

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
RONDÔNIA – IFRO, *CAMPUS* COLORADO DO OESTE
CURSO DE ENGENHARIA AGRÔNOMICA**

**INFLUÊNCIA DA DISPONIBILIDADE HÍDRICA NA GERMINAÇÃO DE
SEMENTES DE PIMENTA DE CHEIRO (*Capsicum chinense*)**

WALMIR RODRIGO SOARES LIMA

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
RONDÔNIA – IFRO, *CAMPUS* COLORADO DO OESTE
CURSO DE ENGENHARIA AGRONÔMICA**

WALMIR RODRIGO SOARES LIMA

**INFLUÊNCIA DA DISPONIBILIDADE HÍDRICA NA GERMINAÇÃO DE
SEMENTES DE PIMENTA DE CHEIRO (*Capsicum chinense*)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Agronômica, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia, IFRO *Campus* Colorado do Oeste, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Agronômica.

**Orientadora: Profa. Dr^a. Roberta Carolina
Ferreira Galvão de Holanda.**

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Gerador de Ficha Catalográfica do IFRO,
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

Lima, Walmir Rodrigo Soares.

Influência da disponibilidade hídrica na germinação de Sementes de
pimenta de cheiro (*Capsicum chinense*) / Walmir Rodrigo Soares Lima,
Colorado do Oeste-RO, 2021.
31 f. : il.

Orientador(a): Prof^a. Dra Roberta Carolina Ferreira Galvão de Holanda.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Instituto
Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - IFRO, Colorado do
Oeste-RO, 2021.

1. Umidade. 2. Tempo. 3. Agricultura. I. Holanda, Roberta Carolina
Ferreira Galvão de (orient.). II. Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia de Rondônia - IFRO. III. Título.

Bibliotecário(a) Responsável: Juliana Machado da Silva Sasset, CRB-11/1140 (Campus Colorado do Oeste)

**INFLUÊNCIA DA DISPONIBILIDADE HÍDRICA NA GERMINAÇÃO DE
SEMENTES DE PIMENTA DE CHEIRO (*Capsicum chinense*)**

WALMIR RODRIGO SOARES LIMA

Aprovado em: __/__/__

Roberta Carolina Ferreira
Galvão de Holanda
Orientadora

Ernando Balbinot
Membro 1 da Banca Avaliadora

Marcos Aurélio Anequine de Macedo
Membro 2 da Banca Avaliadora

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Montagem das caixas gerbox com sementes de pimenta.....	12
Figura 2. Montagem das unidades experimentais e organização da BOD com as amostras....	13
Figura 3. Teste de azul de evans em sementes dos tratamentos.....	16
Figura 4. Modificações de coloração do tratamento com irrigação 2,5 x msp de sementes de pimenta	17
Figura 5. Modificações da coloração do tratamento 3,5 x msp de sementes de pimenta.....	18
Figura 6. Modificações de coloração do tratamento 4,5 x msp de sementes de pimenta.....	18
Figura 7. Percentual de germinação de sementes de pimenta de cheiro (<i>Capsicum chinense</i>).	19
Figura 8. Número de sementes germinadas de pimenta de cheiro (<i>Capsicum chinense</i>) a partir do oitavo dia de germinação.....	21
Figura 9. Massa fresca de sementes de pimenta (MFS) conforme os tratamentos (Teste de Dunn $\alpha=0,05$).....	22
Figura 10. Massa seca de sementes de pimenta (MSS) conforme os tratamentos (Teste de Dunn $\alpha=0,05$).....	23
Figura 11. Massa fresca de plântulas de pimenta (MFP), conforme os tratamentos (Teste de Dunn $\alpha=0,05$).....	24
Figura 12. Massa seca de plântula de pimenta de cheiro (MSP) entre os tratamentos (Teste de Dunn $\alpha=0,05$).....	25
Figura 13. Comprimento de plântula de pimenta de cheiro entre os tratamentos (Teste de Dunn $\alpha=0,05$).....	26

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Descrição dos tratamentos.	12
Tabela 2. Organização de plântulas e sementes para pesagem.....	14

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	9
2.1. Caracterização das plantas de pimentas de cheiro (<i>Capsicum chinense</i>)	9
2.2. Uso da pimenta de cheiro	10
3. MATERIAIS E MÉTODOS	11
3.1 Condições experimentais	11
3.2 Parâmetros avaliados	13
3.3 Delineamento experimental	14
3.4 Análises estatísticas	15
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	15
4.1 Teste de azul de evans	15
4.2 Análises Visuais e taxa de germinação das sementes	16
4.3 Número de Sementes Germinadas	20
4.4 Massa fresca e seca de sementes	21
4.5 Massa fresca, seca e comprimento de plântulas	23
5. CONCLUSÃO	26
REFERÊNCIAS	28

INFLUÊNCIA DA DISPONIBILIDADE HÍDRICA NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE PIMENTA DE CHEIRO (*Capsicum chinense*)

RESUMO: O gênero *Capsicum*, apresenta grande importância econômica mundial e nacional, sendo parte do patrimônio gastronômico do país com potencial de crescimento, principalmente dentro da agricultura familiar. A avaliação da germinação, utilizando diferentes níveis de umidade, é importante para determinar a quantidade de água necessária para a ativação dos processos metabólicos em sementes de pimenta de cheiro. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a germinação de sementes de pimenta de cheiro sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica, para determinar o manejo hídrico adequado. O experimento foi conduzido no Laboratório de Fisiologia Vegetal do IFRO, *Campus* Colorado do Oeste/RO, em delineamento DIC, constituído por 4 tratamentos contendo 100 sementes, em 5 repetições, destinando à última repetição de todos os tratamentos para a avaliação do teste azul de evans. Foram realizadas as seguintes avaliações: avaliação visual, determinação de morte celular, determinação de taxa de germinação, massa fresca e seca de semente, massa fresca e seca de plântula e comprimento de plântula. Os resultados foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk, teste de Kruskal-Wallis e teste de Dunn. Os resultados indicaram que o nível umidade que proporciona maior porcentagem de germinação foi de 3,5 x massa seca do papel, com 47% de germinação, por fornecer a quantidade de água necessária para a ativação metabólica da semente. Para sementes de pimenta de cheiro, neste trabalho, não se observou germinação no 7º dia de avaliação, provavelmente, porque as sementes apresentaram baixo vigor, devido ao transporte e armazenamento desde a fábrica ao consumidor final. As sementes podem ter permanecido durante tempo determinado, sob condições não controladas, tais como temperatura, umidade, luminosidade, podendo causar deterioração, perda de vigor e qualidade fisiológica, devido às baixas condições de conservação, fato que pode ter influenciado nos resultados deste trabalho.

Palavras-chave: Umidade; Tempo; Agricultura

THE INFLUENCE OF WATER AVAILABILITY ON THE GERMINATION OF SMOKED PEPPER SEEDS (*Capsicum chinense*)

ABSTRACT: The genus *Capsicum*, presents great economic importance worldwide and nationally, being part of the gastronomic heritage of the country with potential for growth, especially within the family farming. The evaluation of germination, using different levels of humidity, is important to determine the amount of water needed for the activation of metabolic processes in seeds of *Capsicum*. Thus, the objective of this work was to evaluate the germination of red bell pepper seeds under different levels of water availability, to determine the appropriate water management. The experiment was conducted in the Laboratory of Plant Physiology of IFRO, Campus Colorado do Oeste/RO, in a DIC design, consisting of 4 treatments containing 100 seeds, in 5 repetitions, with the last repetition of all treatments being used to evaluate the Evans blue test. The following evaluations were performed: visual evaluation, determination of cell death, determination of germination rate, seed fresh and dry mass, seedling fresh and dry mass, and seedling length. The results were submitted to the Shapiro-Wilk normality test, Kruskal-Wallis test, and Dunn's test. The results indicated that the humidity level that provided the highest germination percentage was 3.5 x paper dry mass, with 47% germination, for providing the amount of water needed for metabolic activation of the seed. In this work, no germination was observed on the 7th day of evaluation, probably because the seeds presented low vigor, transport and storage from the factory to the final consumer. The seeds may have remained for a determined time, under uncontrolled conditions, such as temperature, humidity, light, which may cause deterioration, loss of vigor and physiological quality, due to the low conditions of conservation, a fact that may have influenced the results of this work.

