

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO AMAPÁ.
BACHARELADO EM ENGENHARIA AGRÔNOMICA
CAMPUS PORTO GRANDE

ALÉXIA SANTOS MACIEL
LOYSE SANTOS NASCIMENTO

**QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE JURUBEBA (*Solanum paniculatum*
L.) EM FUNÇÃO DO ESTÁDIO DE MATURAÇÃO DO FRUTO**

PORTO GRANDE – AP

2023

ALÉXIA SANTOS MACIEL
LOYSE SANTOS NASCIMENTO

**QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE JURUBEBA (*Solanum paniculatum*
L.) EM FUNÇÃO DO ESTÁDIO DE MATURAÇÃO DO FRUTO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso superior de Bacharelado em Engenharia Agrônômica, do Instituto Federal do Amapá – IFAP, como requisito avaliativo para a obtenção de título de Bacharel em Engenharia Agrônômica.

Orientadora: Prof. Dr. Ana Maria Guimarães Bernardo

Coorientador: Prof. Dr. Cleber Macedo de Oliveira

PORTO GRANDE - AP

2023

Biblioteca Institucional - IFAP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

- M152q Maciel, Aléxia Santos
 Qualidade fisiológica de sementes de jurubeba (*Solanum paniculatum* L.)
 em função do estágio de maturação do fruto / Aléxia Santos Maciel, Loyse
 Santos Nascimento. - Porto Grande, 2023.
 39 f.
- Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -- Instituto Federal de
 Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá, Campus Porto Grande, Curso
 de Bacharelado em Engenharia Agrônoma, 2023.
- Orientadora: Ana Maria Guimarães Bernardo.
 Coorientador: Cleber Macedo Oliveira.
1. *Solanum paniculatum* L. 2. Qualidade fisiológica. 3. Sementes. I.
 Nascimento, Loyse Santos. I. Bernardo, Ana Maria Guimarães, orient. II.
 Oliveira, Cleber Macedo, coorient. III. Título.
-

ALÉXIA SANTOS MACIEL
LOYSE SANTOS NASCIMENTO


**QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE JURUBEBA (*Solanum paniculatum*
L.) EM FUNÇÃO DO ESTÁDIO DE MATURAÇÃO DO FRUTO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso superior de Bacharelado em Engenharia Agrônoma, do Instituto Federal do Amapá – IFAP, como requisito avaliativo para a obtenção de título de Bacharel em Engenharia Agrônoma.


Orientadora: Prof. Dr. Ana Maria Guimarães Bernardo

Coorientador: Prof. Dr. Cleber Macedo de Oliveira


BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 ANA MARIA GUIMARAES BERNARDO
Data: 16/01/2024 21:48:10-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>


Prof. Dra. Ana Maria Guimarães Bernardo (Orientadora)
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá

Documento assinado digitalmente
 CLEBER MACEDO DE OLIVEIRA
Data: 16/01/2024 15:07:42-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Cleber Macedo de Oliveira (Coorientador)
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá

Documento assinado digitalmente
 FLAVIANA GONCALVES DA SILVA
Data: 17/01/2024 15:51:58-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dra. Flaviana Gonçalves da Silva Universidade
Federal do Amapá

Documento assinado digitalmente
 JOAO VITOR DE NOVOA PINTO
Data: 17/01/2024 23:12:49-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. João Vitor De Nóvoa Pinto
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá

Apresentado em: 06 / 12 / 2023 Nota: 90 (Noventa)

Aos nossos pais e familiares, que não mediram esforços para que tivéssemos uma educação baseada em adquirir conhecimentos.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá - *Campus* Agrícola Porto Grande, pela oportunidade de realização do curso.

À Professora Ana Maria Guimarães Bernardo e ao Professor Cleber Macedo de Oliveira, pela oportunidade, orientação, ensinamentos e amizade, sem os quais não teríamos conseguido concluir esta difícil tarefa.

Ao grupo de pesquisa GEFAP, pela ajuda durante as atividades de desenvolvimento do projeto.

Agradecemos também a todos os professores que nos acompanharam durante a graduação e que de alguma forma fizeram a diferença nessa trajetória, em especial às Prof.^a Raquel Nominato, Fabrícia Cabral e Flaviana Gonçalves que sempre nos encorajaram a acreditar que somos capazes.

Aos amigos que fizemos durante o curso, em especial Liandra Aranha, Amanda Stefanne, Iana Nogueira, Diego Ambrosini, Lilia Aguiar, Steffane Magalhães, Deryk Woryk e Charles Baia, pelas alegrias, tristezas e dores compartilhadas ao longo dos anos.

Aléxia: aos meus pais Alexandre Silva e Márcia Santos, meus avós José Soares e Benedita Maciel, meus irmãos Sandoval e Ryan, e a toda minha família que, com muito carinho e apoio, não mediram esforços para que chegasse até esta etapa de minha vida.

Ao meu companheiro Elival Souza, aos meus amigos Mel Santos, Raíssa Albuquerque, Vitor Avelino e Eduardo Rodrigues, que estiveram presentes com palavras de encorajamento e força.

Loyse: aos meus pais Charles Elson e Lucylene Sabina, meus avós Eremilta Santos e Luiz Moura (*in memoriam*) e a toda minha família que não mediram esforços e diariamente ajudaram a superar as adversidades.

Aos amigos Arícia Nery, Melina Matos, Elaine de Paula, Romário Gomes e Amanda Sales que sempre estiveram ao meu lado.

A todos que estiveram e estão em nossas vidas, fazendo com que viver seja mais leve.

“Ecologia sem luta de classes é jardinagem.”

(Chico Mendes).

RESUMO

Solanum paniculatum L. é conhecida popularmente como jurubeba e pertencente à família Solanaceae, nativa das regiões Norte e Nordeste. Seus frutos têm utilidade culinária, medicinal e no controle biológico de fitopatógenos. Diante de todos os seus benefícios é necessário estudos sobre a propagação da espécie. Com isso, objetivou-se avaliar a qualidade fisiológica das sementes de jurubeba em distintos estádios de maturação do fruto. Os frutos foram colhidos em três estádios de maturação (verde, verde cana e vermelho), que constituíram os tratamentos. Posteriormente, as sementes foram extraídas, lavadas em água corrente e secas à sombra por 24 horas. Logo após, as sementes foram submetidas aos seguintes testes: germinação, condutividade elétrica, primeira contagem, emergência e índice de velocidade de emergência. O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Foram observados resultados superiores de germinação e vigor em sementes provenientes de frutos colhidos no estágio de maturação vermelho. Conclui-se que sementes no referido ponto de maturidade fisiológica são bem formadas e, com isso, são recomendadas para propagação da espécie.

Palavras-chave: Germinação; Vigor; Maturidade; *Solanum paniculatum*.

ABSTRACT

Solanum paniculatum L., commonly known as jurubeba and belonging to the Solanaceae family, is native to the North and Northeast regions of Brazil. Its fruits have culinary, medicinal, and biological control applications against phytopathogens. Given all its benefits, studies on the propagation of the species are necessary. Therefore, the objective was to evaluate the physiological quality of jurubeba seeds at distinct stages of fruit maturation. The fruits were harvested at three maturation stages (green, cana green, and red), which constituted the treatments. Subsequently, the seeds were extracted, washed in running water, and dried in the shade for 24 hours. Right after were then subjected to the following tests: germination, electrical conductivity, first count, emergence, and emergence speed index. The experimental design adopted was completely randomized, the data obtained were subjected to analysis of variance and the means were compared using the Tukey test at 5% probability. Superior germination and vigor results were observed in seeds from fruits harvested at the red maturation stage. It is concluded that seeds at this specific point of physiological maturity are well-formed and, therefore, recommended for the propagation of the species.

Keywords: Germination; Vigor; Maturity; *Solanum paniculatum*.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Frutos em diferentes estádios de maturação.	24
Figura 2 - Sementes dispostas em gerbox para o teste de germinação de sementes de jurubeba extraídas de frutos colhidas em diferentes estádios de maturação	25
Figura 3 - Avaliação da condutividade elétrica em água destilada de sementes de jurubeba extraídas de frutos colhidas em diferentes estádios de maturação	25
Figura 4 - Semeadura de sementes de jurubeba extraídas de frutos colhidas em diferentes estádios de maturação em bandejas para o teste de índice de velocidade de emergência	26
Figura 5 - Porcentagem de plântulas normais obtidas no teste de germinação de sementes de jurubeba extraídas de frutos colhidas em diferentes estádios de maturação	27
Figura 6 - Porcentagem de plântulas normais obtidas no teste de primeira contagem da germinação de sementes de jurubeba extraídas de frutos colhidas em diferentes estádios de maturação.	28
Figura 7 - Índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes de jurubeba extraídas de frutos colhidas em diferentes estádios de maturação	29
Figura 8 - Porcentagem de emergência de sementes de jurubeba extraídas de frutos colhidas em diferentes estádios de maturação.	31
Figura 9 - Condutividade elétrica ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$) de sementes de jurubeba extraídas de frutos colhidas em diferentes estádios de maturação	32

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 OBJETIVOS	16
2.1 Objetivo geral	16
2.2 Objetivos específicos	16
3 REFERENCIAL TEÓRICO	17
3.1 Jurubeba (<i>Solanum paniculatum</i> L.)	17
3.2 Propriedades medicinais/farmacológicas, alimentares e agronômicas	17
3.3. Estádios de maturação	18
3.4 Qualidade fisiológica das sementes	20
4 MATERIAL E MÉTODOS	24
4.1 Localização do experimento	24
4.2 Avaliação da qualidade fisiológica das sementes	24
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	34
REFERÊNCIAS	35

1 INTRODUÇÃO

A jurubeba (*Solanum paniculatum* L.) é pertencente à família das Solanaceae, originária da América do Sul, sendo considerada invasora, com possibilidade de ocupar os mais diversos tipos de solo (Leitão-Filho *et al.*, 1975). É uma planta perene, podendo chegar a 3 metros de altura, possui folhas grandes, ovais e com margens serrilhadas. As flores são pequenas e brancas ou lilás, com aproximadamente 1,5 cm, dispostas em inflorescências. Os frutos da jurubeba são bagas esféricas de cor verde quando imaturos, e amarelos ou vermelhos quando maduros, com cerca de 2 a 3 cm de diâmetro, possuindo várias sementes pequenas (Brasil, 2015).

