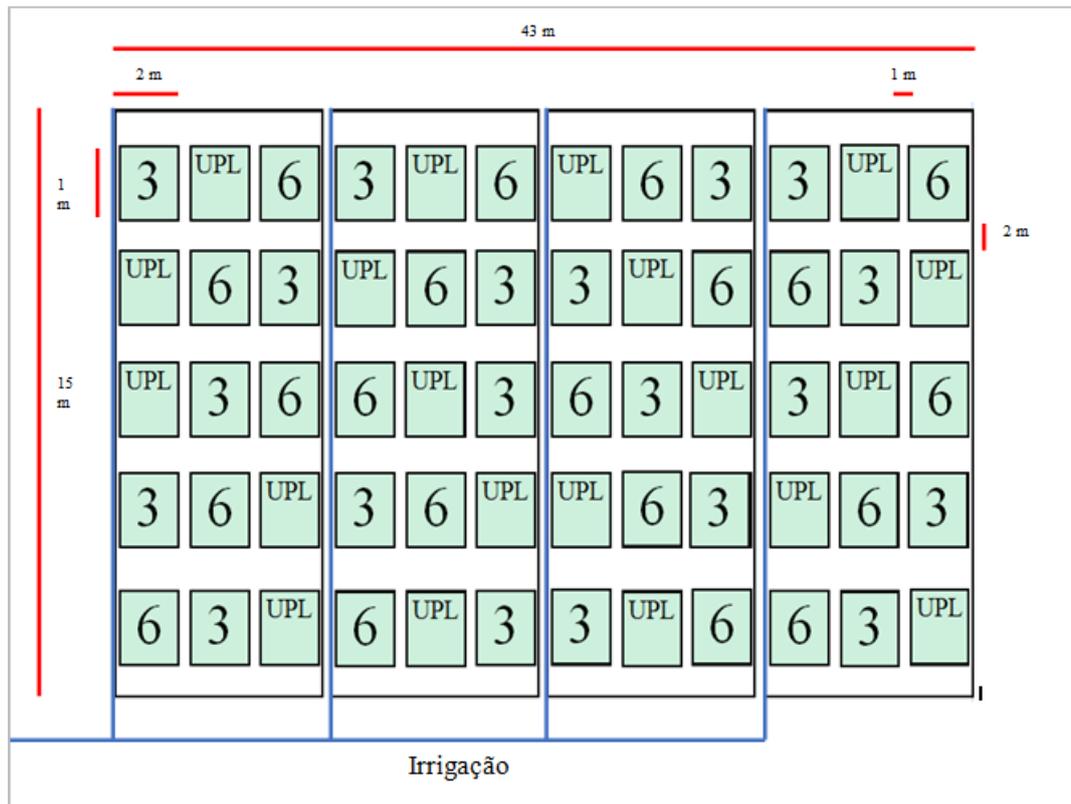


Figura 2. Croqui do ensaio Efeito de diferentes lâminas de irrigação em cultivo de lentilha. Brasília – DF, 2021.

O experimento foi mantido livre de plantas daninhas com método mecânico feito por capinas manuais. O tratamento fitossanitário foi realizado conforme o aparecimento de pragas e doenças, a única praga que apareceu foram formigas cortadeiras e foi tratado utilizando iscas para formiga.

4.4 Manejo e sistema de Irrigação

A cultura foi irrigada pelo método localizado, utilizando sistema de irrigação do tipo gotejamento autocompensante, usando mangueira gotejadora com emissores espaçados de 0,20 m, com vazão média de 2,6 L/h, à pressão de serviço de 1 kgf/cm². O coeficiente de uniformidade de irrigação usado foi de 99%.

A partir da germinação da cultura as irrigações foram efetuadas obedecendo à estimativa da evapotranspiração da cultura (ET_c), fazendo-se a reposição de água em função de cada tratamento e evento de irrigação que foi determinado, de acordo com a ET_c, dada pela fórmula (BERNARDO et al., 2006):

$$ET_c = [ET_0 \times Kc]$$

Onde: ET₀ é a transpiração de referência (mm/dia); Kc é o coeficiente de cultivo (médio).

Com a estimativa da ET_c, foi possível calcular os tempos de irrigação (TI) para cada tratamento. O TI precisa também de outros fatores para o cálculo e com isso foram realizados teste

de vazão do sistema de irrigação e também foi medida a faixa molhada, seguindo as recomendações de Bernardo et al., (2006). A vazão foi encontrada através da divisão da quantidade de água coletada pelo tempo utilizado no trabalho, que foi de um minuto. Foram coletados pontos no Início; 1/3 do início; 2/3 do início e no final em cada linha de gotejo e encontrou-se a média para vazão final. A uniformidade de distribuição foi determinado a campo para o sistema de irrigação localizado usado e ficou em foi de 98 %. A porcentagem de área molhada foi calculada pela divisão da área molhada por área útil da planta e o resultado foi de 72 %. Os coeficientes de cultura (K_c) usados foram (escrever quais – pegar na referência – vou ver e posso te enviar depois) propostos em Allen et al. (1998). Para determinação da evapotranspiração (ET_o) e, foi utilizado informações de temperaturas e umidade obtidas da estação meteorológica automática modelo MetPRO da Campbell Scientific, da Embrapa Hortaliças. A fórmula utilizada foi a adaptada de Ivanov (JANSEN, 1963).

$$ET_o = 0,006 * (20 + T)^2 * (1 - (UR/100))$$

Onde: T é a temperatura média diária ($^{\circ}C$); UR é a umidade relativa média do ar (% /dia).