Keywords: Moisture; Time; Agriculture

1. INTRODUÇÃO

Pimentas do gênero *Capsicum* apresentam grande diversidade, mais de 30 espécies e “variedades”! A espécie *Capsicum chinense* L. conhecida popularmente como pimenta de cheiro, pertence à família Solanaceae e ao gênero *Capsicum*, apresenta origem nas Américas, principalmente na região amazônica com a maior diversidade, onde os indígenas foram responsáveis pela sua domesticação (CERQUEIRA, 2012), sendo as pimentas “Murupi” e “de Cheiro” (MATOS et al., 2017), as mais consumidas. Os gêneros *Piper* e *Capsicum* apresentam as principais espécies de pimenta consumidas (BONTEMPO, 2007).

Estima-se que a produção mundial de pimentas em 2018 tenha sido de 40,9 milhões de toneladas, em cerca de 3,8 milhões de hectares, os principais produtores mundiais foram a China (45,3%), México (8,4%), Turquia (6,3%), Indonésia (6,2%) e Índia (4,6%). No Brasil a produção anual de pimentas é estimada em 280 mil t, em área de 13 mil ha, sendo Minas Gerais o principal produtor responsável por 2.898 t, seguido de São Paulo, Goiás e Rio Grande do Sul (PINTO e DONZELE, 2020). A produção nacional é de difícil determinação, devido à comercialização em feiras e comércio local que não fazem parte das estatísticas, contudo, o país ainda ocupa na América Latina o segundo lugar no *ranking* de comércio de molhos de pimenta (SILVA 2013; MATOS et al., 2017).

O mercado mundial apresenta grande potencial de crescimento, envolvendo desde pequenas fábricas artesanais de conservantes e multinacionais de exportação de páprica, especiarias e temperos. As pimentas apresentam grande importância econômica nacional, como fonte de renda e geração de empregos principalmente para a agricultura familiar (ALVES et al., 2020). Estima-se que do preparo de solo à colheita a atividade seja responsável pela geração de três a quatro empregos diretos (DOMENICO et al., 2012).

Cultivada em todas as regiões do Brasil, a pimenta é plantada tradicionalmente por pequenos produtores e em propriedades familiares. A cultura se ajusta perfeitamente aos modelos de agricultura familiar e de integração pequeno agricultor-agroindústria, trazendo bom retorno financeiro, mesmo quando plantada em pequenas áreas, onde a cultura permite a fixação de pequenos produtores rurais e suas famílias no campo, a contratação sazonal de mão-de-obra durante o período de colheita, o estabelecimento de novas indústrias processadoras e, conseqüentemente, a geração de novos empregos (GONCALVES et al., 2014).

A pimenta de cheiro (*Capsicum chinense*) apresenta como principal forma de propagação, a semente. Tendo em vista que, a necessidade hídrica é diferente para cada espécie e região, faz-se necessário estimar a quantidade de água que a semente necessita para germinar (SILVA et al, 2014).

Do ponto de vista fisiológico, a germinação é caracterizada pelo início da atividade metabólica, que, sob condições apropriadas, proporciona o desenvolvimento do eixo embrionário (BORGES e RENA, 1993). Isso ocorre seguido da embebição de água pela semente, com posterior intervalo de preparação e ativação do metabolismo e, então, o crescimento do embrião. O início do crescimento ocorre com a expansão e a divisão celular conjuntamente, proporcionando o alongamento embrionário (CASTRO et al., 2006; LARCHER, 2004) e assim, caracteriza o final do processo germinativo a partir do momento em que a plântula formada não depende das reservas nutritivas da semente para sua manutenção.

A germinação das sementes pode ser influenciada por uma série de fatores, tais como a umidade, temperatura, oxigênio e luz (BEWLEY, BLACK, 1994). Para que tal processo seja bem sucedido, é imprescindível a combinação desses fatores, levando em consideração as peculiaridades inerentes a cada espécie (RORATO, 2010). Nesse sentido, o conhecimento dos fatores que influenciam a germinação torna-se de extrema importância, pois permite que os mesmos sejam controlados e manipulados para otimizar a porcentagem, velocidade e uniformidade de germinação, resultando na produção de mudas mais vigorosas para plantio, com conseqüente minimização dos gastos com perdas por mortalidade (NASSIF; VIEIRA; FERNANDES, 1998).

Segundo Senra et al. (2018), o teste de germinação de sementes é rotineiramente empregado nos laboratórios de análise de sementes, sendo utilizado para fornecer uma estimativa da qualidade fisiológica de sementes. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes níveis de umidade sobre a germinação de sementes de pimenta de cheiro, a fim de determinar o manejo hídrico adequado e a influência deste fator na germinação para a produção de mudas de pimenteiras.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Caracterização das plantas de pimentas de cheiro (*Capsicum chinense*)

As pimentas de cheiro são plantas arbustivas, com altura entre 45 a 76 cm, com muitas ramificações laterais. Possuem folhas ovado-lanceoladas com 10 cm, rugosas e com coloração verde claro ao escuro (LUZ, 2007). Realizam autopolinização e em

alguns casos pode ocorrer polinização cruzada de plantas próximas, ciclo de vida variando de acordo com a região de cultivo sendo anual ou perene (PEREIRA, 2018)

Os frutos apresentam comprimento de 1,0 a 12,0 cm com formatos variados esféricos ou alongados, coloração variando entre salmão, amarelo, laranja, vermelho e marrom (LUZ, 2007). Apresentam sementes com formato reniforme, aplanadas, claras e pequenas produzidas em grande quantidade em cada fruto (PEREIRA, 2018).

As pimentas são frutos doces variando de suave a picantes e extremamente aromáticos, muito utilizadas em saladas, pizzas ou no preparo de carnes e peixes como tempero (RIBEIRO et al., 2020). Muito característico das pimentas, o sabor picante presente no fruto é da presença dos capsaicinóides que podem corresponder até 1% da matéria seca, os principais são a capsaicina e dihidrocapsaicina. A coloração avermelhada está associada à presença de carotenóides e ácido ascórbico (LUZ, 2007).

As plantas de pimentas de cheiro sofrem bastante influência da variação climática no desenvolvimento afetando sua produção de frutos, qualidade de frutos (teores de açúcar, vitamina C e intensidade de cor), assim como o vigor de suas sementes. Desenvolvendo-se bem em climas tropicais e altas temperaturas, com temperaturas ótimas para seu desenvolvimento entre 20 a 30°C, observa-se a inibição da germinação em temperaturas abaixo de 15 °C (PINTO, 2006). Elas passam por um processo de secagem, para reduzir o percentual de água a níveis adequados e preservar suas características fisiológicas de vigor e germinação durante o armazenamento até a semeadura (SILVA et al., 2015).

2.2. Uso da pimenta de cheiro

No Brasil o cultivo do gênero *Capsicum* apresenta grande importância econômica, pois está diretamente ligado à agricultura familiar. Presente na culinária mundial, vem se destacando também como alimento funcional devido ao seu alto valor nutricional rico em vitamina A, C e E, carotenóides, minerais fundamentais e substâncias antioxidantes (PEREIRA, 2018).

Grande parte da comercialização da pimenta ocorre na sua forma *in natura*, com pequena participação do atacado e varejo. Um segmento que vem crescendo e ganhando grande destaque é a exportação de pimentas processadas com a finalidade de produção de produtos alimentícios, farmacêuticos, cosméticos e ornamentais. Nota-se, um mercado amplo e diversificado que envolve diversos setores desde produções caseiras de conservas a multinacionais com produção de especiarias e temperos. Além de

abastecer o mercado interno, parte da produção brasileira é exportada na forma de conservas, desidratada, páprica e pasta (MELO, 2011).

A procura pelas pimentas no Brasil e no mundo cresce de forma constante o que acarreta na geração de emprego e renda, principalmente para a agricultura familiar e pequenas indústrias de conservas. Devido a esta característica, o cultivo é essencialmente realizado por meio da propagação via semente (PEREIRA, 2018).

Para hortaliças de frutos carnosos, como a pimenta, a maturidade das sementes geralmente coincide com o início da mudança de coloração dos frutos, normalmente de verdes para manchas avermelhadas. É importante destacar que nem sempre há necessidade de se esperar pela maturação completa dos frutos para retirar as sementes (DIAS et al., 2006). Outro aspecto interessante, e já comprovado, é que a maturidade fisiológica das sementes se completa quando os frutos colhidos são mantidos por sete a dez dias em repouso, em local fresco e ventilado, antes da extração das sementes. Nesse caso, sementes imaturas ainda presentes no fruto completam o seu desenvolvimento, resultando em melhor qualidade fisiológica e maior rendimento de sementes (VIDIGAL et al., 2009).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Condições experimentais

O experimento foi conduzido no Laboratório de Fisiologia Vegetal, Setor de Laboratórios do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Rondônia - *Campus* Colorado do Oeste (IFRO), no mês de maio e junho de 2021. Para tanto, sementes de pimenta de cheiro, adquiridas em casas agropecuárias da região, com as seguintes características: lote 00040; 72% de germinação; 99,9% de pureza; safra 2018/2018 e validade em 05/2022 (Figura 1 - A) foram selecionadas quanto à forma e tamanho, visando a homogeneidade.