Da planta é possível aproveitar raiz, folha, flores e caule para fins medicinais e culinários (Garcia *et al.*, 2008; Vieira Júnior *et al.*, 2015). A jurubeba possui compostos ativos e metabólitos secundários, como esteróides, saponinas, alcalóides e glicosídeos, tais compostos possuem importância farmacológica e são usados na medicina tradicional brasileira para tratar distúrbios estomacais, hepatites além de ser cicatrizante, anti-inflamatório, antitérmico e descongestionante (Martins *et al.*, 2020). Para fins gastronômicos, o fruto é empregado como condimento, em conservas e complemento em aguardente de cana, em várias localidades do Brasil (Lorenzi; Matos, 2008).

O gênero *Solanum* contém várias espécies que podem ser estudadas em relação à alelopatia (Oliveira *et al.*, 2012). Essas espécies apresentam uma ampla variedade de compostos químicos com atividade alelopática comprovada. Compreender os efeitos alelopáticos é essencial para entender as interações entre plantas em sistemas agrícolas ou florestais. Estudos a respeito da alelopatia podem ajudar a identificar fitotoxinas que possam controlar plantas daninhas em culturas, reduzindo assim a contaminação do ambiente por defensivos agrícolas (Rocha *et al.*, 2018).

No solo, o banco de sementes dessa espécie se mostrou eficiente na restauração de áreas degradadas por mudanças naturais ou antrópicas, como desmatamento e queimadas (Souza *et al.*, 2006). Além disso, estudos mostram que a jurubeba tem a capacidade de controlar fitopatógenos. Um exemplo disso é o que ocorre na enxertia de tomateiros em jurubebas para controlar a murcha bacteriana na Amazônia, doença causada pela bactéria *Ralstonia solanacearum* (Santos; Goto, 2004). Os genótipos que conferem resistência à murcha bacteriana no cultivo do tomate podem ter origem nos tomateiros ou em outras solanáceas que pertencem a espécies ou gêneros diversos, incluindo várias espécies de jurubeba, classificadas no gênero *Solanum*, assim como o jiló, a berinjela e outras plantas (Goto *et al.*, 2003).

A jurubeba possui sementes envoltas por mucilagem, composta por componentes químicos que podem atuar como inibidores da germinação (Garcia *et al.*, 2008). Isso pode

ocorrer por conta da presença de compostos secundários, como taninos, ácidos fenólicos e cumarina, presentes na mucilagem das sementes (Taiz *et al.*, 2017).

A semente pode ser considerada o insumo de maior importância na agricultura, pois transporta as características genéticas que determinam o desempenho da cultivar para o campo, além de ser responsável por contribuir significativamente para o sucesso da formação do estande, sendo assim a base da produção lucrativa. Portanto, a combinação de melhoramento genético e organização eficiente da produção de sementes é um requisito fundamental para a agricultura de qualidade. As sementes são cruciais para a sobrevivência e reprodução da espécie, permitindo a continuidade da vida após o processo de senescência da planta mãe, tendo em vista, que seu desenvolvimento embrionário pode ser suspenso e depois reiniciado, adaptando-se a condições adversas que afetariam a planta mãe ou outras formas de reprodução assexuada (Marcos Filho, 2005).

As sementes passam por diversas transformações, entre elas funcionais, morfológicas e fisiológicas, posteriormente a sua fertilização. No momento em que atingem a maturidade fisiológica, a translocação de nutrientes da planta para a semente encerra, alcançando teor máximo de matéria seca. No entanto, é possível que a semente não tenha alcançado os maiores valores de germinação e vigor (Carvalho; Nakagawa, 2000). Assim que a qualidade máxima é atingida, inicia-se o processo de deterioração da semente. Portanto, é fundamental considerar a maturidade fisiológica e o momento adequado para colheita na produção de sementes, a fim de garantir sua qualidade elevada e evitar o seu declínio precoce no campo (Carvalho; Nakagawa, 2000).

Em relação às espécies de frutos carnosos, tais como as solanáceas, é importante destacar que, mesmo após a colheita dos frutos, o amadurecimento das sementes não cessa. Essa particularidade apresenta uma vantagem, já que possibilita que os frutos sejam colhidos precocemente e armazenados por um período adequado para que as sementes obtenham o máximo de qualidade (Barbedo *et al.*, 1994).

A alta qualidade da semente é definida pela rápida germinação, originando uma plântula saudável e sem contaminações, com todas as estruturas essenciais desenvolvidas, como o sistema radicular e a parte aérea. A qualidade fisiológica da semente, avaliada através da germinação e do vigor, é importante para o agricultor, visto que está diretamente associado ao estabelecimento das plantas em campo e a uniformidade do estande, impactando no desenvolvimento inicial da lavoura (Nascimento *et al.*, 2011).

A determinação do nível de qualidade das sementes é realizada por intermédio de testes de germinação sob condições de temperatura e substratos ideais, de acordo com a exigência de

cada espécie, sendo a absorção de água a primeira condição necessária para iniciar todos os processos metabólicos necessários das sementes para dar início à germinação (Aran *et al.*, 2015). O teste de germinação é a fundamental forma de aferição da qualidade fisiológica das sementes, mas apresenta limitações devido às condições ótimas laboratoriais em que é conduzido, o que pode superestimar o potencial das sementes. Por isso, testes de vigor foram desenvolvidos para fornecer informações complementares e determinar a capacidade de emergência de plântulas em campo, sob condições de ambiente divergentes (Barros *et al.*, 2002).

Na determinação da qualidade das sementes é preciso avaliar um conjunto de características que indicam seu valor para a sementeira (Marcos Filho, 2005) e para garantir uma identificação consistente do potencial de desempenho das sementes, é imprescindível considerar a interação das características físicas, sanitárias, genéticas, e fisiológicas. É necessário, também, levar em conta a capacidade das sementes de gerar plântulas normais, além de avaliar a velocidade e a uniformidade da emergência e crescimento das plântulas no campo. Ainda é importante avaliar a capacidade de armazenamento das sementes e a preservação do potencial fisiológico durante o transporte.

Durante o processo de maturação das sementes, é possível observar mudanças visíveis na aparência externa dos frutos e das sementes, que por sua vez podem ser usadas como um indicativo do momento correto de colheita, no momento em que as sementes alcançam a maturidade fisiológica. Nessa condição, as características de tamanho, teor de água, cor e/ou peso podem ser empregadas para que as sementes sejam colhidas assim que apresentem máxima germinação e vigor (Bewley; Black, 1994).

Considerando a escassez de pesquisas a respeito da *Solanum paniculatum* L., bem como suas propriedades medicinais e sua importância agrônômica, objetivou-se avaliar a interferência do estágio de maturação do fruto na qualidade fisiológica das sementes de jurubeba.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Objetivou-se determinar a qualidade fisiológica das sementes de jurubeba *Solanum paniculatum* em função do estágio de maturação do fruto.

2.2 Objetivos específicos

- Determinar a germinação de sementes de jurubeba colhidas em diferentes estádios de maturação do fruto;
- Analisar o vigor de sementes de jurubeba em diferentes estádios de maturação;
- Produzir informações técnicas sobre a jurubeba para divulgação com a comunidade acadêmica.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Jurubeba (*Solanum paniculatum* L.)

As solanaceae são constituídas por mais de 3000 espécies com 106 gêneros, cuja distribuição é cosmopolita. O *Solanum* é o gênero mais relevante economicamente, com cerca de 1.500 espécies em todo o mundo (Tenório *et al.*, 2016). Muitas espécies pertencentes ao gênero são importantes por sua relevância financeira, como o tomate, berinjela e batata, e algumas têm aplicação na medicina alternativa e comunitária, como a jurubeba (Júnior *et al.*, 2015).

A jurubeba, cujo nome científico é *Solanum paniculatum* L., é caracterizada por ser um arbusto, de porte médio, podendo atingir três metros de altura, possuindo espinhos no tronco e ramos. Suas folhas são alternadas e apresentam pecíolos, seus frutos são bagas arredondadas de cor verde, amarela e vermelha quando maduros. As suas flores podem ser brancas ou lilás, pequenas, que dão origem aos frutos (Emiliano *et al.*, 2020). É considerado um fitoterápico associado, sendo uma das 83 espécies vegetais registradas pelo Ministério da Saúde, conhecida popularmente como juina, juvena, jubeba, jurupeba, entre outros (Carvalho *et al.*, 2008).