Foram realizados teste de capacidade de campo (CC) na área experimental, consistiu em saturar o solo retirado da área em cilindros concêntricos e após saturação que durou 24h, após isso foram retirados e deixado drenar até parar, nesse instante foram retiradas amostras de solo de solo e fez teste de umidade gravimétrica padrão. Com esse teste estimou-se que a quantidade de água que o solo da área experimental é capaz de reter obtendo um valor de 61 % em de volume, esse teor de umidade foi considerada a CC e foi usado para calcular as irrigações que elevaram o solo a CC até a profundidade de 0,10 m usando recomendação descrita em Bernardo et al. (2019).

Com a CC, a vazão, a faixa molhada, o turno de rega de dois dias, a ET_c , foi calculado os tempos de irrigação para cada irrigação realizada, seguindo as lâminas de irrigação estabelecidas. Esses cálculos foram realizados com o auxílio de uma planilha eletrônica para cálculo de irrigação localizada desenvolvida pela Embrapa Hortaliças.

Para o monitoramento da umidade do solo foram retirados periodicamente amostras de solo, de preferência antes das irrigações, com auxílio de trados nas profundidades de 0-10 cm, para determinação da umidade do solo pelo método gravimétrico (padrão de estufa) (Figura 3), com intuito de checar o teor de umidade do solo ao longo do desenvolvimento das plantas, a porcentagem de umidade foi calculada a partir da porcentagem da capacidade de campo do solo, que nesse caso foi de 61 %. A umidade do solo permite visualizar que as lâminas atingiram o objetivo e as parcelas realmente obtiveram as umidades almejadas.

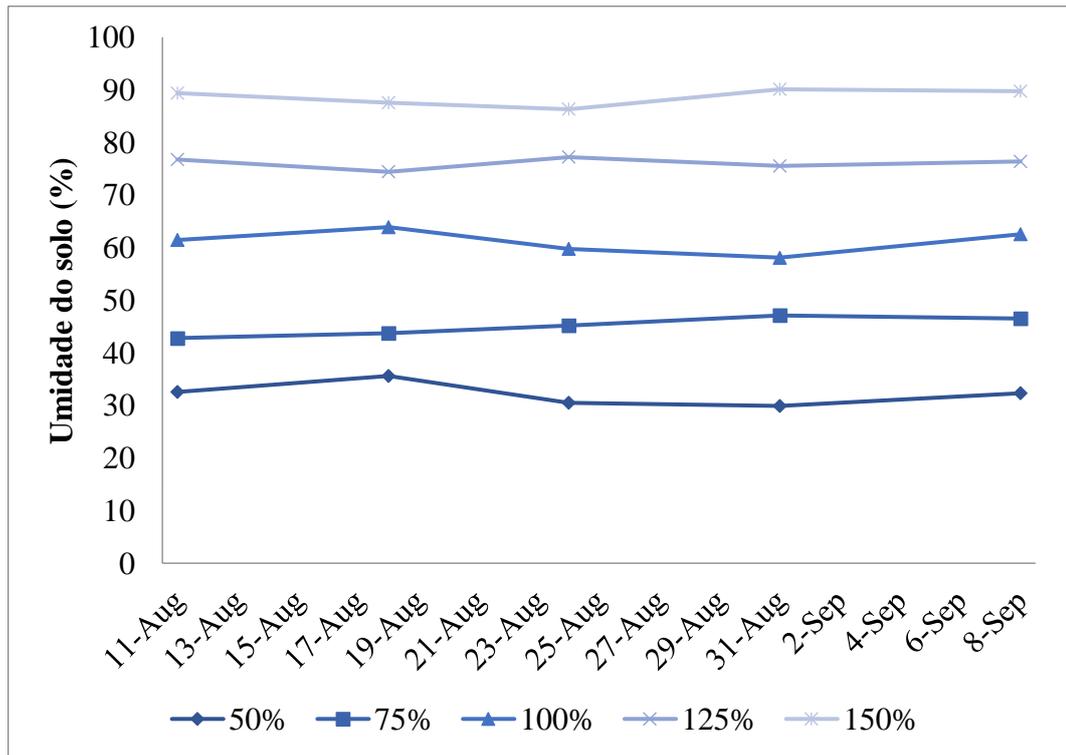


Figura 3. Porcentagem de umidade do solo das diferentes lâminas de irrigação, durante o ciclo da Lentilha. Brasília – DF, 2021.