Os tratamentos consistiram na distribuição de 100 sementes sobre duas folhas de papel Germitest[®] previamente cortadas do tamanho de caixas gerbox (11 x 11 x 3,5 cm) e pesadas em balança analítica (Modelo M214Ai; BK4001). As sementes foram cobertas por uma terceira folha de papel Germitest[®] que foi umedecida sob diferentes disponibilidades hídricas com água destilada (Figura 1 - B), na quantidade de 1,5; 2,5; 3,5 e 4,5 vezes a massa seca do papel não hidratado, tratamentos denominados de T1, T2, T3 e T4 (Tabela 1). O volume de 2,5 x msp foi definido a partir do recomendado

por Brasil (2009), para as demais disponibilidades buscou-se uma aproximação em torno do estabelecido pelo RAS.

Figura 1. Montagem das caixas gerbox com sementes de pimenta.



Figura A: Sementes adquiridas e que foram utilizadas neste trabalho. Figura B: Organização das sementes na caixa gerbox.

Fonte: Arquivo pessoal, 2021

As sementes e as folhas de papel foram cobertas pela tampa das caixas gerbox, que foram acondicionadas em câmaras de germinação (BOD), a temperatura de 25°C, umidade 60 +/-2% e com fotoperíodo de 16 horas de luz e 8 horas de escuro (Figura 2). Após a irrigação inicial, não houve reposição de água.

Tabela 1. Descrição dos tratamentos.

TRATAMENTO	TEOR DE UMIDADE
T1	1,5 X msp*
T2	2,5 X msp*
T3	3,5 X msp*
T4	4,5 X msp*

* msp (massa seca do papel)

Figura 2. Montagem das unidades experimentais e organização da BOD com as amostras.



Fonte: Arquivo pessoal, 2021.

3.2 Parâmetros avaliados

Foi determinada a morte celular conforme o proposto por Silva (2009), por meio do teste de Azul-de-Evans (solução aquosa a 0,25%). Tal teste utiliza um corante azul para identificar a viabilidade celular; para tanto, o corante penetra a membrana que sofreu ruptura, colorindo o interior da célula de azul. As amostras permaneceram em solução por 15 minutos a temperatura ambiente. Após esse tempo elas foram lavadas com água destilada, observadas em lupa estereoscópica (modelo Physis®), com câmera acoplada (modelo Tucsen® e imediatamente fotografadas, para observar os aspectos dos tecidos epidérmicos. As imagens foram obtidas com aumento de 0,675x.

Visualmente procurou-se observar possíveis alterações, tais como, alteração na cor, forma e turgor das sementes 24 horas após o início e durante todo o experimento, por meio de comparações entre todos os tratamentos.

A metodologia utilizada para a realização do teste de germinação foi adaptada da metodologia descrita por BRASIL (2009). Dessa forma, foi realizada a contagem de sementes germinadas aos 5, 8, 11 e 15 dias após o início do experimento (BRASIL, 2009), por meio da seguinte fórmula:

$$G = NG \times 100 / NT$$

Onde G compreende a germinação, NG número de sementes germinadas e o NT número total de sementes colocadas para germinar.

A determinação da massa fresca de sementes e plântulas foi realizada imediatamente, por meio de pesagem em balança analítica (Modelo M214Ai; BK4001) no dia do desmonte do experimento (15º dia). Para obtenção da massa seca, as sementes e as plântulas foram organizadas em conjunto de 10 unidades (houve o descarte de sementes e plântulas anormais) conforme mostrado na tabela 1. Elas foram acondicionadas em saquinhos de papel, pesadas e colocadas para secar em estufa com circulação de ar forçada (Modelo Luca- 80/42), por 72 horas a 65º C. Após, as amostras foram acondicionadas em dessecadores, para atingir a temperatura ambiente, e, pesadas novamente em balança analítica.

Tabela 2. Organização de plântulas e sementes para pesagem.

Tratamentos	Plântulas	Sementes	Descartes
T1	0	400	-
T2	10	288	02
T3	230	163	07
T4	89	309	02

Fonte: Elaborado pelo autor

O comprimento total da raiz primária foi determinado ao término do experimento (15º dia). Para tanto, realizou-se a medição do comprimento total com o auxílio de um paquímetro modelo universal digital.

3.3 Delineamento experimental

O experimento foi conduzido em delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), com quatro tratamentos, contendo 100 sementes de pimenta de cheiro (*Capsicum chinense*), por tratamento, com 5 repetições, onde a última repetição de todos os tratamentos foram destinadas ao teste de azul de evans, deste modo para análises estatísticas resultou em 16 amostras e outras 4 foram destinadas para a realização do teste de morte celular.

3.4 Análises estatísticas

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilks ($\alpha=0,05$) e, como não foi constatada a existência de distribuição normal dos dados, foram submetidos ao teste de Kruskal-Wallis ($\alpha=0,05$), seguido pelo teste de Dunn ($\alpha=0,05$). Não foi realizada a transformação dos dados. As análises estatísticas foram realizadas no programa Sisvar® (versão 5.6).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Teste de azul de evans

Os resultados demonstraram que as células das sementes do tratamento com irrigação 2,5 x msp, apresentaram coloração azul, indicando semente totalmente inviável, devido o corante evidenciar as células mortas (Figura 3 - A). Por outro lado, para as sementes que compuseram o tratamento com irrigação 3,5 x msp, o teste indicou viabilidade, pois a raiz primária não foi corada pelo corante azul (Figura 3 -B).

Figura 3. Teste de azul de evans em sementes dos tratamentos.

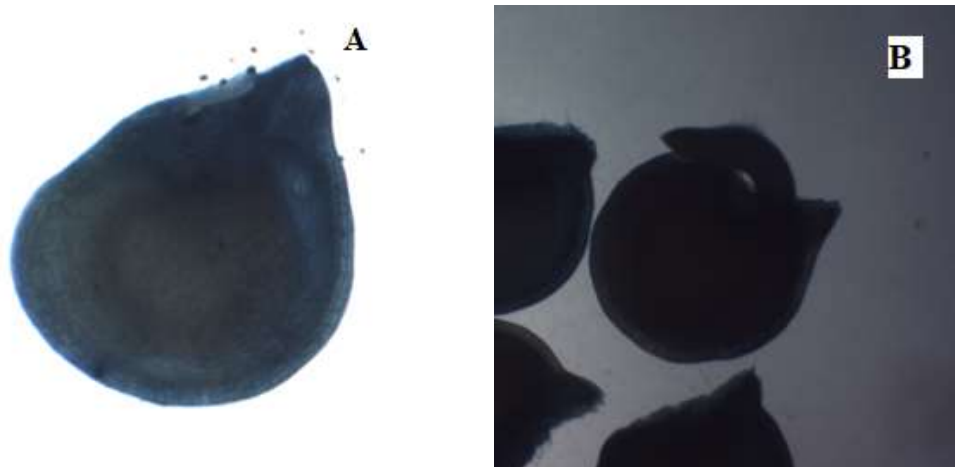


Figura A: Semente com coloração azul demonstrando semente inviável. Figura B: Presença de raiz primária sem coloração azul, resultando em semente viável.

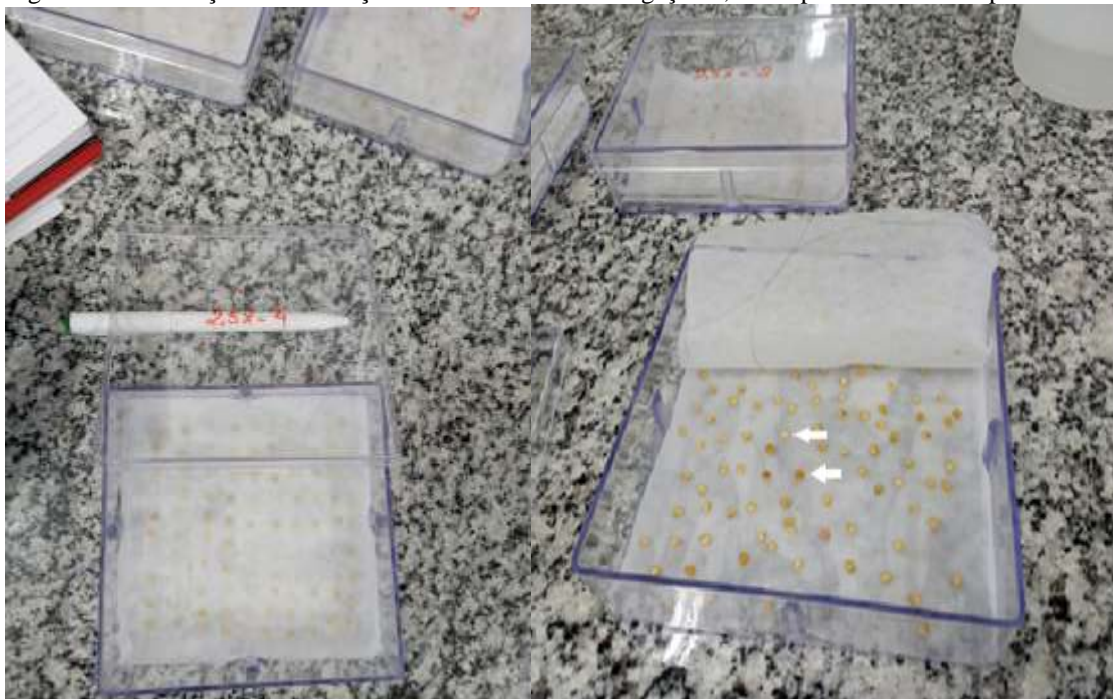
Fonte: Arquivo pessoal, 2021.