A jurubeba ainda é considerada uma PANC (Planta Alimentícia não Convencional) e uma planta espontânea, por ser de fácil disseminação, pouco exigente em aspectos agronômicos e em sua maioria ocorre de forma espontânea (Emiliano, *et al.*, 2020). Plantas consideradas PANCs possuem uma ou mais partes que podem ser consumidas para alimentação humana. Segundo Kinupp e Barros, 2004 as PANCs contribuem com a valorização da biodiversidade e a diversificação alimentar, o seu consumo colabora para uma agricultura conservacionista

3.2 Propriedades medicinais/farmacológicas, alimentares e agronômicas

A jurubeba é bastante usada na medicina popular como uma planta medicinal, com suas folhas, frutos e, principalmente, raízes sendo usados para fazer chá para tratar condições como doenças hepáticas, diabetes e icterícia. Além disso, o extrato suave das raízes é incluído em medicamentos fitoterápicos de uso empírico. A indústria farmacêutica também utiliza a planta para preparar tinturas e extratos, e os frutos da jurubeba são usados para fazer vinho. No entanto, é importante notar que a jurubeba pode ser considerada uma planta invasora, pois pode crescerem uma variedade de solos (Martins, 1998).

Os frutos são muito apreciados, principalmente na culinária goiana, e são consumidas em conserva ou como acompanhamento de pratos salgados, no Mato Grosso são utilizados no preparo de omeletes (Machado *et al.*, 2014). A fruta tem um sabor muito característico, considerado amargo. A jurubeba pode ser consumida como acompanhamento de receitas como feijão, arroz e carnes. Na região Norte do Brasil, a fruta é utilizada como matéria-prima para a

produção de um vinho, aromatizado com ervas e servido como aperitivo. Para o uso culinário, a fruta deve ser lavada e fervida diversas vezes em água e sal para melhorar o sabor e eliminar o excesso de amargor (Fukushi, 2016).

Essa espécie também possui importantes funções como planta medicinal. Estudos fitoquímicos indicaram a presença de esteróides, saponinas, glicosídeos e alcalóides. A jurubeba também pode ser empregada na elaboração de extratos pela indústria farmacêutica e tinturas. As flores são manipuladas no tratamento de resfriados, transtornos renais e diabetes; e com a raiz, é elaborado um extrato que faz parte de medicamentos fitoterápicos de uso na medicina popular (Fukushi, 2016). Em bovinos, *S. paniculatum* é um recurso para o tratamento de afecções parasitárias no trato gastrointestinal, porém há registros de intoxicações em animais como resultado do consumo dessa planta em estudos científicos (Guaraná, *et al.*, 2011; Lôbo *et al.*, 2010).

Em relação aos aspectos agrônômicos da jurubeba, é importante destacar o uso desta planta no manejo de fitopatógenos. Dessa forma, os nematóides parasitas de plantas do gênero *Meloidogyne* têm um impacto global significativo devido às grandes perdas econômicas que causam em diversos tipos de plantas, especialmente as diversas solanaceae, sendo necessária a identificação de fontes de resistência para controle desta praga. Portanto, o uso de porta-enxertos é um dos métodos mais adequados para o controle deste fitopatógeno (Pereira, 2018). Estudos realizados por Pinheiro (2022) concluíram que a espécie *S. paniculatum* e outras espécies do gênero são resistentes a *M. enterolobii*. No estudo de Carvalho (2020) foi avaliada a compatibilidade de genótipos de Solanaceae como porta-enxertos de tomateiro, com o propósito de controlar a murcha bacteriana em solo naturalmente infestado com *R. solanacearum*, sendo possível observar que a jurubeba como porta-enxerto apresentou melhor desempenho produtivo ao tomateiro.

3.3. Estádios de maturação

As sementes são o resultado do desenvolvimento de um ou mais óvulos maduros no interior do ovário da planta e, por isso, se encontram no interior dos frutos. A semente desempenha um papel crucial na multiplicação e disseminação da maioria das espécies vegetais. O desenvolvimento ou amadurecimento da semente é geneticamente controlado e segue uma ordem de mudanças desde a fecundação até que as sementes possam crescer independentemente da planta matriz. Implica em uma série de acontecimentos prévios para a germinação, que incluem a produção e armazenamento de nutrientes, que serão usados posteriormente durante a germinação, levando a um reinício do crescimento e a geração de uma plântula (Marcos Filho, 2005).

A maturação engloba todas as mudanças fisiológicas, bioquímicas, morfológicas e funcionais que ocorrem da fecundação à colheita. Após a fecundação o teor de água aumenta por alguns dias até o desenvolvimento da semente, ocorrendo o declínio do teor de água até o equilíbrio ser estabelecido. Diversas transformações são sofridas pelo fruto durante a maturação, como a diminuição da massa, perda de água, mudança de coloração, desencadeando no acúmulo de substâncias de reservas (Abud *et al.*, 2013).

É importante compreender o processo de formação e amadurecimento dos frutos e sementes para determinar o momento ideal de colheita de uma cultura. Em condições de campo, acompanhar a evolução das características de maturação não é fácil. A maturidade fisiológica pode variar para a mesma espécie e cultivar, devido a diferentes condições locais, nutrição das plantas, entre outros fatores relacionados à planta. Por isso, é importante conhecer parâmetros que permitam identificar a maturidade fisiológica, relacionando-a com as características morfológicas da planta (Amaro *et al.*, 2021).

As mudanças morfológicas, fisiológicas e funcionais durante o processo de maturação das sementes incluem aumento de tamanho, acumulação de massa seca, variações de teor de água e vigor, que se desenvolvem desde a fertilização do óvulo até as sementes atingirem a maturidade (Carvalho; Nakagawa, 2000). Quando a massa seca, o vigor e poder germinativo das sementes alcançam valores máximos, elas alcançam a maturidade fisiológica. Nesse estágio, as sementes se desconectam da planta mãe e a translocação de fotoassimilados cessa. A partir de então, ocorrem mudanças fisiológicas que conduzem à secagem das sementes (Marcos Filho, 2005).

A determinação do ponto de maturidade fisiológica da semente é fundamental para garantir seu melhor desempenho no campo e definir o momento ideal de colheita, o que contribui para a produção de sementes de alta qualidade sanitária e fisiológica. Com o início do ponto de maturidade fisiológica, as sementes começam o processo de deterioração, o que causa diminuição do vigor e da viabilidade (Cassiano *et al.*, 2023), e conseqüente a inativação das enzimas, perda de integridade da membrana e redução da frequência respiratória (Silva *et al.*, 2017).

Abud *et al.*, (2013) avaliaram alterações fisiológicas ao decorrer da ontogênese de sementes das pimentas malagueta e biquinho, a fim de determinar características de maturidade e ponto de colheita, e concluíram que a qualidade fisiológica das sementes dá-se em torno de 70 dias após antese (DAA), sendo a época ideal para colheita. Resultados semelhantes foram encontrados por Araújo *et al.*, (2018) ao avaliarem a qualidade fisiológica e a atividade de enzimas do sistema de defesa antioxidativo em sementes de pimentas malagueta e biquinho

colhidos em diferentes épocas de maturação e submetidas ao repouso, concluíram que as sementes obtiveram elevada germinação e vigor quando colhidas aos 70 DAA, na coloração vermelha, quando colhidas no referido estágio as sementes não necessitam de repouso, podendo ser prejudicial para a sua qualidade.

As sementes estão sujeitas à perda de qualidade devido às alterações bioquímicas e fisiológicas. Por este motivo, compreender o processo de desenvolvimento e maturação das sementes é relevante para o estabelecimento da melhor época de colheita, quando as sementes apresentam máxima germinação e vigor (Amaro *et al.*, 2021).

3.4 Qualidade fisiológica das sementes

A qualidade fisiológica das sementes pode ser afetada por uma série de fatores, envolvendo questões genéticas, problemas no período de desenvolvimento, adversidades que ocorrem após a colheita, é necessário levar em consideração a quantidade de umidade, o tamanho e a densidade da semente. Além disso, danos mecânicos durante o processo de colheita e beneficiamento, assim como danos térmicos durante a secagem, condições de armazenamento e incidência de fungos e insetos também têm potencial de afetar a qualidade fisiológica das sementes (Vieira e Carvalho, 2023).

Dentre as características que uma semente deve possuir, destaca-se a qualidade fisiológica como uma das mais relevantes, uma vez que demonstra o potencial dessa semente em gerar uma nova planta. (Silva *et al.*, 2015). Essa característica é frequentemente associada ao alto índice de germinação e vigor (Vidigal *et al.*, 2009). Diversos desses aspectos estão ligados a mudanças fisiológicas e físicas que acontecem durante os estágios de amadurecimento de frutas e sementes, tais como dimensão, peso e tonalidade. A tonalidade das frutas tem sido apontada como um parâmetro eficaz para identificar o momento de maturação fisiológica das sementes em plantas frutíferas (Marcos Filho, 2005).

