

Importância da secagem e armazenamento adequados na manutenção da qualidade de sementes de pimenta (*Capsicum*)

Importance of proper drying and storage in maintaining the quality of pepper seeds (*Capsicum*)

Importancia de un secado y almacenamiento adecuados para mantener la calidad de las semillas de chile (*Capsicum*)

Recebido: 11/08/2023 | Revisado: 24/08/2023 | Aceitado: 25/08/2023 | Publicado: 28/08/2023

Cláudia Oliveira Rosa¹

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-6867-0938>
Universidade Federal de Goiás, Brasil
E-mail: claudiarosa@discente.ufg.br

Flávio Alves da Silva²

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3619-755X>
Universidade Federal de Goiás, Brasil
E-mail: flaviocamp@gmail.com

Dennis Ricardo Cabral Cruz³

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5209-7751>
Universidade Federal de Goiás, Brasil
E-mail: denisribral@gmail.com

Samuel Gonçalves Ferreira dos Santos⁴

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1618-6877>
Universidade Federal de Viçosa, Brasil
E-mail: samuel-2100@hotmail.com

Resumo

Apesar de parecer pouco importante para a agricultura, o setor produtivo de pimentas (*Capsicum*) é muito extenso e promissor, fazendo parte fundamental do agronegócio brasileiro. O objetivo desse trabalho foi realizar uma revisão narrativa apontando os principais fatores referentes a utilização de diferentes métodos de secagem e temperaturas de armazenamento em sementes de pimenta, e como afetam a manutenção da qualidade fisiológica. Quanto à metodologia, utilizou-se o modelo de estudo baseado em pesquisa bibliográfica exploratória e abordagem qualitativa, trazendo informações a respeito da secagem e armazenamento adequados na manutenção da qualidade de sementes de pimenta, abordando os aspectos e fatores que interferem diretamente nesses processos. Observou-se através da literatura consultada que a secagem e armazenamento influem diretamente na qualidade das sementes, mas se faz importante destacar que processos no campo, como a época adequada de colheita, também impactam significativamente. Como o setor está em desenvolvimento, há uma necessidade significativa de pesquisa em tecnologia de produção de sementes com alta qualidade genética, física, fisiológica e de sanidade que resultem maior produtividade final, sendo a secagem e o armazenamento etapas cruciais desse processo. Através dos achados foi possível observar o quão importante é a realização da secagem e armazenamento adequados para manutenção do vigor, utilizando temperaturas e condições específicas conforme exigido para as sementes de pimenta. Embora seja elevado o número de publicações sobre o manejo e produção de pimentas, são necessários estudos mais específicos que identifiquem a otimização do processo produtivo de sementes, bem como as operações de secagem e armazenamento.

Palavras-chave: Vigor; Colheita; Umidade; Produção.

Abstract

Despite appearing to be of little importance to agriculture, the chili pepper (*Capsicum*) production sector is very extensive and promising, forming a fundamental part of Brazilian agribusiness. The aim of this study was to carry out a narrative review of the main factors relating to the use of different drying methods and storage temperatures for chili seeds, and how they affect the maintenance of physiological quality. As for the methodology, the study model was based on exploratory bibliographical research and a qualitative approach, providing information on appropriate drying and storage for maintaining the quality of pepper seeds, addressing the aspects and factors that directly interfere in

¹ Doutoranda em Produção Vegetal pela Universidade Federal de Goiás, Escola de Agronomia, Goiânia-GO, Brasil.

² Doutor em Engenharia de Alimentos, Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Goiás, Brasil.

³ Doutorando em Produção Vegetal pela Universidade Federal de Goiás, Escola de Agronomia, Goiânia-GO, Brasil.

⁴ Doutorando em Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Agronomia, Viçosa, MG, Brasil.

these processes. The literature consulted showed that drying and storage have a direct influence on seed quality, but it is important to point out that processes in the field, such as the right time to harvest, also have a significant impact. As the sector is developing, there is a significant need for research into seed production technology with high genetic, physical, physiological and health quality, resulting in greater final productivity, with drying and storage being crucial stages in this process. Through the findings, it was possible to see how important it is to carry out adequate drying and storage to maintain vigor, using specific temperatures and conditions as required for pepper seeds. Although there are a large number of publications on the management and production of chili peppers, there is a need for more specific studies that identify the optimization of the seed production process, as well as drying and storage operations.