Tais resultados podem estar associados à disponibilidade hídrica, conforme pode ser observado na Figura 3 - A, pois a água não foi suficiente para que a germinação ocorresse resultando em células mortas. Outro fator resultante também se associa ao transporte e armazenamento, das sementes da fábrica ao consumidor final, pois as mesmas ficam sob condições não controladas, tais como temperatura, umidade, luminosidade, podendo causar deterioração, perda de vigor e qualidade fisiológica das sementes, devido às baixas condições de conservação.

4.2 Análises Visuais e taxa de germinação das sementes

Os resultados das análises visuais demonstraram que no tratamento com irrigação de 1,5 x msp, não houve modificações nas sementes (como em sua coloração e turgor), resultado este atribuído, provavelmente, ao baixo percentual de umidade inicial, que não foi capaz de proporcionar a plena embebição pela semente. Nesse sentido, sabe-se que, no campo, a irrigação não contínua das sementes proporciona baixos índices de germinação que variam de acordo com a espécie (GONÇALVES et al., 2014).

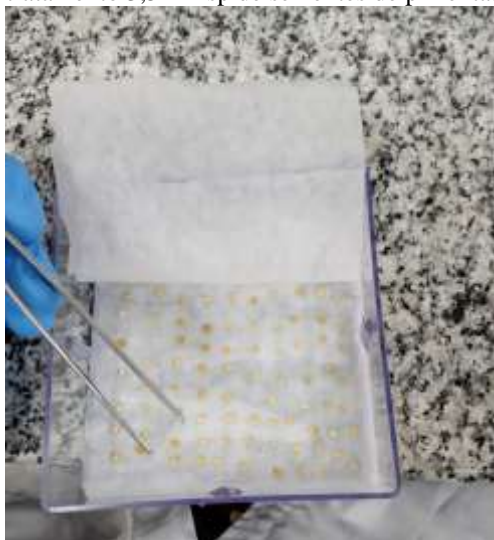
Figura 4. Modificações de coloração do tratamento com irrigação 2,5 x msp de sementes de pimenta



Fonte: Arquivo pessoal, 2021.

Nos tratamentos 2,5 x msp (Figura 4) e 3,5 x msp (Figura 5) foi observado maior turgor de sementes e coloração amarelo mais escura, enquanto no tratamento com irrigação de 4,5 x msp (Figura 6), as sementes analisadas apresentaram perda de coloração, resultando em sementes de cor amarelo clara. O processo de perda de coloração das sementes, ocorre devido ao processo de absorção de água, para que ocorra a germinação, sendo necessário um nível ideal. Nesse processo, ocorre a hidratação dos tecidos da semente e ativação dos processos metabólicos que culminam no desenvolvimento do eixo embrionário (DIAS et al., 2008), processo que não foi observado neste trabalho em 24 horas.

Figura 5. Modificações da coloração do tratamento 3,5 x msp de sementes de pimenta.



Fonte: Arquivo pessoal, 2021.



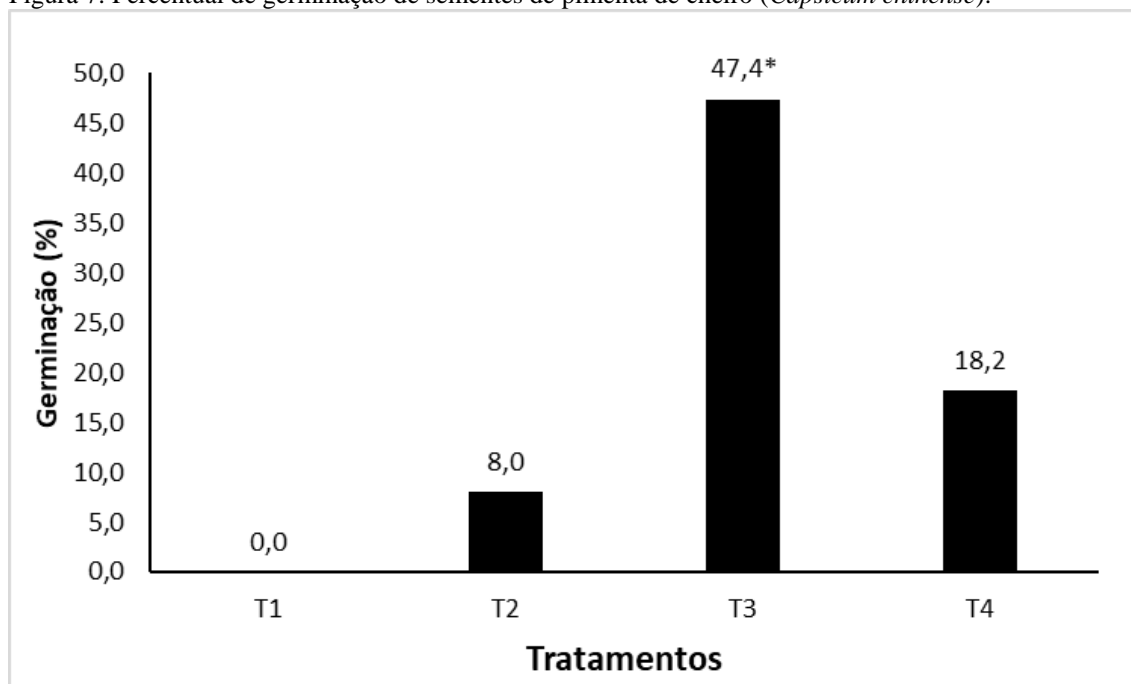
Fonte: Arquivo pessoal, 2021.

Figura 6. Modificações de coloração do tratamento 4,5 x msp de sementes de pimenta

Neste trabalho, observou-se o processo de embebição das sementes, nos tratamentos 2,5, 3,5 e 4,5 x msp, nos três primeiros dias do teste de germinação, por meio da observação do aumento no turgor das sementes, permanecendo assim até o 7º dia. Sabe-se que o processo de hidratação ocorre de forma gradativa, inicialmente, com o umedecimento dos tecidos superficiais da semente, que se estabelece conforme a água é direcionada para o seu interior. Nesta fase a quantidade de água disponível deve ser suficiente para toda a germinação, não apenas para o início do processo (MARCOS FILHO, 2016).

Os resultados demonstraram que nenhum dos tratamentos alcançou germinação superior a 47,4% - àquela observada para o tratamento com irrigação de 3,5 x msp (Figura 7). A baixa taxa de germinação dos tratamentos 1,5 e 2,5 x msp, pode ser atribuída à baixa umidade do substrato de germinação, enquanto à baixa taxa de germinação de tratamento com irrigação de 4,5 x msp, no qual observou-se um percentual de 18,2% de germinação, pode estar relacionada à alta umidade do substrato. Os resultados do tratamento 3,5 x msp se assemelham aos de Alves et al. (2020), com pimentas de cheiro que obtiveram taxa de germinação de 40%. Semelhantemente, Carmenbhering et al. (2006), utilizando 2,2x o peso seco do papel, obteve como resultado percentual de germinação de 48% em pimenta malagueta (*Capsicum frutescens* L.), resultado que foi atribuído ao baixo vigor da semente.

Figura 7. Percentual de germinação de sementes de pimenta de cheiro (*Capsicum chinense*).



Fonte: Elaborado pelo autor.