Destaca-se que os testes para avaliar a qualidade fisiológica têm sido mais amplamente pesquisados em sementes de culturas de grande porte, havendo poucos estudos sobre a aplicação desses testes em sementes de jurubeba. O vigor é o principal indicador empregado para classificar a qualidade fisiológica das sementes, pois possibilita a avaliação de características como taxa e uniformidade de germinação, emergência, crescimento de plântulas no campo e capacidade das sementes germinarem em condições ambientais adversas (Panozzo *et al.*, 2009).

A utilização de sementes de baixa qualidade fisiológica pode acarretar em várias consequências indesejáveis, tais como diminuição da velocidade e da taxa de emergência das plantas, além de surgimento irregular no momento de germinação, menor tamanho inicial das

mudas, redução na produção de biomassa e diminuição da área foliar. Por este motivo, é imprescindível utilizar sementes de qualidade para garantir o êxito no plantio (Marcos Filho, 2005).

Ao avaliar a atividade enzimática e qualidade fisiológica de sementes de berinjela oriundas de frutos em diferentes idades e períodos de repouso após a colheita Aguilari *et al.*, (2023) concluíram que a coloração amarelada-marrom, cerca de 60 DAA indica o momento ideal para colheita, porém se o fruto for colhido precocemente é necessário permanecer em repouso para que as sementes possam alcançar alta qualidade fisiológica.

Com o intuito de investigar a eficácia dos testes de vigor na avaliação da qualidade de sementes de tomate, Martins *et al.*, (2006) conduziram experimentos de germinação, primeira contagem, condutividade elétrica, emissão de raízes, emergência, envelhecimento acelerado e envelhecimento acelerado em solução salina saturada. Os testes de germinação e de vigor, como a condutividade elétrica e a emissão de raiz primária, apresentaram correlação com a emergência das plântulas. No entanto, somente o teste de condutividade elétrica após 24 horas demonstrou ser eficaz na avaliação do vigor.

A qualidade fisiológica e sanitária das sementes é determinante para o bom desempenho em campo, pois se as plantas não se estabelecerem adequadamente, a produtividade e qualidade final do produto serão prejudicadas. O vigor das sementes é essencial para um estabelecimento adequado do estande, principalmente para hortaliças. Desta forma, uma germinação rápida é importante para que as sementes e plântulas não fiquem expostas às intempéries por muito tempo. Problemas no estande ou na uniformidade das plântulas podem ter um efeito significativo na produção e qualidade final do vegetal (Nascimento *et al.*, 2011).

É pertinente assegurar que o uso de sementes vigorosas é importante para garantir o estabelecimento adequado do estande, mesmo que não afete significativamente a produção final das plantas. Além disso, deve-se levar em conta que algumas espécies de hortaliças possuem sementes com preço elevado, como híbridos de tomate, pimentão, melão, entre outros, e o uso de sementes de baixo vigor pode elevar o custo de produção, visto que é necessário utilizar mais sementes na semeadura para alcançar o estande ideal (Nascimento *et al.*, 2011).

O potencial fisiológico das sementes é realizado de forma rotineira e a avaliação é realizada em laboratório, com base nas instruções determinadas em Regras para Análise de Sementes (RAS) (Marcos Filho, 2005).

O teste de germinação tem como foco principal coletar informações que permitam avaliar a qualidade das sementes para a semeadura, bem como comparar diferentes lotes. Conforme a RAS, a semente que germina é a que manifesta capacidade de fornecer uma planta

normal, sob condições de campo, com base no desenvolvimento adequado de partes essenciais como o sistema radicular, a parte aérea contendo gema apical e cotilédones. Com isso, a porcentagem de germinação, obtida em laboratório, indica a porcentagem de sementes que germinaram e geraram plântulas normais, sob condições e tempo limitado pela RAS. Essas condições são padronizadas para garantir uma germinação regular, rápida e completa das amostras avaliadas, ou seja, o teste é conduzido em condições ideais para obter o máximo de germinação da amostra analisada (Marcos Filho, 2005).

O teste de vigor, por sua vez, avalia de maneira direta ou indireta os fundamentos bioquímicos e fisiológicos do potencial de rendimento de um lote de sementes, possibilitando uma discriminação mais apurada do que o teste de germinação. Diferentemente da germinação, o vigor das sementes não se trata apenas de uma característica simples e mensurável de um lote, mas de um conceito que engloba diversos atributos associados a um ou mais aspectos do rendimento do lote de sementes. Como resultado, os testes de vigor são comparativos (Marcos Filho, 2005).

Alguns procedimentos são mais recomendados para avaliação do vigor da semente, como por exemplo: i) Testes baseados na integridade das membranas celulares: a premissa do teste de condutividade elétrica consiste em estabelecer que sementes menos vigorosas apresentam uma menor velocidade de restauração da integridade das membranas celulares ao decorrer da embebição. Isso leva a uma liberação maior de sólidos para o meio exterior, incluindo aminoácidos, proteínas, açúcares, íons orgânicos, enzimas e ácidos graxos. O teste avalia a liberação de um conjunto de íons. Em condições de campo, a lixiviação de exsudatos após a semeadura pode estimular o desenvolvimento de microrganismos tóxicos à emergência das plântulas, refletindo a perda da compartimentalização celular (Marcos Filho, 2005). De acordo com Vieira e Krzyzanowski (1999) embora o teste tenha classificação bioquímica, há aplicação de dois princípios, o físico e o biológico. A determinação do vigor fundamenta-se na condutividade elétrica da solução de embebição, seguindo um princípio físico de transmissão de corrente elétrica através da solução. Em contrapartida, a liberação de exsudatos requer alterações na integridade das membranas celulares, proporcionais ao grau de deterioração, ou seja, decorrentes de processos bioquímicos; ii) Testes baseados no desempenho ou características de plântulas: A emergência uniforme e rápida das plântulas é essencial para garantir um bom desempenho, já que isso influencia diretamente o estabelecimento do estande. Em lotes de sementes vigorosas, há uma maior eficiência na transferência de matéria seca dos tecidos das plântulas. Este aspecto tem sido enfatizado desde o início das pesquisas sobre vigor de sementes. Para os testes, incluem a primeira contagem comprimento de plântulas, velocidade

de germinação e matéria seca de plântula. Pelo menos três testes sobre vigor têm sido realizados para avaliar a velocidade e uniformidade de desenvolvimento (Marcos Filho, 2005).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Localização do experimento

O experimento foi conduzido no Laboratório de Solos e Produção Vegetal e na casa de vegetação do campo experimental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá – IFAP, *Campus* Agrícola Porto Grande, localizado no Município de Porto Grande – Amapá, Latitude: 0° 42' 16" Norte, Longitude: 51° 24' 35" Oeste, no período de setembro de 2022 a maio de 2023.

Os frutos de jurubeba foram coletados em diferentes estádios de maturação, no município de Porto Grande, Latitude: 0° 42' 39.9" Norte, Longitude: 51° 24' 54,2" Oeste. A seleção dos frutos ocorreu de acordo com a coloração do epicarpo dos frutos, com isso, separaram-se três grupos: verde, verde cana e vermelho (Figura 1). Após a coleta dos frutos as sementes foram extraídas com cuidado para que não ocorressem injúrias, lavadas em água corrente e foram colocadas para secar por 24 horas em condição ambiente para a realização dos testes.

Figura 1 - Frutos de jurubeba em diferentes estádios de maturação



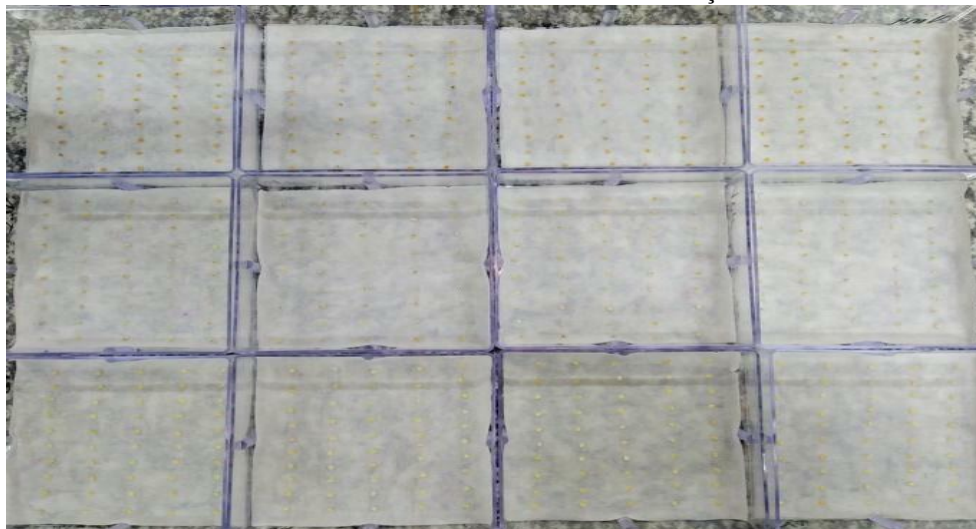
Fonte: Autores (2023).