Keywords: Vigor; Harvest; Moisture; Yield.

Resumen

A pesar de parecer poco importante para la agricultura, el sector de producción de ají (*Capsicum*) es muy extenso y promisorio, formando parte fundamental del agronegocio brasileño. El objetivo de este estudio fue realizar una revisión narrativa de los principales factores relacionados con el uso de diferentes métodos de secado y temperaturas de almacenamiento en semillas de Chile, y cómo afectan al mantenimiento de la calidad fisiológica. En cuanto a la metodología, el modelo de estudio utilizado se basó en una investigación bibliográfica exploratoria y un enfoque cualitativo, proporcionando información sobre los métodos de secado y almacenamiento adecuados para mantener la calidad de las semillas de Chile, abordando los aspectos y factores que interfieren directamente en estos procesos. La literatura consultada mostró que el secado y el almacenamiento tienen una influencia directa en la calidad de las semillas, pero es importante destacar que los procesos en el campo, como el momento adecuado para la cosecha, también tienen un impacto significativo. A medida que el sector se desarrolla, existe una importante necesidad de investigación en tecnología de producción de semillas de alta calidad genética, física, fisiológica y sanitaria que redunde en una mayor productividad final, siendo el secado y el almacenamiento etapas cruciales en este proceso. Los resultados muestran la importancia de llevar a cabo un secado y almacenamiento adecuados para mantener el vigor, utilizando temperaturas y condiciones específicas como las requeridas para las semillas de Chile. Aunque existe un gran número de publicaciones sobre la gestión y producción del pimiento picante, se necesitan estudios más específicos que identifiquen la optimización del proceso de producción de semillas, así como de las operaciones de secado y almacenamiento.

Palabras clave: Vigor; Cosecha; Humedad; Producción.

1. Introdução

As pimentas do gênero *Capsicum* representam hoje mais de 38 espécies que fazem parte da família Solanaceae (Nimmakayala et al., 2021), família de grande importância entre as principais olerícolas brasileiras. Das diversas espécies de pimentas do gênero *Capsicum* existentes conhecidas, cinco delas foram domesticadas pelo ser humano, sendo elas *C. annuum*, *C. chinense*, *C. frutescens*, *C. baccatum* e *C. pubescens* (Martinez et al., 2021). Evidências arqueológicas da América Central sugerem que *Capsicum* está entre os primeiros gêneros de plantas domesticadas, sendo produzidas há pelo menos 7.000 anos (Ramjattan & Umaharan, 2021).

As espécies do gênero *Capsicum* são cultivadas principalmente pela agricultura familiar e são importantes representantes da agrobiodiversidade de um país (Carvalho et al., 2015). O gênero possui inúmeras aplicações comerciais, principalmente na indústria de cosméticos, farmacêutica, culinária e decoração (Ferraz et al., 2016). Além de ser consumida in natura, a pimenta pode ser utilizada como ingrediente para o preparo de uma ampla gama de produtos, incluindo molhos e temperos, que são suas formas mais consumidas no mercado interno (Fernandes & Cattelan, 2022). O mercado interno da cultura está aquecido bem como as exportações, e continuamente tem sido gerado novos produtos, como conservas, pastas desidratadas e páprica (Santos et al., 2020). Mas conforme Antônio et al. (2018), uma vez que grande parte da produção é vendida em mercados ao ar livre ou por venda direta aos estabelecimentos, os dados oficiais sobre a produção e a comercialização são ainda difíceis de obter.