Sabe-se, segundo Lopes e Macedo (2008), que o fornecimento da quantidade adequada de água é essencial, para que ocorra a entrada de oxigênio e a transferência dos nutrientes solúveis para as diversas partes da semente. Nesse sentido, Silva et al., (2015), obtiveram resultados semelhantes aos de Lopes e Macedo (2008), na avaliação de diferentes variedades de pimentas, no qual a germinação de sementes certificadas foi de 55% ('Vulcão 2010'), enquanto a germinação de sementes obtidas de plantas cultivadas foi de 47,55% ('Chapéu de Bispo 2012'), que apresentaram baixa germinação quando extraídas de plantas cultivadas.

O tratamento com irrigação 2,5 x msp obteve 8% de germinação e o 1,5 x msp não apresentou nenhuma semente germinada (Figura 7). Esses resultados podem ser atribuídos aos problemas de baixo vigor das sementes, juntamente com a baixa umidade do substrato que não proporcionaram um ambiente adequado para que a germinação ocorresse. Nesse sentido, para alcançar um melhor vigor da semente, pode-se utilizar a técnica de condicionamento osmótico.

Nascimento e Aragão (2002), relatam que o condicionamento osmótico pode ser utilizado para melhorar a germinação de hortaliças. Essa técnica consiste em hidratar as sementes previamente para ativar suas atividades metabólicas e, posteriormente, realiza-se a secagem para a umidade inicial, desta forma se padroniza a germinação garantindo uma uniformidade em plântulas. Sendo assim, essa pode ser uma possibilidade para promover a germinação de sementes de pimenta, sob baixos níveis de umidade. A pré-

hidratação das sementes de pimentas em local arejado pode ser testada em estudos futuros sobre o tema.

Dentre os principais fatores que afetam a germinação de sementes podem estar relacionados, o processo de secagem realizado nas sementes armazenadas (TANAKA et al., 2020), aliado ao processamento de frutos com estágio de maturação fisiológica inadequada, que podem resultar em sementes com baixo vigor e baixo índice de germinação. Sendo assim, o processo de secagem podem degradar suas reservas e deve ser realizado de forma cuidadosa para evitar esses danos com o uso de altas temperaturas que ocasionam desnaturação de proteínas, alterações na atividade enzimática e estruturas celulares que juntos podem acarretar em atrasos ou que a germinação não ocorra (PEREIRA, 2018).

Pode-se inferir que os resultados de germinação do tratamento com irrigação de 4,5 x msp estejam relacionados ao excesso de água fornecida, onde as sementes realizam a embebição de forma muito rápida, e em volume maior, não havendo tempo para a reorganização das membranas celulares, causando, assim, o extravasamento dos sólidos solúveis acarretando em sementes com embrião inviável.

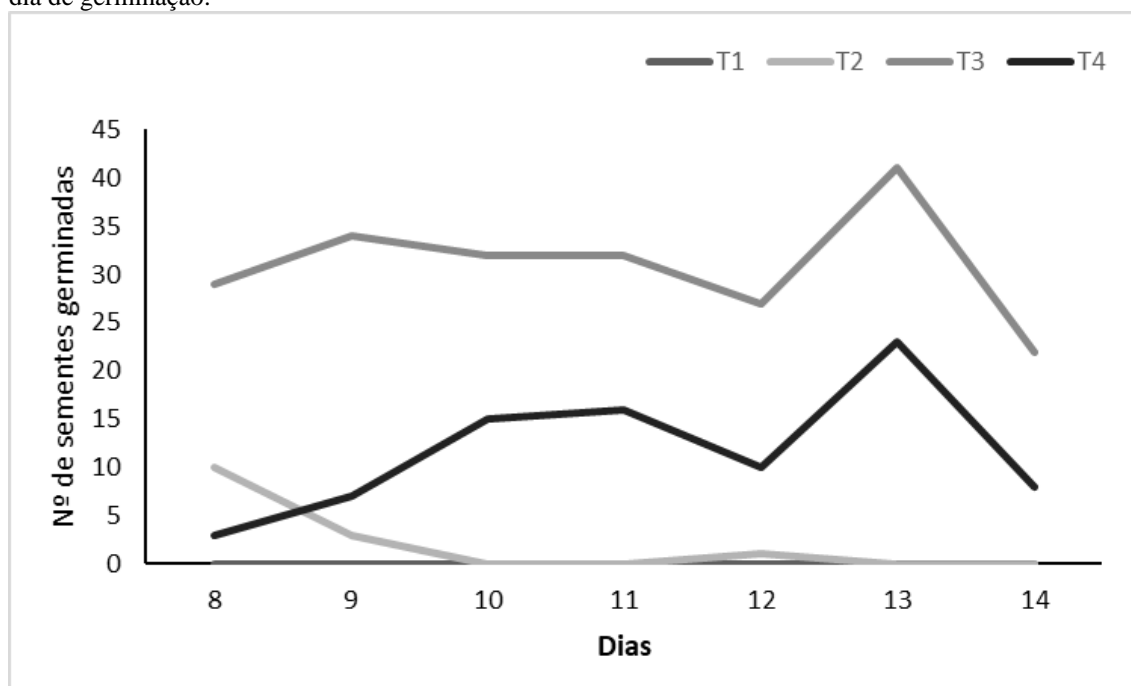
Segundo as Regras de Análise de Sementes (BRASIL, 2009), o teste de germinação de sementes de pimentas deve ser realizado aos 7 e aos 14 dias. Destaca-se que, neste trabalho, não foram observadas sementes germinadas no 7º dia. Semelhantemente, nos estudos realizados por Nascimento (2015) e Piedade (2018), nenhuma plântula estava formada no 7º dia e se as avaliações finalizaram no 14º dia, a contagem final de sementes germinadas seria inferior ao obtido nos seus trabalhos. Nesse sentido, Piedade (2018), obteve em seu trabalho resultado de estabilização de germinação apenas no 22º dia. Nascimento et al., (2015) atribuíram a baixa taxa de germinação de sementes de algumas espécies de pimentas ao tempo, sugerindo a avaliação após o 14º dia de experimento e a realização das avaliações por período de até 2 meses, divergindo, portanto, da recomendação da Regra de Análise de Sementes (RAS).

4.3 Número de Sementes Germinadas

Os resultados do número de sementes germinados após 8 dias, demonstraram que o maior pico de germinação foi observado no 13º dia, para os tratamentos 3,5 e 4,5 x msp (Figura 8). Esta avaliação permitiu identificar qual o volume de água, em função

do tempo, que melhor contribuiu para proporcionar o maior número de sementes, sendo observada no tratamento com irrigação de 3,5 x msp (Figura 8).

Figura 8. Número de sementes germinadas de pimenta de cheiro (*Capsicum chinense*) a partir do oitavo dia de germinação.



Fonte: Elaborado pelo autor.

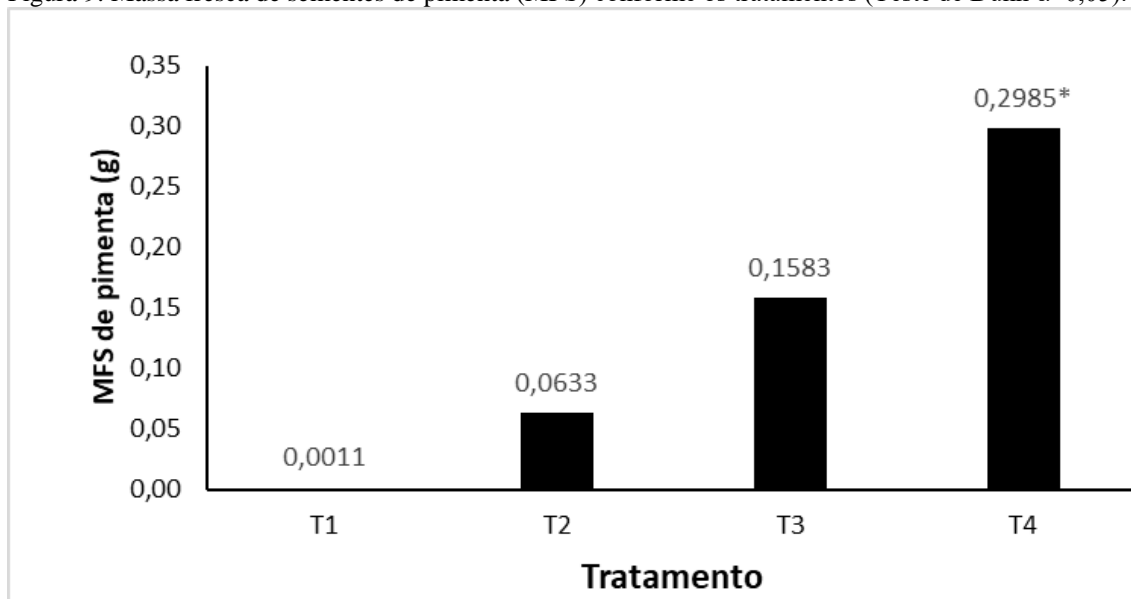
No tratamento com irrigação de 2,5 x msp, observa-se um número de sementes germinadas superior no início da germinação do 8º ao 9º dia, que reduziu e posteriormente estagnou não evoluindo (Figura 8). O tratamento com irrigação de 1,5 x msp não apresentou nenhuma germinação.