4.2 Avaliação da qualidade fisiológica das sementes

As sementes de jurubeba em diferentes estádios de maturação foram submetidas aos seguintes testes:

4.2.1 Teste de germinação: utilizado com a finalidade de avaliar a qualidade fisiológica das sementes, permitindo conhecer sua capacidade de germinação em condições favoráveis (ISTA, 1993). O procedimento foi realizado com quatro repetições de 50 sementes por tratamento. As sementes foram colocadas em caixas de plástico transparente, do tipo Gerbox, sobre duas folhas de papel germitest umedecido com água destilada em quantidade equivalente a 2,5 vezes o peso do papel seco. Posteriormente, foram colocadas para germinar em uma câmara BOD a uma temperatura de 25°C (Figura 2). A contagem das plantas normais deu-se com 30 dias, considerando como germinada as sementes que apresentaram emissão do sistema radicular, a parte aérea contendo gema apical e cotilédones.

Figura 2 - Sementes dispostas em gerbox para o teste de germinação de sementes de jurubeba extraídas de frutos colhidas em diferentes estádios de maturação

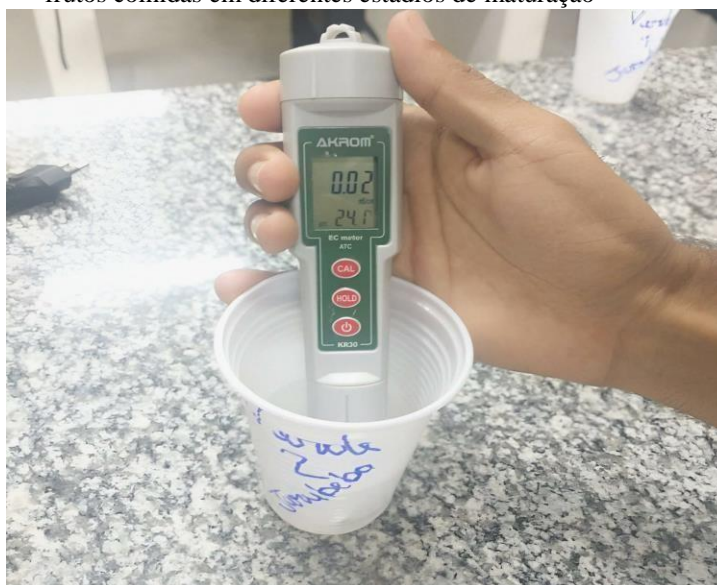


Fonte: Autores (2023).

4.2.2 Primeira contagem do teste de germinação: ocorreu juntamente ao teste de germinação, verificou-se a quantidade de plântulas normais obtidas no décimo dia de instalação do experimento.

4.2.3 Condutividade elétrica: realizado com quatro repetições contendo 50 sementes. As sementes de pesos conhecidos foram acondicionadas em copos de plástico descartáveis, imersas em 75 mL de água destilada (Figura 3). Posteriormente, os copos foram encaminhados para a câmara de germinação, regulada a 25 °C e a avaliação foi realizada após 24 horas de embebição com condutivímetro, e os resultados expressos em $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$.

Figura 3 - Avaliação da condutividade elétrica em água destilada de sementes de jurubeba extraídas de frutos colhidas em diferentes estádios de maturação



Fonte: Autores (2023).

4.2.4 Índice de velocidade de emergência (IVE): A semeadura foi feita em bandejas com areia e terra em proporção de 1:1 (Figura 4). A contagem do número de plântulas emersas ocorreu todos os dias até a estabilização do estande e ao final da realização da contagem foi realizado o calculado do Índice de Velocidade de Emergência, por meio da fórmula apresentada por Maguire (1962):

$$IVE = [(N1 G1) + (N2 G2) + \dots + (Nn Gn)] / (G1 + G2 + \dots + Gn)$$

Em que: IVE = velocidade de emergência (dias); G = número de plântulas emergidas observadas em cada contagem; N = número de dias da semeadura a cada contagem.

Figura 4 – Semeadura de sementes de jurubeba extraídas de frutos colhidas em diferentes estádios de maturação em bandejas para o teste de índice de velocidade de emergência



Fonte: Autores (2023).

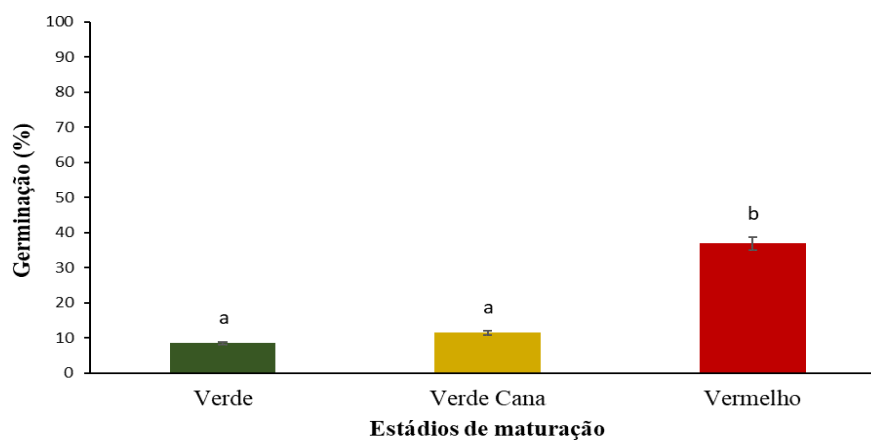
4.2.5 Emergência: foram realizadas juntamente com o IVE, usadas quatro repetições de 50 sementes semeadas em bandejas plásticas contendo areia e terra na proporção de 1:1. Em seguida, foram mantidas em casa vegetação. As sementes apresentando as folhas acima da superfície do substrato foram consideradas emergidas, com contagem final após a estabilização do estande.

O delineamento experimental aplicado foi o inteiramente casualizado (DIC), contendo três tratamentos e quatro repetições, os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade, por meio do software R (R Core Team, 2017).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se que sementes advindas de frutos com coloração vermelha apresentaram maior porcentagem de germinação (37%) quando comparadas com sementes provenientes de frutos verde cana (11,5%) e verde (8,5%) (Figura 5).

Figura 5 - Porcentagem de plântulas normais obtidas no teste de germinação de sementes de jurubeba extraídas de frutos colhidas em diferentes estádios de maturação. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.



Fonte: Autores (2023).

A diferença na germinação observada entre os tratamentos pode ser explicada pelo fato das sementes oriundas de frutos imaturos (estádios verde e verde cana) ainda não estarem com a formação completa do embrião e/ou apresentarem uma quantidade de tecidos de reserva insuficiente para o desenvolvimento do processo germinativo. Até alcançarem o estágio de maturação fisiológica, as dimensões, a umidade, o teor de matéria seca e a preservação das membranas das sementes ainda não estão adequados para a germinação (Carvalho & Nakagawa, 2012).

Resultados descobertos por Figueiredo *et al.*, (2017), avaliando sementes de pimenta obtidas de frutos verdes (30 DAA) apresentaram 3% de germinação. Houve acréscimo na germinação de sementes de frutos colhidos com aproximadamente 71 DAA em que ocorreu máxima germinação 86%.

A associação entre a maturação de sementes e germinação igualmente foi constatada por Araújo *et al.*, (2018), com o objetivo de avaliar a qualidade fisiológica e atividade de enzimas do sistema de defesa antioxidativo em sementes de pimenta Biquinho e pimenta Malagueta, provenientes de frutos colhidos em distintos estádios de maturação e submetidos a repouso pós-colheita. Concluíram que, sementes de frutos colhidos aos 70 DAA obtiveram germinação mais elevada, sem a necessidade de repouso. Geralmente, frutos imaturos, de

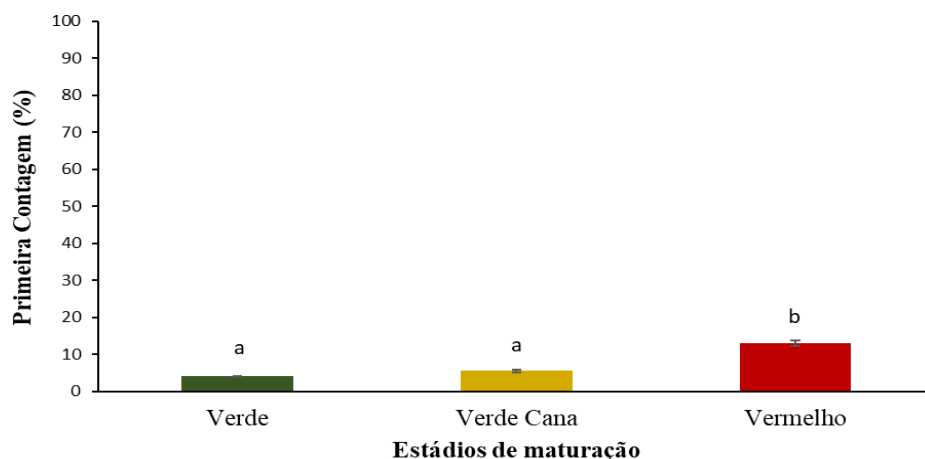
coloração verde, produzem sementes de baixo vigor e poder germinativo podendo ser até inférteis (Nascimento; Freitas, 2006).

Com relação ao potencial germinativo das sementes, Barroso *et al.*, (2022) observou aumento significativo com o avanço dos estádios de maturação em sementes de *Physalis peruviana* L., e o menor percentual germinativo foi encontrado no estágio de maturação de frutos verde claro. De acordo com Carvalho e Nakagawa (2012) características físicas e fisiológicas como teor de água, germinação e vigor devem ser levadas em consideração para determinar a maturidade fisiológica.