4.5 Avaliações

Foi colhida somente a área útil da parcela 1 m², excluindo as bordaduras. As lentilhas colhidas nessa área, foram pesadas (balança analítica, em gramas) e calculado a produtividade (kg/ha) e amostras foram retiradas para análises laboratoriais. Em laboratório foi realizada pesagem de 100 sementes, teste de condutividade elétrica de sementes, teste de germinação, emergência e envelhecimento.

O peso de 100 sementes foi feito em balança analítica e o resultado dado em gramas. A condutividade elétrica de sementes foi realizada segundo metodologia de Regras para análise de sementes (BRASIL, 2009), onde 50 sementes foram embebidas de água deionizada e foi medida a condutividade com condutivímetro em ds/m.

O teste de germinação, seguindo a metodologia da Regras para análise de sementes (BRASIL, 2009), consistiu na utilização de papel germitest como substrato, o papel foi umidificado com água destilada (três vezes o peso do papel), três folhas foram colocadas em caixas gerbox. Foram dispostas sobre os papéis 50 sementes de lentilha. As caixas foram fechadas e levadas para um germinador a 20 °C, foram feitas duas contagens uma a cinco dias e a contagem final a dez dias. O resultado do teste de germinação é a média das repetições, e o resultado é expresso em porcentagem.

O teste de emergência de plântulas foi conduzido na área experimental da Embrapa Hortaliças, conduzido com quatro repetições de 50 sementes em linhas de 1,0m de comprimento, espaçadas de 0,2m; onde foram distribuídas 50 sementes, à profundidade média de 3,0cm. A irrigação foi feita sempre que necessária. A avaliação da porcentagem de emergência, foi efetuada com dez dias (MARCHI, et al.,2016).

Para o teste de envelhecimento utilizou-se o procedimento proposto pela AOSA (1983) e descrito por Marcos Filho (1999), foram distribuídas 50 sementes sobre uma tela de alumínio, fixada em caixa plástica tipo “gerbox”, contendo 40 mL de água. As caixas foram mantidas a 41°C por 48 horas. Após esse período as sementes foram submetidas ao teste de germinação e a avaliação da porcentagem de plântulas normais foi realizada aos cinco dias após a semeadura.

Também da área útil, foram colhidas 5 plantas para realizar as seguintes avaliações morfológicas: comprimento de raiz e altura da planta (com auxílio régua graduada); e número de ramificações primárias e secundárias. E as avaliações dos componentes de rendimento: número de vagens por planta e peso de sementes.

4.6 Análise Estatística dos Dados

Os dados colhidos foram submetidos à análise estatística de variância (ANOVA). Onde coube os dados foram submetidos ao teste de T Student, onde as médias foram comparadas pelo teste a 5 % de probabilidade. A análise estatística foi conduzida com auxílio do software SISVAR[®], versão 5.6 (FERREIRA, 2019).

5. RESULTADOS

A interação entre os fatores genótipos e lâminas de irrigação ($P > 0,9809$) não promoveu diferenças significativas na produtividade (Tabela 4). Assim como o fator genótipo isolado ($P > 0,5506$).

Tabela 4. Produtividade (kg/ha) de diferentes genótipos de lentilhas submetidos a diferentes lâminas de irrigação. Letras maiúsculas diferentes na linha indicam diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os genótipos em cada lâmina. Letras minúsculas na coluna indicam diferenças significativas ($p < 0,05$) entre as lâminas em cada genótipo. Brasília – DF, 2022.

Lâminas	Genótipos		
	G1	Silvina	G2
50%	680,00 Aa	830,00 Aa	942,50 Aa
75%	1070,00 Aa	1145,00 Aa	1185,00 Aa
100%	1150,00 Aa	1185,00 Aa	1140,00 Aa
125%	1470,00 Aa	1675,00 Aa	1347,50 Aa
150%	1250,50 Aa	1680,00 Aa	1250,00 Aa
CV	48,00		

A produtividade do experimento foi influenciada pelas lâminas de irrigação ($P > 0,0301$), considerando o efeito isolado do fator irrigação (Tabela 5). Onde a lâmina de 125% com 1497,50 kg/ha se diferenciou da lâmina de 50% com 817,50 kg/ha, as demais não apresentaram diferenças estatísticas a 5%. Ou seja, os genótipos analisados apresentam boa adaptabilidade a diferentes lâminas de irrigação.

Tabela 5. Produtividade (kg/ha) de lentilha em diferentes lâminas de irrigação. Letras minúsculas na coluna indicam diferenças significativas ($p < 0,05$) entre as médias. Brasília – DF, 2022.

Lâminas	
50%	817,50 b
75%	1133,33 ab
100%	1158,33 ab
125%	1497,50 a
150%	1394,17 ab
CV	48,00

As produtividades encontradas no experimento estão dentro das produtividades médias dos três maiores produtores de lentilha do mundo, Canadá com 1395 kg/ha, Índia com 731 kg/ha e Estados Unidos com 1312 kg/ha (FAOSTAT, 2021). Porém para cultivar Silvina, Brasileiro (2020) encontrou produtividade de 1723 kg/ha, maior que as produtividades nas lâminas de 50 a 100%.