Esses resultados podem ser atribuídos ao baixo volume de água, que não permite que as sementes possam realizar as atividades fisiológicas básicas necessárias para que a germinação ocorra, como a embebição e a ativação metabólica (BORGES e RENA, 1993). Nestes casos, o percentual de umidade presente no papel germitest não foi suficiente para que os processos metabólicos ocorressem divergindo dos resultados de Dias et al., (2008), já citados anteriormente, demonstrando que a adição de água até nível de 3,5x msp permite o desenvolvimento da semente.

4.4 Massa fresca e seca de sementes

Os resultados da análise estatística indicaram que o tratamento com irrigação de 4,5 x msp proporcionou uma maior massa fresca das sementes de pimenta de cheiro (MFS) (Figura 9).

Figura 9. Massa fresca de sementes de pimenta (MFS) conforme os tratamentos (Teste de Dunn $\alpha=0,05$).

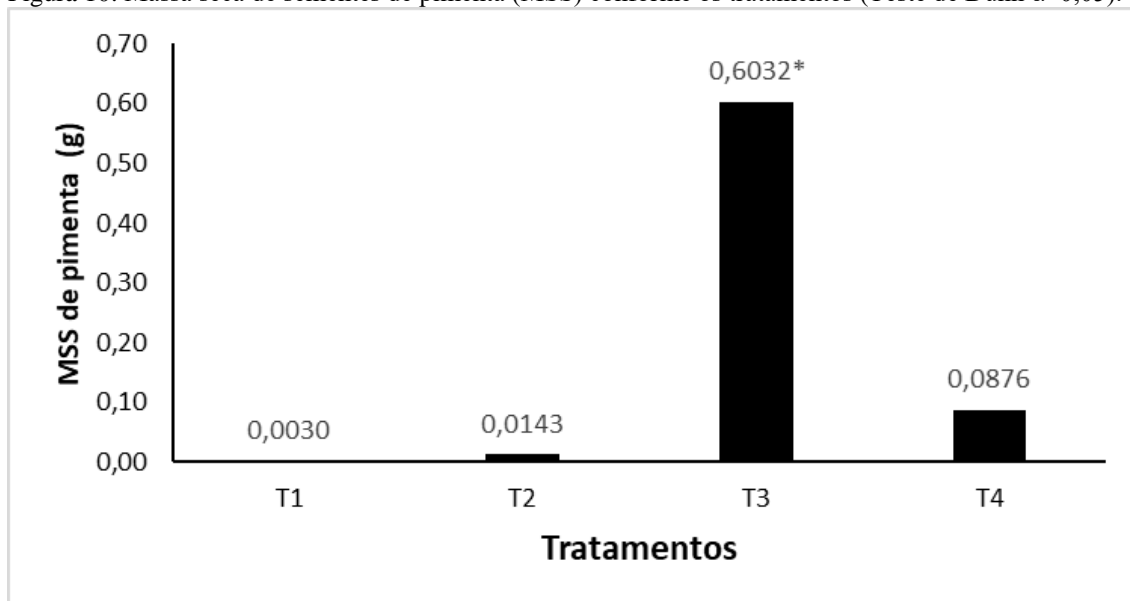


Fonte: Elaborado pelo autor.

Sabe-se que a avaliação da massa fresca de sementes pode ser utilizada para verificar o seu potencial fisiológico (TORRES et al., 2012). O resultado superior observado para o tratamento 4,5 x msp, pode ser um indicativo deste potencial. Apesar de apresentar maior massa fresca de semente, o maior nível de umidade deste tratamento, não proporcionou maior germinação.

Os resultados da análise estatística indicaram que o tratamento com irrigação 3,5 x msp proporcionou uma maior massa seca das sementes de pimenta de cheiro (MSS) (Figura 9).

Figura 10. Massa seca de sementes de pimenta (MSS) conforme os tratamentos (Teste de Dunn $\alpha=0,05$).



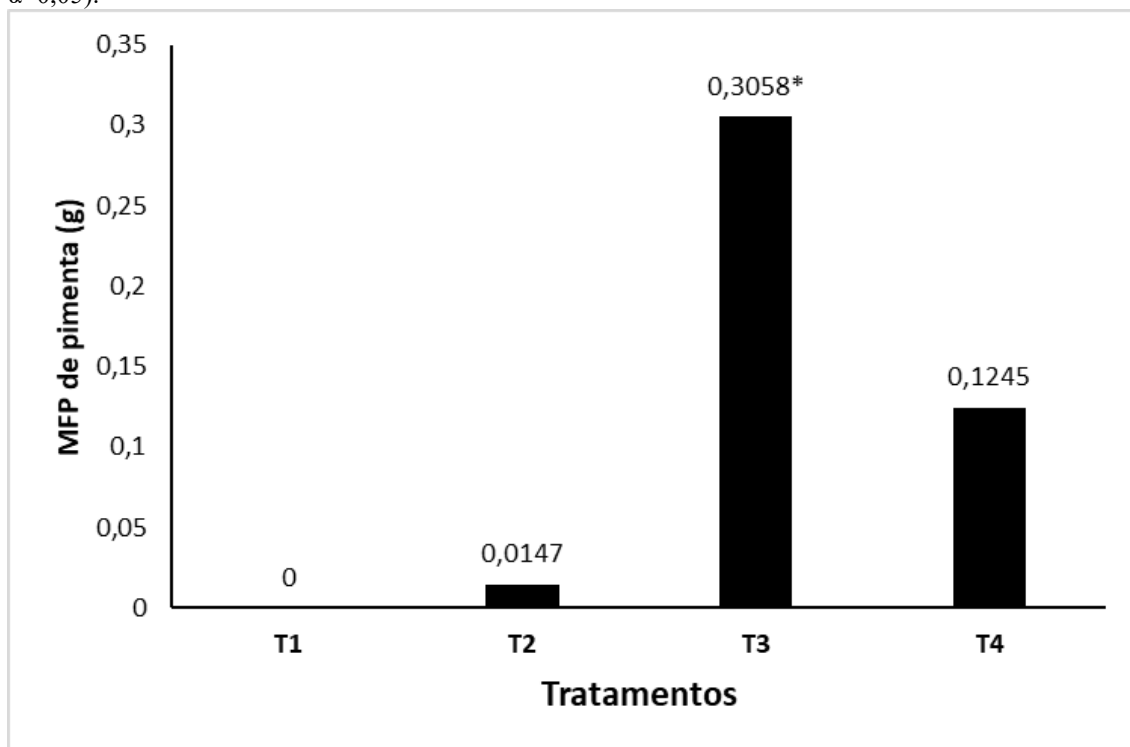
Fonte: Elaborado pelo autor.

Foi observada diferença estatística para o tratamento com irrigação de 3,5 x msp (Figura 10), com 0,6032 g, em relação aos demais tratamentos. No trabalho realizado por Mengarda e Lopes (2012), observou-se que os sólidos solúveis que são armazenados nas sementes estão atribuídos à posição do fruto na planta, onde frutos basais recebem mais sólidos solúveis que são armazenados nas sementes e, conseqüentemente, sementes com maior massa seca proporcionam maior massa seca de plântulas. Esta variável frequentemente é associada à qualidade fisiológica das sementes e é indicativo de maior percentual e menor tempo médio de germinação.

4.5 Massa fresca, seca e comprimento de plântulas

Os resultados indicaram que o tratamento com irrigação de 3,5 x msp proporcionou uma maior massa seca de plântulas de pimenta de cheiro (MFP) conforme apresentado na figura 11.

Figura 11. Massa fresca de plântulas de pimenta (MFP), conforme os tratamentos (Teste de Dunn $\alpha=0,05$).