Esses resultados podem estar relacionados ao aumento no período de permanência das sementes nos frutos em campo, ocasionando aumento na viabilidade das sementes. Os diferentes estádios de maturação apresentaram uma menor porcentagem de germinação conforme a redução de tempo da semente nos frutos. Observou-se que as sementes provenientes de frutos verdes e verde cana obtiveram menor germinação, ou seja, sementes que ainda não atingiram seu período completo acúmulo de matéria seca (Vieira; Carvalho, 2023).

À medida que houve o avanço da maturação dos frutos de jurubeba, verificou-se um aumento significativo na porcentagem de plântulas normais na primeira contagem de germinação, mostrando valor máximo no estágio vermelho (13%) (Figura 6). Enquanto a porcentagem de plântulas normais na primeira contagem, oriundas das sementes colhidas nos estádios de maturação verde e verde cana, foi baixa, 4% e 5,5%, respectivamente. Sabe-se que frutos imaturos podem produzir sementes com baixo poder germinativo, baixo vigor ou até mesmo inférteis (Nascimento; Freitas, 2006). Os resultados da primeira contagem do teste de germinação mostraram que os estádios com maior porcentagem de plântulas normais, na primeira avaliação, são as mais vigorosas, pois apresentaram maior rapidez no processo.

Figura 6 - Porcentagem de plântulas normais obtidas no teste de primeira contagem da germinação de sementes de jurubeba extraídas de frutos colhidas em diferentes estádios de maturação. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.



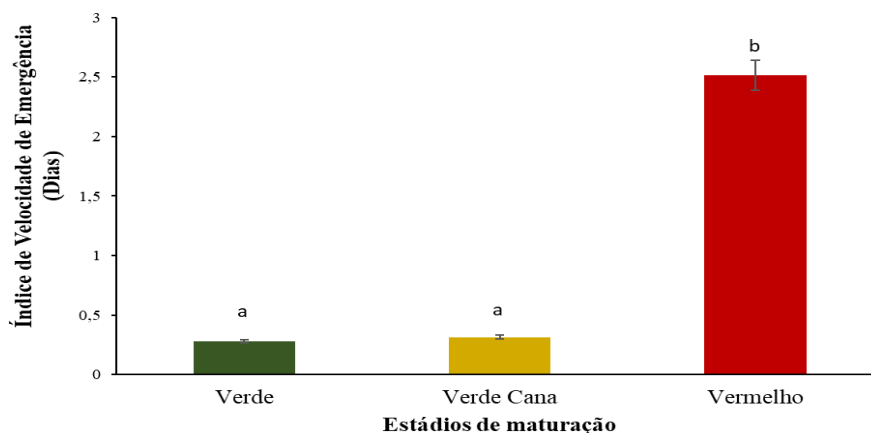
Fonte: Autores (2023).

O baixo desempenho fisiológico observado nas sementes extraídas de frutos colhidos nos estádios verde e verde cana de maturação está relacionado ao incompleto desenvolvimento do embrião, acredita-se que estas sementes não atingiram o ponto de maturidade fisiológica. Com o avanço da maturação dos frutos, correspondendo ao estágio vermelho, identificou-se maior expressão do vigor através do teste de primeira contagem, evidenciando o avanço no processo de maturação fisiológica das sementes.

Os resultados encontrados na figura 6 corroboram com resultados obtidos por Aguiar (2023), sementes de berinjela apresentaram maior porcentagem de primeira contagem em seu estágio de maturação mais elevado havendo uma correlação positiva e significativa entre a primeira contagem com os demais testes e os estádios de maturação. Abud *et al.*, (2013) pode verificar maior porcentagem de germinação na primeira contagem aos 72 DAA com 44% para pimenta malagueta e 65 DAA com 60% para biquinho. Figueiredo *et al.*, (2017) em estudos relacionados ao processo de maturação de sementes de pimenta, variedade Dedo-de-moça (*Capsicum baccatum* var. *pendulum*), obtiveram resultados de vigor analisado pelo teste de primeira contagem, apresentando máxima germinação na primeira contagem com em torno de 79 DAA com valor de 76%. O teste pressupõe que sementes mais vigorosas têm sua germinação mais rápida, demonstrando um bom desempenho fisiológico. O mesmo padrão pode ser observado com sementes de jurubeba colhidas no estágio de maturação mais avançado (vermelho). Já o baixo desempenho fisiológico observado nas sementes obtidas a partir de frutos verde e verde cana estão relacionados ao incompleto desenvolvimento do embrião, ou seja, sementes que não atingiram o ponto de maturidade fisiológica. Por essa razão, é de suma importância definir o momento ideal de colheita dos frutos, a fim de evitar prejuízos na qualidade fisiológica das sementes decorrentes da obtenção de sementes prematuras ou de baixa qualidade (Carvalho & Nakagawa, 2012).

O vigor das sementes com base no índice de velocidade de emergência mostraram índices relevantes quando a colheita foi realizada em frutos em estádios de maturação vermelho (Figura 7). O índice de velocidade de emergência foi 2,51, quando as sementes foram provenientes de frutos no estágio de maturação vermelho. Dessa forma, índices maiores de emergência indicam que as sementes que germinaram mais aceleradamente e de forma uniforme são mais vigorosas.

Figura 7 - Índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes de jurubeba extraídas de frutos colhidas em diferentes estádios de maturação. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.



Fonte: Autores (2023).

Índices mais altos indicam que as sementes germinaram rapidamente e uniformemente, tornando-as mais vigorosas. Com base no estágio de maturação do fruto e nos resultados obtidos no teste de emergência de plântulas, pode-se inferir que esses parâmetros estão intimamente relacionados com a maturidade fisiológica da semente e com o acúmulo de reservas nela presentes, o que indica a completa maturação dos frutos (Donato, 2015).

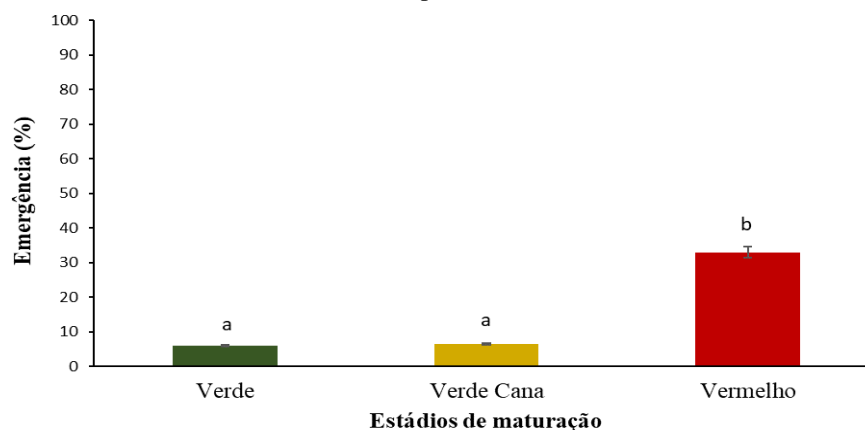
De acordo com estudos sobre maturação de frutos de *P. peruviana* desenvolvidos por Barroso *et al.*, (2002), frutos coletados no estágio verde claro, as sementes tiveram emergência zero, em contrapartida sementes coletadas no estágio amarelo proporcionaram maiores percentuais de emergência 91% em menor tempo. Enquanto em estudos com sementes de pimenta jalapenho em diferentes estádios de germinação indicou significância com as sementes provenientes de frutos vermelhos, que proporcionaram germinação mais rápida em comparação com frutos verdes, comprovando que há relação entre a velocidade de germinação e estádios de maturação (Ricci *et al.*, 2013). Fato este, que corrobora com os resultados encontrados na pesquisa em questão, com as sementes de jurubeba.

Sbrussi *et al.* (2014) obtiveram o máximo de emergência de plântulas de 81%, quando frutos de *Physalis peruviana* foram colhidos com o cálice verde e o fruto amarelo, já os resultados oriundos de frutos completamente verde, apresentaram o valor de 3,23%. Resultados semelhantes foram observados por Pérez-Camacho *et al.* (2008), onde o índice de velocidade de emergência de plântulas de *Physalis ixocarpa*, apresentaram resultados superiores para sementes oriundas de frutos com estágio de maturação mais avançado, quando comparado às sementes oriundas de frutos imaturos.

Ao avaliar o vigor das sementes pela emergência foi possível observar que sementes provenientes de frutos vermelhos tiveram sua emergência mais uniforme e rápida, quando comparada com os demais estádios de maturação (Figura 8). Este aspecto está diretamente ligado com o estabelecimento do estande, refletindo no crescimento da plântula. Portanto,

observa-se que a porcentagem de emergência de plântulas foi afetada por conta do estágio de maturação do fruto, sendo observado que sementes provenientes de frutos verdes obtiveram menores porcentagem de plântulas emergidas (6%), em contrapartida sementes de frutos vermelhos apresentaram os melhores resultados na emergência de plântulas (33%).

Figura 8 - Porcentagem de emergência de sementes de jurubeba extraídas de frutos colhidas em diferentes estádios de maturação. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.



Fonte: Autores (2023).