As produtividades foram crescentes até a lâmina 125%, depois houve um decréscimo. Isso pode ter ocorrido, pois segundo Gorim e Vandenberg (2017), tanto a falta de água quanto o excesso de água podem acarretar numa diminuição da produtividade da lentilha.

Nas análises laboratoriais de sementes, a variável peso de 100 sementes, somente promoveu alterações entre os genótipos ($P > 0,0412$), os demais não apresentaram diferenças estatísticas (Tabela 6).

Tabela 6. Peso de 100 sementes (g) de diferentes genótipos de lentilhas submetidos a diferentes lâminas de irrigação. Letras maiúsculas diferentes na linha indicam diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os genótipos em cada lâmina. Letras minúsculas na coluna indicam diferenças significativas ($p < 0,05$) entre as lâminas em cada genótipo. Brasília – DF, 2022.

Lâminas	Genótipos		
	G1	Silvina	G2
50%	4,61 Aa	5,80 Aa	2,97 Ba
75%	4,45 Aa	5,95 Aa	2,89 Ba
100%	4,50 Aa	5,14 Aa	2,78 Ba
125%	4,31 Aa	5,82 Aa	2,78 Ba
150%	4,36 Aa	6,03 Aa	2,84 Ba
CV	11,04		

O peso de 100 sementes, apresentou diferença entre as cultivares, onde o genótipo G1 apresentou média de 4,45 g, a Silvina 5,75 g e a G2 2,85 g. E o G2 se diferenciou das demais. Essa diferença encontrada, por ter ocorrido pelas diferenças existentes entre as cultivares.

Para Salinas et al. (1996) e Thomas e Costa (2010), a ausência de água no enchimento dos grãos reduz o peso das sementes, devido a diminuição do suprimento de fotoassimilados produzidos pela planta e/ou inibição do metabolismo. Porém isso não foi observado no trabalho, provavelmente, apesar de ter tido uma lâmina de 50% da capacidade de campo, essa quantidade não foi suficiente para causar uma redução nos valores de peso.

A condutividade elétrica das sementes de lentilha apresentou resultados significativos, a interação entre os fatores genótipos e lâminas de irrigação ($P > 0,0452$) promoveu diferenças significativas (Tabela 7). Assim como o fator lâmina de irrigação isolada ($P > 0,0050$).

Tabela 7. Condutividade elétrica de sementes (ds/m) de diferentes genótipos de lentilhas submetidos a diferentes lâminas de irrigação. Letras maiúsculas diferentes na linha indicam diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os genótipos em cada lâmina. Letras minúsculas na coluna indicam diferenças significativas ($p < 0,05$) entre as lâminas em cada genótipo. Brasília – DF, 2022.

Lâminas	Genótipos		
	G1	Silvina	G2
50%	0,27 Aa	0,25 Aab	0,16 Ba
75%	0,25 Aabc	0,29 Aa	0,14 Ba
100%	0,21 Abc	0,27 Aab	0,13 Ba
125%	0,20 Ac	0,23 Ab	0,12 Ba
150%	0,26 Aab	0,25 Aab	0,12 Ba
CV	12,03		

Na condutividade elétrica, dentro do genótipo G1 ocorreu diferença entre as lâminas de 50 e 125% e a lâmina de 125%, que apresentou um valor de condutividade de 0,20 ds/m, menor que as demais. Já na Silvina, a diferença foi entre a lâmina 75% e a 125%, que novamente foi menor que as demais, com 0,23 ds/m. O genótipo G2 não apresentou diferenças entre as lâminas.

As cultivares também apresentaram diferenças entre os genótipos, onde o genótipo G2 se diferenciou dos demais, com média de 0,13 ds/m. As demais tiveram média de 0,24 e 0,26 ds/m, de G1 e Silvina respectivamente. Essa mesma diferença também ocorreu na variável peso de 100 sementes, assim como nessa variável, essa diferença pode ter sido acarretada pelas diferenças entre cultivares.

Dentre as lâminas de irrigação, a condutividade elétrica das sementes de lentilha, promoveu diferenças entre a lâmina de 125 % e as lâminas de 50 e 75%. Em que a lâmina de 125 % teve média de 0,18 ds/m, valor menor que as outras com 0,22 e 0,23 ds/m, respectivamente (Tabela 8).

Tabela 8. Condutividade elétrica de sementes (ds/m) de lentilha em diferentes lâminas de irrigação. Letras minúsculas na coluna indicam diferenças significativas ($p < 0,05$) entre as médias. Brasília – DF, 2022.

Lâminas	
50%	0,22 a
75%	0,23 a
100%	0,20 ab
125%	0,18 b
150%	0,21 ab
CV	12,03

Segundo Marcos Filho (2005) as sementes mais vigorosas são aquelas que demonstram maior velocidade de reestabelecimento da integridade das membranas celulares durante a embebição e dessa forma liberam menores quantidades de solutos para o meio exterior, ou seja, apresentam menor condutividade elétrica. Dessa forma, a lâmina de 125% foi a que apresentou menor condutividade, então por pressuposto é a que apresentou melhor vigor das sementes.