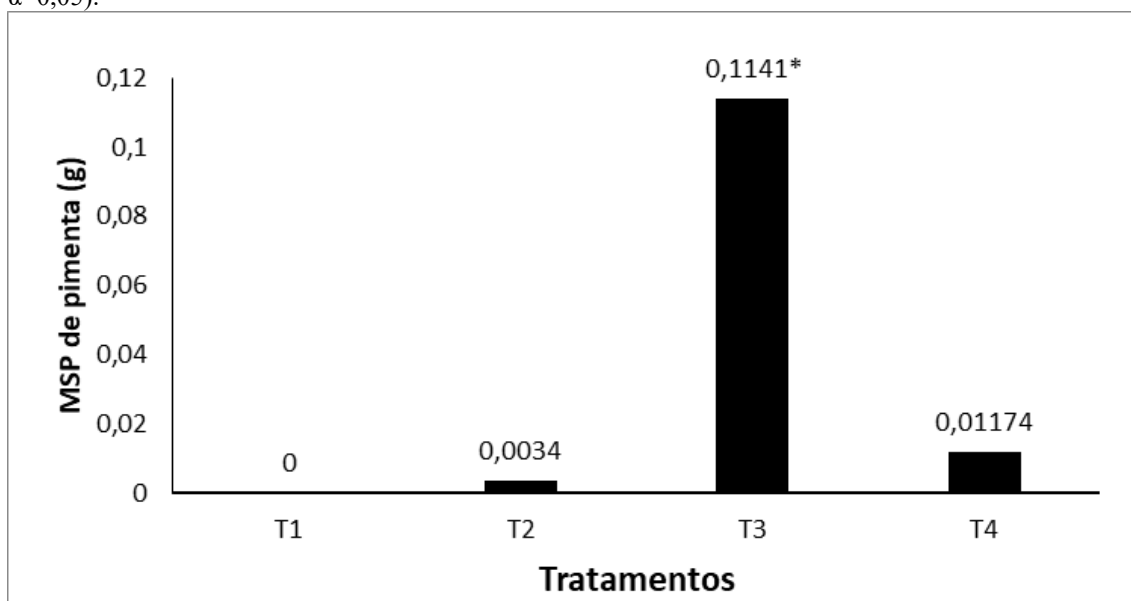


Fonte: Elaborado pelo autor

O teste estatístico indicou a existência de diferença estatística para o tratamento 3,5 x msp (Figura 6) com 0,3058 g de massa fresca de plântula. Isso confirma que os tratamentos com maior disponibilidade hídrica, proporcionam os maiores resultados para esta variável, indicando que o fornecimento de água nas quantidades adequadas permite a semente realizar embebição e desenvolvimento da plântula de forma adequada. Indicando que a disponibilidade de água de 3,5x msp proporcionou valores de MFP semelhantes ao observados por outros autores.

As análises demonstraram que o nível de umidade do tratamento 3,5 x msp proporcionou uma maior massa seca de plântulas de pimenta de cheiro (MSP) (Figura 12).

Figura 12. Massa seca de plântula de pimenta de cheiro (MSP) entre os tratamentos (Teste de Dunn $\alpha=0,05$).

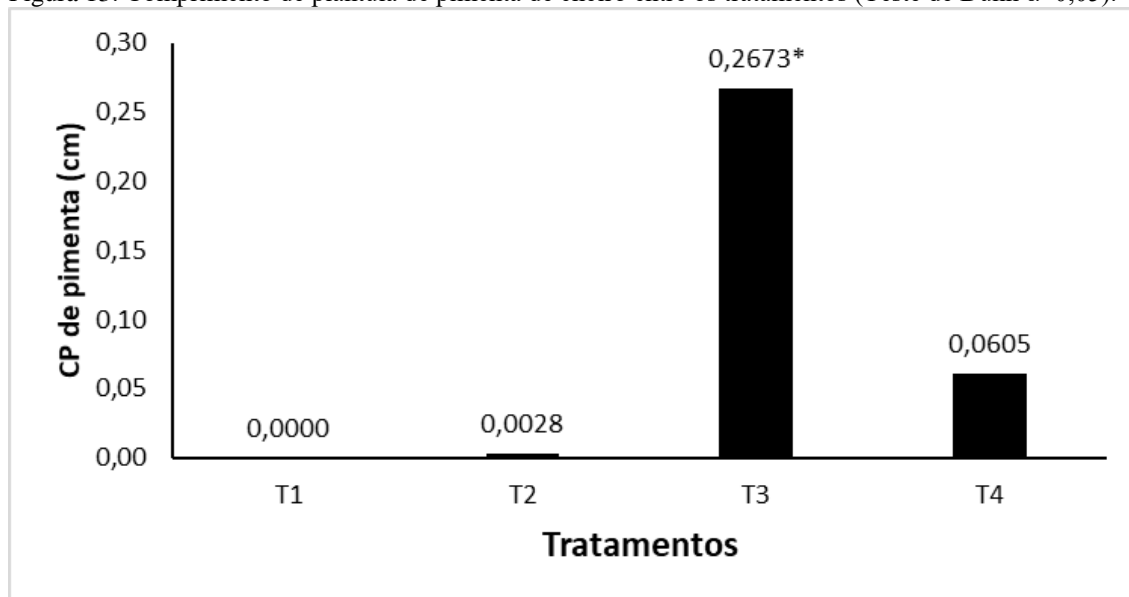


Fonte: Elaborado pelo autor

Para os dados de massa fresca de plântula, foram observadas diferenças estatísticas para o tratamento com irrigação de 3,5 x msp (0,1141 g) em relação aos demais tratamentos (Figura 12), semelhantemente ao observado para a MFP (Figura 10), Os resultados deste trabalho foram superiores e divergem do observado por Mengarda e Lopes (2012), com pimenta *Capsicum frutescens*, com 0,012 g. Assim como do observado por Piedade (2018), com a pimenta biquinho, onde os autores obtiveram resultado de 0,00073 g para esta variável.

Em relação ao comprimento de plântula, observou-se que o nível de umidade do tratamento 3,5 x mps proporcionou resultados superiores aos demais tratamentos conforme a figura 13.

Figura 13. Comprimento de plântula de pimenta de cheiro entre os tratamentos (Teste de Dunn $\alpha=0,05$).



Fonte: Elaborado pelo autor.

Observa-se a ocorrência de diferença estatística no tratamento com irrigação de 3,5 x msp, com valores de 0,2673 cm (Figura 13), em relação aos demais tratamentos, para a variável comprimento de plântula. Observa-se que os tratamentos com irrigação 1,5 e 2,5 x msp, apresentaram valor de comprimento de plântulas inferior aos demais, isso porque a baixa disponibilidade de água não proporcionou condições adequadas para que a germinação ocorresse de forma adequada, sendo que no tratamento com irrigação de 1,5 x msp a germinação não ocorreu. Resultados semelhantes foram obtidos por Piedade (2018), com a pimenta biquinho, que apresentou comprimento médio de plântula de 0,4 cm.

Dados para massa seca e fresca de plantas e sementes podem estar ligados ao acúmulo de massa, ou seja, sementes absorvem a água e dão início ao seu processo germinativo, desta forma inicia-se a divisão celular resultando em sementes com maiores pesos.

Os resultados com diferença significativa ao tratamento com irrigação de 3,5 x msp estão interligados ao número de sementes germinadas, pois o seguinte tratamento apresentou uma germinação inicial maior, resultando em maiores resultados para massa fresca e seca de sementes e plântulas.

5. CONCLUSÃO

Para sementes de pimenta de cheiro neste trabalho não se observou germinação no 7º dia de avaliação.

O tratamento com irrigação de 3,5 x msp correspondeu ao que proporcionou a maior germinação e o maior número de sementes germinadas em relação ao tempo, devido ao fornecimento da quantidade de água necessária para a ativação metabólica do processo de germinação durante os 15 dias de experimento.

Novos níveis de umidade e análise de vigor de sementes de pimenta com testes de germinação de sementes em papel germitest devem ser estudados, para que assim contribuam de forma significativa para a sociedade acadêmica.