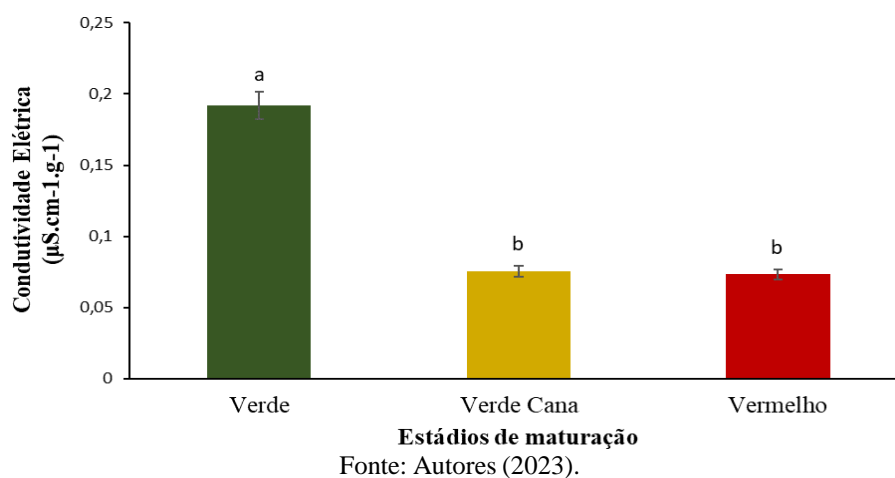
O teste revelou que as sementes em estágio verde apresentaram uma menor taxa de emergência de plântulas, em concordância com os resultados do teste de condutividade elétrica. Indicando que, a menor taxa de emergência de plântulas correspondeu aos maiores valores de solutos lixiviados no teste de condutividade elétrica, o que pode ser considerado um bom indicador da qualidade fisiológica das sementes.

Um dos possíveis fatores que impediram a germinação das sementes nos estádios menos avançados foi à imaturidade do embrião e presença de inibidores, particularmente o ácido abscísico, que pode atuar impedindo a germinação precoce das sementes contribuindo com o acúmulo de suas reservas (Marrocos, 2011). Justino *et., al* (2015) trabalhando com sementes de pimenta *C. baccatum* var. *pendulum* constataram que sementes provenientes de frutos vermelhos, com 70 DAA resultados de emergência seguiram a tendência de aumento ao longo do processo de maturação, valores máximos de emergência foram observados nos estádios avançados e piores desempenhos foram observados em frutos colhidos nos estádios iniciais de maturação.

O tempo médio de emergência, IVE e porcentagem de emergência de plântulas também foram afetados significativamente pelo estágio de maturação dos frutos de *P. peruviana*, sementes colhidas no estágio amarelo obtiveram 91% de emergência, indicando melhor formação das sementes e conseqüentemente maior vigor. Para se aferir a maturidade das sementes deve-se levar em consideração principalmente a maturidade dos frutos, pois o momento em que o fruto atinge a maturidade coincide com a maturação máxima das sementes (Barroso, 2022).

A diminuição nos valores da condutividade elétrica com o decorrer do avanço da maturação dos frutos de jurubeba indica maior vigor das sementes. Sementes provenientes de frutos vermelhos obtiveram média de $0,073 \mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ seguido do verde cana e verde com $0,075 \mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ e $0,191 \mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$, respectivamente. A menor deterioração é caracterizada pela diminuição da condutividade elétrica, indicando maior vigor das sementes (Figura 9).

Figura 9 - Condutividade elétrica ($\mu\text{S.cm}^{-1}.\text{g}^{-1}$) de sementes de jurubeba extraídas de frutos colhidas em diferentes estádios de maturação. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.



Esses resultados indicam que sementes provenientes de estádios avançados de maturação possuem maior potencial fisiológico, liberando menos lixiviados para a solução, sendo assim com sua membrana mais organizada. Conforme Dias *et al.*, (2006) quando as sementes são imaturas as suas membranas ainda não estão organizadas, fazendo com que mais solutos sejam liberados para solução.

A diminuição dos valores de condutividade elétrica em consequência do estágio de germinação também foi demonstrada por Pereira *et al.*, (2014) ao realizar testes com pimenta dedo-de-moça. A condutividade foi elevada para sementes provenientes de frutos colhidos de 15 a 35 dias, em contrapartida valores menores de condutividade foram obtidos de sementes provenientes de frutos no estágio vermelhos intenso. Medeiros *et al.*, (2010) verificaram também o decréscimo nos valores de condutividade à medida que elevaram os dias para a colheita dos frutos de maxixe, alcançaram $2321,57 \mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ em sementes com 15 DAA e $1556,19 \mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ aos 40 DAA. Em tomate, a condutividade elétrica indicou que as sementes estavam completamente formadas com 60 DAA (Vidigal *et al.*, 2006).

Em sementes de pimenta, o teste de condutividade elétrica realizado por Gonçalves *et al.*, (2015) apontou redução nos valores com o aumento da maturação dos frutos, indicando aumento do vigor. De acordo com Martins *et al* (2012) o sistema de proteção da membrana pode ser ineficiente nos primeiros estádios de desenvolvimento das sementes, havendo mais lixiviados para a solução. Vidigal *et al.*, (2009) comprovaram que sementes de pimenta com 40

DAA não são maduras, em contrapartida sementes extraídas com 60 e 70 DAA possuem sua membrana mais estruturada, não havendo grande liberação de solutos.

A máxima germinação das sementes ocorreu no estágio vermelho maduro, coincidindo com a máxima velocidade de emergência, emergência de plântulas, redução da condutividade elétrica e primeira contagem, demonstrando um bom desempenho fisiológico. De acordo Tekrony e Egli (1991), sementes de frutos carnosos, a germinação e o vigor máximo são atingidos após o conteúdo de matéria seca ser máximo.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos resultados alcançados neste estudo, constatou-se que os frutos de jurubeba apresentaram sua qualidade fisiológica máxima por meio da germinação e do vigor das sementes quando estavam em sua coloração vermelha. De maneira geral, o vigor das sementes aumentou progressivamente durante o processo de maturação, o que indica que a colheita dos frutos deve ser realizada neste estágio para assegurar a obtenção de sementes de qualidade.

Além disso, os testes de primeira contagem, índice de velocidade de emergência, emergência e condutividade elétrica foram eficientes para avaliar o vigor e, portanto, são recomendados para analisar a qualidade fisiológica das sementes da referida espécie.

REFERÊNCIAS

- ABUD, Haynna Fernandes *et al.* Qualidade fisiológica de sementes das pimentas malagueta e biquinho durante a ontogênese. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, p. 1546-1554, 2013.
- AGUILAR, Ariel Santivañez *et al.* Qualidade fisiológica e atividade de enzimas antioxidantes em sementes de berinjela com diferentes idades e períodos de repouso após a colheita. **Horticultura Brasileira**, v. 41, 2023.
- AMARO, Hugo Tiago Ribeiro *et al.* Maturation fruits and drying on quality of crambe seeds. **Journal of Seed Science**, v. 43, 2021.
- ARAN, H. D. V. R. *et al.* Germinação de Sementes de Jurubeba (*Solanum paniculatum*) Submetidas a Diferentes Temperaturas. **Cadernos de Agroecologia**, v. 9, n. 4, 2015.
- ARAÚJO, Roberto Fontes *et al.* Alterações fisiológicas e atividade de enzimas antioxidantes em sementes de pimenta Biquinho e Malagueta durante o processo de maturação. **Revista Ceres**, v. 65, p. 534-545, 2018.
- BARBEDO, C. J. *et al.* Influência da idade e do período de repouso pós-colheita de frutos de pepino cv. Rubi na qualidade fisiológica de sementes. **Horticultura Brasileira**, v. 12, n.2, p. 118-124, 1994.
- BARROS, Daniella Inácio *et al.* Comparação entre testes de vigor para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de tomate. **Revista Brasileira de sementes**, v. 24, p. 12-16, 2002.
- BARROSO, Natália dos Santos *et al.* Impacto do estágio de maturação sobre o ponto de colheita dos frutos e qualidade fisiológica de sementes de *Physalis peruviana* L. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 44, p. e-848, 2022.
- BEWLEY, J. D.; BLACK, M. *Seeds: physiology of development and germination*. 2. ed. New York; London: Plenum Press, 1994. 445 p.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. **Alimentos regionais brasileiros**. Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde, Departamento de Atenção Básica. 2. ed. –Brasília: Ministério da Saúde, 2015.
- CARVALHO, Livia Tálita da Silva *et al.* Tomato grafting onto Solanaceae genotypes to control bacterial wilt (*Ralstonia solanacearum* Smith 1896). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 50, p. e63476, 2020.
- CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590 p.
- CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4. ed. Jaboticabal: Funep, 2000. 588p.