A interação entre os fatores genótipos e lâminas de irrigação não promoveu diferenças significativas na germinação (Tabela 9), na emergência de sementes (Tabela 10) e no envelhecimento (Tabela 11). Assim como o fator genótipo isolado e fator irrigação isolado.

Tabela 9. Germinação de sementes (%) de diferentes genótipos de lentilhas submetidos a diferentes lâminas de irrigação. Letras maiúsculas diferentes na linha indicam diferenças significativas ($p < 0,05$) entres os genótipos em cada lâmina. Letras minúsculas na coluna indicam diferenças significativas ($p < 0,05$) entres as lâminas em cada genótipo. Brasília – DF, 2022.

Lâminas	Genótipos		
	G1	Silvina	G2
50%	92,00 Aa	87,50 Aa	92,00 Aa
75%	67,00 Aa	89,00 Aa	96,50 Aa
100%	79,00 Aa	90,00 Aa	93,50 Aa
125%	86,00 Aa	76,50 Aa	69,00 Aa
150%	95,00 Aa	65,50 Aa	95,00 Aa
CV	25,85		

Tabela 10. Emergência de sementes (%) de diferentes genótipos de lentilhas submetidos a diferentes lâminas de irrigação. Letras maiúsculas diferentes na linha indicam diferenças significativas ($p < 0,05$) entres os genótipos em cada lâmina. Letras minúsculas na coluna indicam diferenças significativas ($p < 0,05$) entres as lâminas em cada genótipo. Brasília – DF, 2022.

Lâminas	Genótipos		
	G1	Silvina	G2
50%	37,00 Aa	35,00 Aa	41,50 Aa
75%	40,50 Aa	34,00 Aa	41,50 Aa
100%	38,00 Aa	39,00 Aa	42,50 Aa
125%	39,50 Aa	36,50 Aa	39,00 Aa
150%	35,50 Aa	32,00 Aa	38,50 Aa
CV	16,01		

Tabela 11. Envelhecimento de sementes (%) de diferentes genótipos de lentilhas submetidos a diferentes lâminas de irrigação. Letras maiúsculas diferentes na linha indicam diferenças significativas ($p < 0,05$) entres os genótipos em cada lâmina. Letras minúsculas na coluna indicam diferenças significativas ($p < 0,05$) entres as lâminas em cada genótipo. Brasília – DF, 2022.

Lâminas	Genótipos		
	G1	Silvina	G2
50%	40,00 Aa	44,00 Aa	46,00 Aa
75%	45,50 Aa	41,00 Aa	45,50 Aa
100%	40,00 Aa	43,50 Aa	42,50 Aa
125%	45,50 Aa	43,00 Aa	44,00 Aa
150%	46,00 Aa	40,00 Aa	44,50 Aa
CV	9,27		

As variáveis de germinação, emergência e envelhecimento, as lâminas de irrigação não promoveram nenhuma diferença, assim como os genótipos. Os valores encontrados para germinação foram de acordo com os encontrados por Contin (2018) e Freitas e Nascimento (2006), que encontraram valores médios para lentilha de 92% e 91%, respectivamente. Porém os valores de emergência foram menores que os encontradas por esses autores, em que a média foi de 79,7% e 80,75%, respectivamente. Os valores de envelhecimento também foram menores que os encontrados por Freitas e Nascimento (2006), que descobriram uma média de 76,5% no teste de envelhecimento de sementes.

Pesquisas demonstram que déficit hídrico no desenvolvimento de sementes, afeta a qualidade de semente, como germinação e emergência (CRUSCIOL et al. 2012), novamente não foi o que ocorreu nesse trabalho, que pode ter ocorrido por falta de atingir o nível mais crítico para influenciar nessas características das sementes de lentilha.

Nas avaliações morfológicas os resultados encontrados em comprimento de raiz (Tabela 12) e ramificações primárias (Tabela 13) e secundárias (Tabela 14) não apresentaram diferenças estatísticas, nem mesmo nos fatores isolados.

Tabela 12. Comprimento das raízes (cm) de diferentes genótipos de lentilhas submetidos a diferentes lâminas de irrigação. Letras maiúsculas diferentes na linha indicam diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os genótipos em cada lâmina. Letras minúsculas na coluna indicam diferenças significativas ($p < 0,05$) entre as lâminas em cada genótipo. Brasília – DF, 2022.