Recomenda-se realizar as avaliações do teste de germinação em um período maior do que o recomendado no RAS, para que mais informações da germinação de espécies de pimenta possam ser descobertas.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA NETA, M. N.; SILVA, C. D.; DAMASCENO, A. S.; JORGE, E. V. C.; DAVID, A. M. S. de S. Acúmulo de massa fresca e seca de plântulas de tomate em função dos diferentes tipos de substratos utilizados. **Cadernos de Agroecologia**. Vol 10, Nº 3 de 2015.
- ALVES, A. S.; VIEIRA, J. C.; MOREIRA, F. M.; ROSSI, C. Q.; VIEIRA, D. D. S. S. Influência dos diferentes estágios de maturação do fruto na germinação de sementes de pimenta de cheiro. **Braz. J. Anim. Environ. Res.**, Curitiba, v. 3, n. 3, p. 1197-1201, jul./set. 2020.
- BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. New York: Plenum Press, 1994. 445 p.
- BONTEMPO, M. **Pimenta e seus benefícios à saúde**. São Paulo: Editora Alaúde, 2007.
- BORGES, K. C. F. et al.,[1] **Germinação de sementes e emergência de plântulas de *Luehea divaricata*** Mart. Revista Brasileira de Biociências, Porto Alegre, v. 5, supl. 2, p. 1008-1010, jul. 1993.
- BRASIL. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399 p.
- CAMENBHERING, M. DIAS, D. C. F. S.; VIDIGAL, D. S.; NAVEIRA, D. S. P. Teste de envelhecimento acelerado em sementes de pimenta. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 28, nº 3, p.64-71, 2006. [2]
- CASTRO, R. D.; BRADFORD, K. J.; HILHORST, H. W. M. **Desenvolvimento de sementes e conteúdo de água**. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. (Orgs.). Germinação: do básico ao aplicado. Porto Alegre: Artmed, 2006. p. 149-162.[3]
- CERQUEIRA, P. A. **Conservação pós colheita de pimentas de cheiro (*Capsicum chinense*) armazenadas sob atmosfera modificada e refrigeração**. 2012. Tese de Doutorado. Tese de Mestrado, Universidade de Tocantins, Gurupi-GO, 4. p.
- DIAS, D. C. F. S.; RIBEIRO, F. P.; DIAS, L. A.; SILVA, D. J. H.; VIDIGAL, D. S. Maturação de sementes de tomate em função da ordem de frutificação da planta. **Ceres**, v.53, n. 308, p. 446-456, 2006.
- DIAS, M. A.; LOPES, J. C.; CORRÊA, N. B.; DIAS, D. C. F. S. Germinação de sementes e desenvolvimento de plantas de pimenta malagueta em função do substrato e da lâmina de água. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 30, nº 3, p. 115-121, 2008.
- DOMENICO CI; COUTINHO JP; GODOY HT; MELO AMT. 2012. Caracterização agrônômica e pungência em pimenta de cheiro. **Horticultura Brasileira** 30: 466-472.
- DOMENICO, Carolina Iatesta. Caracterização agrônômica e pungência em pimenta (*Capsicum chinense* Jacq.) 2012. 38f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia da Produção Agrícola) Pós-Graduação – IAC.

GONÇALVES, V. D.; MULLER, D. H.; FAVA, C. L. F.; CAMIL, E. C.. Maturação fisiológica de sementes de pimenta ‘bode vermelha’. Revista Caatinga, Mossoró, v. 28, n. 3, p. 137 – 146, jul.- set., 2014.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: RIMA, 2004. 531 p.

LOPES, J. C.; MACEDO, C. M. P. Germinação de sementes de couve chinesa sob influência do teor de água, substrato e estresse salino. **Rev. bras. sementes** 30 (3) 2008.

LUZ, F. J. F. Caracterizações morfológica e molecular de acessos de pimenta (*Capsicum chinense* jacq.). Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2007.

MARCOS-FILHO, J. Germinação de sementes. 2016. Disponível em: <http://www.lpv.esalq.usp.br/sites/default/files/Germina%C3%A7%C3%A3o%20PG%202018%20pdf.pdf>. Acesso em: 11/09/2021.

MELO, C. M. T.; COSTA, L. A. da; BONNAS, D.S.; CHANG R. **Compostos Fenólicos e Capacidade Antioxidante de Pimentas *Capsicum chinense* (bode), *Capsicum baccatum* variedade *praetermissum* (cumari) e *Capsicum frutescens* (malagueta)**. 2011, p.1-6. Instituto Federal do Triângulo Mineiro-Campus Uberlândia- IFTM – Uberlândia, Universidade Federal de Uberlândia – UFU – Uberlândia – Brasil, 2011.

MENGARDA, L. H. G.; LOPES, C. Qualidade de sementes e desenvolvimento inicial de plântulas de pimenta malagueta e sua relação com a posição de coleta de frutos. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 34, nº 4 p. 644 - 650, 2012.

NASCIMENTO, W. M. Condicionamento osmótico de sementes de hortaliças visando a germinação em condições de temperaturas baixas. Horticultura brasileira, Brasília, v.23, n.2, p.211-214, 2015.

NASCIMENTO, W. M.; ARAGÃO, F. A. S. Condicionamento osmótico de sementes de melão: absorção de água e germinação em diferentes temperaturas. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 24, nº 1, p.153-157, 2002.

NASSIF, S. M. L.; VIEIRA, I. G.; FERNANDES, G. D. **Fatores externos (ambientais) que influenciam na germinação de sementes**. Piracicaba: IPEF/LCF/ESALQ/USP, 1998. Disponível em: <http://www.ipef.br/tecsementes/germinacao.asp/>. Acesso em: 30 mar. 2021

PEREIRA, N. A. E. Variabilidade fisiológica na maturação e secagem em sementes de pimenta-de-cheiro (*Capsicum baccatum* L.). Dissertação de mestrado (Horticultura Tropical). Universidade Federal de Campina Grande, Pombal – PB, 2018.

PIEIDADE, M. B. S. Características dos frutos e das sementes de pimentas, em função da variação dos teores de capsaicina. Dissertação de mestrado (Fitotecnia), Universidade de São Paulo, escola superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Piracicaba, 2018.

PINTO, C. M.F.; DONZELE, S. M. L.; **Como cultivar pimentas *Capsicum***. 2020. Disponível em: <https://revistacampoenegocios.com.br/como-cultivar-pimentas-capsicum/>. Acesso em: 14/08/2021.

PINTO, M. F. Clima, época de semeadura, produção de mudas, plantio e espaçamento na cultura da pimenteira. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 27, n. 235, p. 40-49, 2006.

RIBEIRO, C. S. C.; CARVALHO, S. I. C.; REIFSCHNEIDER, F. J. B.; BIANCHETTI, L. B.; LOPES, C. A.; M, F. L.; A. R.; A. M. Q. D.; PINHEIRO, J. B.; NAGATA, A. K. I.; RAGASSI, C. F. Cultivares de pimentas das espécies *Capsicum* spp. desenvolvidas pela Embrapa Hortaliças. Embrapa, Circular técnica 172. Brasília, DF, Outubro, 2020

RORATO, D. G. **Germinação de sementes e crescimento inicial de mudas de *Matayba eleagnoides* Radlk.** 2010. 33 f. Monografia (Trabalho de conclusão de curso em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010. <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/79213/Samira%20de%20Aquino%20Leite%20Fiordalisi.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 20/08/2021.

SILVA, B. R.; SCHARDOSIM, S. E.; SELAU, D. E.; CANDIA, A. S. F.; SEIBERT, E. Avaliação da germinação e do desenvolvimento das mudas de diferentes variedades de pimentas. 2º Simpósio de Integração Científica e Tecnológica do Sul Catarinense – SICT-Sul, 2013.

SILVA, L. C. **Viabilidade de células pró-embriogênicas e suspensão de Murici-pequeno.** Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras, 2009. Disponível em: http://repositorio.ufla.br/jspui/bitstream/1/2421/2/DISSERTA%C3%87%C3%83O_Viabilidade%20de%20c%C3%A9lulas%20pr%C3%B3-embriog%C3%AAnicas%20e%20suspens%C3%A3o%20celular%20de%20murici-pequeno.pdf. Acesso em: 21/08/2021.

SILVA, V. F.; NASCIMENTO, E. C. S.; ANDRADE, L. O.; BARACUHY, J. G. V.; LIMA, V. L. A. Efeito do substrato bovino na germinação de pimenta biquinho (*Capsicum chinense*) irrigação com água residuária. **REMOA** - v.13, n.5, dez. 2014[6], p.3865-3871.

SILVA, W. S.; COSTA, L. M.; RESENDE, O.; OLIVEIRA, D. E. C.; SOARES, R. S.; VALE, L. R. S. Higroscopicidade das sementes de pimenta (*Capsicum chinense* L.). R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental, v.19, n.8, p.780–784, 2015.

TANAKA, A. H. A.; MERA, W. Y. W. L.; SILVA, A. O.; VIEGAS, I. J. M. Diferentes tempos de pré-limpeza e tipos de embalagens na conservação de pimenta-de-cheiro (*Capsicum chinense* Jacq). **Research, Society and Development**, v. 9, n. 11, e7799118964, 2020.

TORRES, S. B.; PEREIRA, R. A. Condutividade elétrica em sementes de rúcula. Revista Brasileira de Sementes, v.32, n.4, p. 58-70, 2012.

VIDIGAL, D. S.; DIAS, D. C. F. S.; PINHO, E. V. R. V.; DIAS, L. A. S. Alterações fisiológicas e enzimáticas durante a maturação de sementes de pimenta (*Capsicum annum* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 31, nº 2, p.129-136, 2009.