- CARVALHO, A. C. B. *et al.* Situação do registro de medicamentos fitoterápicos no Brasil. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 18, n. 2, p. 314-319, jun. 2008.
- CASSIANO, Cristiano Vasconcelos *et al.* Study of physiological maturity of melon seeds by enzymatic changes. **Revista Ciência Agronômica**, v. 54, p. e20207665, 2023.
- DIAS, D.C.F.S.; RIBEIRO, F.P.; DIAS, L.A.S.; SILVA, D.H.; VIDIGAL, D.S. Tomato seed quality in relation to fruit maturation and post-harvest storage. **Seed Science and Technology**, v. 34, n.3, p.691-699, 2006.
- DONATO, Luan Mateus Silva *et al.* Qualidade fisiológica de sementes de melão em função do estágio de maturação dos frutos. **Comunicata Scientiae**, v. 6, n. 1, p. 49-56, 2015.
- EMILIANO, Eduardo Dantas *et al.* Alternativas alimentares com o fruto da jurubeba. **Cadernos de Agroecologia**, v. 15, n. 2, 2020.
- FIGUEIREDO, Josiane Cantuária *et al.* Maturação de sementes de pimenta em função de épocas de colheita dos frutos. **Scientia Agraria**, v. 18, n. 3, p. 1-7, 2017.
- FUKUSHI, YKM *et al.* *Solanum paniculatum*: jurubeba. 2016.
- GARCIA, José *et al.* Effectiveness of methods to increase the germination rate of jurubeba (*Solanum paniculatum* L.) seeds. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 38, n. 3, p. 223-226, 2008.
- GONÇALVES, Vanessa Damasceno *et al.* Maturação fisiológica de sementes de pimenta 'Bode Vermelha'. **Revista Caatinga**, v. 28, p. 137-146, 2015.
- GOTO R. SANTOS H. S.; CAÑIZARES, K. A. L. **Enxertia em hortaliças**. Botucatu-SP: Editora UNESP. 2003. p. 86.
- GUARANÁ, Eduardo Levi de Sousa *et al.* Intoxicação por *Solanum paniculatum* (Solanaceae) em bovinos. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 31, p. 59-64, 2011.
- INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION - ISTA. International Rules for Seed Testing. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.21, (supplement), 1993. 288p.
- JÚNIOR, Gerardo Magela Vieira *et al.* New steroidal saponins and antiulcer activity from *Solanum paniculatum* L. **Food chemistry**, v. 186, p. 160-167, 2015.
- JUSTINO, Elaine V. *et al.* Determinação da maturidade fisiológica de sementes de pimenta dedo de moça *Capsicum baccatum* var. *pendulum*. **Horticultura Brasileira**, v. 33, p. 324-331, 2015.
- LEITÃO FILHO, H.F., ARANHA, C. & BACCHI, O. Plantas invasoras de culturas no estado de São Paulo. v. 2. HUCITEC e AGIPLAN, São Paulo, 1975.

LÔBO, K. M. S. et al. Avaliação da atividade antibacteriana e prospecção fitoquímica de *Solanum paniculatum* Lam. e *Operculina hamiltonii* (G. Don) DF Austin & Staples, do semi-árido paraibano. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 12, p. 227-235, 2010.

LORENZI, H.; MATOS, F.J.A. Plantas Mediciniais no Brasil: nativas e exóticas. Nova Odessa, SP: **Instituto Plantarum**, 2008.

MACHADO, N.G.; AQUINO, B.G.; NEVES, G.A.P.C. Espécies nativas de plantas frutíferas em uma área de Cerrado em Mato Grosso, Brasil. **Revista Monografias Ambientais**, 13(3), 3306-3315, 2014.

MAGUIRE, James D. Velocidade de germinação-auxílio na seleção e avaliação para emergência e vigor de plântulas. **Colheita Ciência**. v. 2, pág. 176-177, 1962.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, v. 12, 2005.

MARROCOS, Saulo de Tarcio Pereira et al. Maturação de sementes de abobrinha menina brasileira. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 33, p. 272-278, 2011.

MARTINS, Cibele C. et al. Metodologia para a avaliação do vigor de sementes de tomate. **Horticultura Brasileira**, v. 24, p. 301-304, 2006.

MARTINS, Denize Carvalho et al. Maturidade fisiológica de sementes de berinjela. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 34, p. 534-540, 2012.

MARTINS, E. R. F. Biologia floral e reprodução de *Solanum paniculatum* L. (Solanaceae) no estado de São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, vol. 21, n. 2, p. 117-124, ago. 1998.

MARTINS, Elton AS et al. Post-harvesting of *Solanum paniculatum* L. leaves. Part II: Antioxidant activity and chemical composition. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 25, p. 17-22, 2020.

MEDEIROS, Maria Aparecida de et al. Maturação fisiológica de sementes de maxixe (*Cucumis anguria* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, p. 17-24, 2010.

NASCIMENTO, W. M.; FREITAS, R. A. Produção de sementes de pimentas. In: RIBEIRO, C. S. C. et al. (Org). Cultivo de pimentas (*Capsicum* spp.) no Brasil. Brasília: **Embrapa Hortaliças**, 2006. p. 30-39.

NASCIMENTO, Warley Marcos; DIAS, DCF dos S.; DA SILVA, Patrícia P. **Qualidade fisiológica da semente e estabelecimento de plantas de hortaliças no campo**. V. 11, 2011.

OLIVEIRA, Sarah Christina Caldas et al. Estudo fitoquímico de folhas de *Solanum lycocarpum* A. St.-Hil (Solanaceae) e sua aplicação na alelopatia. **Acta botânica brasílica**, v. 26, p. 607-618, 2012.

PANOZZO, L. E. *et al.* Comportamento de plantas de soja originadas de sementes de diferentes níveis de qualidade fisiológica. **Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia**, v. 16, n. 1, p. 32-41, 2009.

PEREIRA, Francisco Elder Carlos Bezerra *et al.* Qualidade fisiológica de sementes de pimenta em função da idade e do tempo de repouso pós-colheita dos frutos. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, p. 737-744, 2014.

PEREIRA, Ricardo B. *et al.* Potential of wild *Solanum stramonifolium* accessions as rootstock resistant to soilborne pathogens in tomato crops. **Horticultura Brasileira**, v. 36, p. 235-239, 2018.

PEREZ CAMACHO, Ignácio *et al.* Efeito do desenvolvimento e da secagem de sementes de botões de *physalis ixocarpa* na germinação, vigor e teor de açúcar. **INCI**, Caracas, v. 33, n. 10, pág. 762-766, out. 2008.

PINHEIRO, Jadir B. *et al.* Fontes de resistência a *Meloidogyne enterolobii* de espécies silvestres de *Solanum* e híbridos interespecíficos. **Horticultura Brasileira**, v. 40, p. 275-280, 2022.

RICCI, N., Pacheco, A. C., Conde, A. S., & Custódio, C. C. (2013). Qualidade de sementes de pimenta jalapenho em função da maturação e tempo de permanência nos frutos. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, 43, 123-129.

ROCHA, Vinicius Delgado *et al.* Efeito alelopático de extratos aquosos de *Solanum paniculatum* L., na germinação e crescimento inicial de alface. **Revista de Ciências Agroambientais**, v. 16, n. 1, p. 72-79, 2018

SANTOS, H. S.; GOTO, R. Enxertia em plantas de pimentão no controle da murcha de fitóftora em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília-DF, v. 22, n. 1, p. 45-49, 2004.

SBRUSSI, A. G.; ZUCARELI, C.; PRANDO, A. M. P.; SILVA, B. V. A. B. S. Estágios de maturação do desenvolvimento dos frutos e qualidade fisiológica das sementes de *Physalis peruviana*. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 3, p. 543-549, 2014.

SILVA, Patrícia Pereira da *et al.* Biochemical changes in hybrid pumpkin seeds at different stages of maturation. **Revista Ciência Agronômica**, v. 48, p. 558-564, 2017.

SILVA, Sérgio Macedo *et al.* Aryn removal methods and passion fruit seed positions: Germination and emergence. **Journal of Seed Science**, v. 125-130, 2015.

SOUZA, Patrícia Aparecida *et al.* Avaliação do banco de sementes contido na serapilheira de um fragmento florestal visando recuperação de áreas degradadas. **Cerne**, v. 12, n. 1, p. 56-67, 2006.

TAIZ, Lincoln *et al.* **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. Artmed Editora, 2017.

- TEKRONY, D.M.; EGLI, D.B. Relationship of seed vigor to crop yield: A review. **Crop Science**, v.31, p.816-822, 1991.
- TENÓRIO, Jonh AB *et al.* O extrato de raiz de *Solanum paniculatum* reduz a diarreia em ratos. **Revista Brasileira de Farmacognosia** , v. 26, p. 375-378, 2016.
- VIDIGAL, D *et al.* Alterações fisiológicas e enzimáticas durante a maturação de sementes de pimenta (*Capsicum annuum* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, n. 2, p. 129-136, 2009.
- VIDIGAL, Deborah de Souza *et al.* Qualidade fisiológica de sementes de tomate em função da idade e do armazenamento pós-colheita dos frutos. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, p. 87-93, 2006.
- VIEIRA JÚNIOR, G. M.; ROCHA, C. Q.; RODRIGUES, T. S. HIRUMA-LIMA, C. A.; VILEGAS, W. New steroidal saponins and antiulcer activity from *Solanum paniculatum* L. **Food Chemistry**, London, v. 186, n. 1, p. 160-167, 2015.
- VIEIRA, E. L. CARVALHO, Z. S. de. Fisiologia de sementes: Parte I – formação e germinação de sementes. **Boletim Científico Agrônomo do CCAAB/UFRB**, v. 1, e2259, 2023. .
- VIEIRA, R.D.; KRZYZANOWSKI, F.C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F.C., VIEIRA, R.D., FRANÇA-NETO, J.B. (Eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p.4-1 a 4-26.