Lâmina	Genótipos		
	G1	Silvina	G2
50%	7,60 Aa	7,75 Aa	7,63 Aa
75%	7,47 Aa	7,32 Aa	5,75 Aa
100%	6,22 Aa	5,67 Aa	7,57 Aa
125%	7,66 Aa	7,35 Aa	9,31 Aa
150%	7,79 Aa	7,16 Aa	7,70 Aa
CV	26,75		

Tabela 13. Número de ramificações primárias de diferentes genótipos de lentilhas submetidos a diferentes lâminas de irrigação. Letras maiúsculas diferentes na linha indicam diferenças significativas ($p < 0,05$) entres os genótipos em cada lâmina. Letras minúsculas na coluna indicam diferenças significativas ($p < 0,05$) entres as lâminas em cada genótipo. Brasília – DF, 2022.

Lâminas	Genótipos		
	G1	Silvina	G2
50%	2,25Aa	2,40 Aa	1,85 Aa
75%	2,40 Aa	2,25 Aa	2,05 Aa
100%	2,20 Aa	2,05 Aa	2,25 Aa
125%	2,25 Aa	2,00 Aa	2,55 Aa
150%	2,00 Aa	2,05 Aa	2,10 Aa
CV	28,80		

Tabela 14. Número de ramificações secundárias de diferentes genótipos de lentilhas submetidos a diferentes lâminas de irrigação. Letras maiúsculas diferentes na linha indicam diferenças significativas ($p < 0,05$) entres os genótipos em cada lâmina. Letras minúsculas na coluna indicam diferenças significativas ($p < 0,05$) entres as lâminas em cada genótipo. Brasília – DF, 2022.

Lâminas	Genótipos		
	G1	Silvina	G2
50%	3,90 Aa	3,90 Aa	3,60 Aa
75%	2,80 Aa	4,00 Aa	3,10 Aa
100%	3,10 Aa	2,75 Aa	4,25 Aa
125%	3,20 Aa	3,00 Aa	4,00 Aa
150%	3,40 Aa	3,10 Aa	3,05 Aa
CV	27,95		

A falta de diferenças estatísticas mostra que as lâminas não causaram efeitos nesses parâmetros analisados, porém segundo a literatura plantas da família das Fabaceas comumente apresenta redução do comprimento radicular quando há restrição hídrica, pois, diversos processos relacionados ao alongamento celular e ao crescimento são sensíveis ao déficit hídrico (TEIXEIRA et al., 2008, VIEIRA et al., 2013).

Na variável altura de planta, os genótipos apresentaram diferenças nas diferentes lâminas de irrigação (Tabela 15) e também houve diferenças nas lâminas dentro dos genótipos, porém os fatores isolados não apresentaram diferenças significativas a 5%.

Tabela 15. Altura de planta (cm) de diferentes genótipos de lentilhas submetidos a diferentes lâminas de irrigação. Letras maiúsculas diferentes na linha indicam diferenças significativas ($p < 0,05$) entres os genótipos em cada lâmina. Letras minúsculas na coluna indicam diferenças significativas ($p < 0,05$) entres as lâminas em cada genótipo. Brasília – DF, 2022.

Lâminas	Genótipos		
	G1	Silvina	G2
50%	31,87 ABa	33,30 Aa	30,70 Ba
75%	34,50 Aa	32,18 Aa	30,65 Aab
100%	33,89 Aa	34,70 Aa	37,58 Aab
125%	35,91 ABa	34,64 Aa	37,97 Bb
150%	32,60 Aa	32,89 Aa	35,60 Aab
CV	11,91		

Foi encontrado na altura de plantas diferença entre os genótipos na lâmina de 50%, onde a cultivar Silvina, diferenciou do genótipo G2. O mesmo ocorreu na lâmina de 125% de irrigação. Já entre as lâminas, no genótipo G2, a lâmina de 50% diferenciou das lâminas de 125% e 150%. As demais não apresentaram diferenças. A altura de planta em lentilha pode variar de 15 a 75 cm, dependendo das condições de crescimento e do genótipo (SAXENA, 2009). Os valores encontrados no trabalho variam de 30 cm a 38 cm, valores que estão dentro da faixa de altura da lentilha.

Nos componentes de rendimento, o número de vagens por planta apresentou diferenças nos fatores analisados (Tabela 16), assim como nos fatores analisados isoladamente.

Tabela 16. Número de vagens por planta de diferentes genótipos de lentilhas submetidos a diferentes lâminas de irrigação. Letras maiúsculas diferentes na linha indicam diferenças significativas ($p < 0,05$) entres os genótipos em cada lâmina. Letras minúsculas na coluna indicam diferenças significativas ($p < 0,05$) entres as lâminas em cada genótipo. Brasília – DF, 2022.

Lâminas	Genótipos		
	G1	Silvina	G2
50%	235,25 Aa	381,50 Aa	246,50 Aa
75%	261,25 Aa	274,25 Aa	401,25 Bb
100%	270,25 Aa	233,50 Aa	383,50 Aa
125%	227,75 Aa	386,50 Aa	366,75 Aa
150%	282,00 Aa	391,75 Aa	475,50 Bb
CV	45,31		

No número de vagens, o genótipo G2 diferenciou dos demais genótipos na lâmina de 75% e 150%. Entre as lâminas no genótipo G2 as lâminas 75% e 150% também diferenciaram das demais, assim como o fator tratado isoladamente. O número de vagens por plantas varia com a densidade populacional, bem como com o genótipo e contem de uma a duas sementes (SAXENA, 2009). O que pode explicar a variação do genótipo G2 com os demais.

Já no peso de sementes as diferenças observadas foram outras (Tabela 17), somente houve diferenças entre os genótipos na lâmina de 50%, onde a cultivar Silvina diferenciou do G2. A diferença entre o número de vagens e o peso de sementes do G2 na lâmina 75%, pode ter ocorrido por há uma diferença no tamanho das sementes de cada cultivar. O mesmo pode explicar a diferença observada no peso de sementes.

Tabela 17. Peso de sementes (g) de diferentes genótipos de lentilhas submetidos a diferentes lâminas de irrigação. Letras maiúsculas diferentes na linha indicam diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os genótipos em cada lâmina. Letras minúsculas na coluna indicam diferenças significativas ($p < 0,05$) entre as lâminas em cada genótipo. Brasília – DF, 2022.

Lâminas	Genótipos		
	G1	Silvina	G2
50%	8,37 ABa	15,31 Aa	7,48 Ba
75%	8,16 Aa	13,51 Aa	10,72 Aa
100%	11,13 Aa	16,11 Aa	13,79 Aa
125%	13,80 Aa	26,02 Aa	13,37 Aa
150%	13,75 Aa	21,42 Aa	15,84 Aa
CV	61,29		

6. CONCLUSÕES

Tendo em vista que não foram observadas diferenças entre as lâminas de irrigação sobre o peso de sementes, a taxa de germinação, a emergência e o envelhecimento das sementes de lentilha, esses parâmetros não ajudam a escolher uma lâmina de irrigação ideal. Assim como o comprimento de raiz e o número de ramificações.

De acordo com a produtividade e a condutividade elétrica, a lâmina de 125%, promoveu maior produtividade e vigor de semente.

Quanto aos genótipos, somente o genótipo G2, apresentou diferenças de peso, condutividade de sementes e altura de plantas inferiores aos demais. Somente em número de vagens o G2 apresentou valores superiores às demais.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Evapotranspiração das culturas diretrizes para calcular as necessidades de água das culturas**. Documento da FAO sobre irrigação e drenagem 56. Food and Agriculture Organization, Roma, 1998.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. **Seed vigor testing handbook**. East Lansing (Contribution, 32), 1983. 88p.
- BARULINA, H. Lentils of the USSR and other countries. **Bulletin of Applied Botany, Genetics and Plant Breeding**. v. 40, p. 265-304, 1930.
- BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. 8. ed. Atual. e Ampl. Viçosa: UFV, 2008. 625 p.
- BIJU, S.; FUENTES, S.; GUPTA, D. The use of infrared thermal imaging as a non-destructive screening tool for identifying drought-tolerant lentil genotypes. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 127, p. 11-24, 2018.
- BRASIL. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399 p.
- BRASILEIRO, L. O. **Efeito da densidade de plantas nos componentes de rendimento e na qualidade fisiológica de sementes de lentilha (*Lens culinaris Medik*)**. 2020, 39 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade de Brasília, Brasília, 2020.
- CONTIN, R. F. **Teste de condutividade elétrica para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de lentilha**. 2018, 25 f. Monografia (Graduação em Agronomia) - Faculdades integradas de Ourinhos, São Paulo, 2018.
- CRUSCIOL, C. A. C.; ARF, O.; ZUCARELI, C.; SILVA, R. H.; CAVARINI, C.; NAKAGAWA, J. Produtividade e qualidade fisiológica de sementes de duas cultivares de arroz de terras altas em dois sistemas de cultivo. **Revista Acta Scientiarum**, v. 24, p. 1569 – 1574, 2002.
- DUKE, J. A. Handbook of legumes of world economic importance. **Plenum**, v. 1, p. 110-112, 1981.
- EMBRAPA. **As culturas da ervilha e da lentilha**. Coleção plantar, n. 2, Brasília, 1993. 56p.
- EMBRAPA. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: Embrapa Solos/Embrapa Informática Agropecuária/Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. 370p.
- EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3. ed. Brasília: EMBRAPA, 2013. 353p.
- ERSKINE, W.; SARKER, A.; KUMAR, S. Crops than feed the world 3. Investing in lentil improvement toward a food secure world. **Food Sec.** v. 3, p.127-139, 2011.
- FAOSTAT. Crops, produção de lentilhas no mundo. 2020. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize>. Acesso em: 20/01/2022.

- FAOSTAT. (2021). **Crops, produção de lentilhas no mundo**. 2021. <Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize>>. Acesso em: 20/01/2022.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista brasileira de biometria**, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019.
- FREITAS, R. A.; NASCIMENTO, W. M. Teste de envelhecimento acelerado em sementes de lentilha. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, n. 3, p. 59 - 63, 2006.
- GORIM, L. Y.; VANDENBERG, A. Can wild lentil genotypes help improve water use and transpiration efficiency in cultivated lentil. **Plant Genetic Resources-Characterization and Utilization**, v.16, n. 5, p. 459-468, 2018.
- GORIM, L. Y.; VANDENBERG, A. Evaluation of Wild Lentil Species as Genetic Resources to Improve Drought Tolerance in Cultivated Lentil. **Frontiers in Plant Science**, v. 8, 2017.
- 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.
- HELBAEK, H. **Domestication of food plants in the Old World**. Science, v. 130, n. 3372, p. 365-372, 1959.
- IBGE. **Censo Agropecuário**. Tabela 1618. 2019. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1618#resultado>>. Acesso em: 20/01/2020.>
- JANSEN, M. E. Estimating evapotranspiration from solar radiation. **Journal of the Irrigation and Drainage division**, v.89, p. 15 - 41, 1963.
- KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Klimate der Erde**. Gotha: Verlag Justus Perthes. 1928.
- 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.
- LIU, K.; BLACKSHA, W. E.; JOHNSON, E. N.; HOSSAIN, Z.; HAMEL, C.; ST-ARNAUD, M.; GAN, Y. Lentil enhances the productivity and stability of oil seed-cereal cropping systems across different environments. **European Journal of Agronomy**, v.105, p. 24 – 31, 2019.
- MAHROOKASHANI, A.; SIEBERT, S.; HÜGING, H.A.; EWERT, F. Independent and combined effects of high temperature and drought stress around anthesis on wheat. **Journal of Agronomy & Crop Science**, n. 203, p.453–463, 2017.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495p.
- MARCOS FILHO, J. Testes de vigor: importância e utilização. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, p.1-21, 1999.
- NASCIMENTO, W.M.; VIEIRA, R.F.; LIMA, R.R. Lentilha. In: NASCIMENTO, W.M. (ED.) **Hortaliças Leguminosas**. 1ed. Brasília: Embrapa, v.1, p.121- 146, 2016.
- RASHEED, M.; NASEER, T.; HASSAN, A.; HASSAN F.; HAYAT, R.; JILANI, G.; VASEER, S. G.; ALI, M. B. Isolation of nodule associated bacteria for promotion of lentil growth. **Pakistan Journal of Agricultural Research**, v. 33, p. 170 – 179, 2020.
- RAWAL, V.; BANSAL, V. **Lentil: emergence of large-scale, export-oriented production**. Rome: FAO. p.71-85, 2019.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. V. H. **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5^a Aproximação**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. 359 p.

SALINAS, A. R.; ZELENER, N.; CRAVIOTTO, R. M.; BISARO, V. Respuestas fisiológicas que caracterizan el comportamiento de diferentes cultivares de soja a la deficiencia hídrica en el suelo. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v. 31, p. 331-338, 1996.

SHAHWAR, D.; BHAT, T. M.; ANSARI, M. Y. K.; CHAUDHARY, S.; ASLAM, R. Health functional compounds of lentil (*Lens culinaris* Medik). **International Journal of Food Properties**, v. 201, p. 1.-15, 2017.

SHONS, P. F.; LEITE, A. V.; NOVELLO, D.; BERNARDI, D. M.; MORATO, P. N.; ROCHA, L. M.; REIS, S. M. P. M.; MIYASAKA, C. K.. Eficiência protéica da lentilha (*Lens culinaris*) no desenvolvimento de ratos wistar. **Brazilian Journal of Food and Nutrition**, v. 20, n. 2, p. 255-260, 2009.

STRYDHORST, S.; OLSON, M. A.; VASANTHAN, T.; McPHEE, K. E.; McKENZIE, R. H.; HENRIQUEZ, B.; TIEULIE, J.; MIDDLETON, A.; DUNN, R.; PFIFFNER, P.; COLES, M. B.; KRUGER, A.; BOWNESS, R.; BING, D. J.; BEAUCHESNE, D. Adaptability and quality of winter pea and lentil in Alberta. **Agronomy Journal**, v. 107, p. 2431 – 2448, 2015.

THOMAS, A. L.; COSTA, J. A. **Estresse hídrico em soja: impacto no potencial de rendimento de grãos**. Porto Alegre: Evangraf, 2010. 248p.

VADEZ, V.; BERGER, J.D.; WARKENTIN, T.; ASSENG, S.; RATNAKUMAR, P.; RAO, K.P.C.; GAUR, P.M.; MUNIER-JOLAINM N.; LARMURE, A.; VOISIN, A-S; SHARMA, H.C; PANDE, S.; SHARMA, M.; KRISHNAMURTHY, L.; ZAMAN, M. A. Adaptation of grain legumes to climate change: a review. **Agronomy for Sustainable Development**, n. 32, p.31–44, 2012.

VAN GENUCHTEN, M. T. A closed form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturad soils. **Soil Science Society America Journal**, v.44, p.892-898, 1980.

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

VIEIRA, C.; VIEIRA, R. F. **Leguminosas graníferas**. Viçosa, Editora UFV. 2001. 206 p.

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.