A alta qualidade fisiológica das sementes ou propágulos é um dos componentes cruciais para uma boa produtividade de uma cultura agrícola. Para o desenvolvimento da cultura da pimenta, assim como de qualquer outra cultura, é fundamental a utilização de sementes de boa qualidade fisiológica, pois estas promovem o melhor estabelecimento e uniformidade das plantas (Marques et al., 2020). Conforme Alves (2021), uma das características das plantas de pimenta é o seu crescimento e

maturação desigual dos frutos, o que torna difícil prever quando as sementes atingem a maturidade fisiológica e, conseqüentemente, o melhor momento para colher os frutos com sementes que possuem alta qualidade. As sementes da pimenta são carnudas, geralmente com teor de água acima de 40%, e, por isso, quando atingem o máximo de suas propriedades fisiológicas, tendem a se deteriorar e reduzir suas qualidades fisiológicas, químicas e físicas (Silva et al., 2016). Dessa forma, a secagem de sementes de pimenta é uma técnica crucial a fim de promover manutenção da sua qualidade durante o armazenamento.

De acordo com Silva et al. (2018a), o processo de secagem pode ser considerado como uma etapa crucial na obtenção de sementes de alta qualidade, pois permite reduzir o teor de água para níveis adequados ao armazenamento, protege as sementes das alterações físicas e químicas provocadas pelo excesso de umidade e permite a manutenção da qualidade inicial durante o armazenamento, possibilitando colheitas quase fisiologicamente maduras. E essa redução, em teores adequados, auxilia na preservação de características fisiológicas como germinação e vigor no período do armazenamento, mantendo o máximo de suas características químicas, físicas e nutricionais (Rodvalho et al., 2015).

Além disso, o armazenamento adequado das sementes é tão importante quanto a redução do teor de água, principalmente visando a redução da ocorrência de fungos e outros microrganismos (Bianchini et al., 2021; Silva Neto et al., 2022). Conforme Krzyzanowski et al. (2022), sementes submetidas a condições adversas, como temperatura e umidade inadequadas, passam por processos deteriorativos que afetam seu vigor e conseqüentemente a taxa de germinação. Em geral, a temperatura correta e a umidade relativa têm um impacto significativo no tempo de conservação das sementes. Por exemplo, as sementes expostas a temperaturas e umidade relativa elevadas durante um armazenamento inadequado acumulam gradualmente danos oxidativos nas células, resultando numa redução da germinação e do vigor e, possivelmente, até na morte do embrião.

Diante do que foi exposto, esse trabalho teve como objetivo realizar uma revisão narrativa apontando os principais fatores referentes a utilização de diferentes métodos de secagem e temperaturas de armazenamento em sementes de pimenta, e como afetam a manutenção da qualidade fisiológica.

2. Metodologia

O estudo foi de natureza teórica e realizado por meio de uma abordagem exploratória e qualitativa de uma pesquisa bibliográfica (Pereira et al., 2018). Essa pesquisa listou alguns dos principais conceitos e ideias sobre o uso de técnicas de secagem e temperaturas de armazenamento para a manutenção da qualidade de sementes de pimenta, com foco na variedade de pimenta em grão. O objetivo principal dessa forma de pesquisa pode ser tanto o desenvolvimento de conceitos quanto a identificação de intuições, o que a torna uma escolha bastante flexível (Gil, 2018).

O estudo, que foi realizado de janeiro a junho de 2023, baseou-se principalmente em artigos acadêmicos extraídos do banco de dados SciELO, da Elsevier e da biblioteca do Google Acadêmico. Teses, dissertações e capítulos de livros também foram usados em menores proporções para complementar o conteúdo. Utilizou-se as palavras-chaves “secagem de sementes”, “secagem de sementes de pimenta”, “armazenamento de sementes”, “armazenamento de sementes de pimenta”, “vigor de sementes de pimenta” e “manutenção do vigor de sementes de pimenta” para a pesquisa dos artigos, teses, dissertações e capítulos consultados e citados. As publicações utilizadas para elaboração da pesquisa datam de 1996 a 2023. Todas as leituras foram feitas cuidadosamente, na busca de entender e saber como diferentes métodos de secagem e temperaturas de armazenamento afetam a manutenção da qualidade fisiológica em sementes de pimenta.

3. Características, Importância Econômica e uso da Pimenta (*Capsicum*)

As pimentas hortícolas pertencem ao gênero *Capsicum* e à família das Solanaceas, são assim denominadas para

diferenciá-las da pimenta do reino (*Piper nigrum* L., da família Piperaceae), da pimenta da jamaica (*Pimenta officinalis* Lindl., da família Myrtaceae) e da pimenta rosa (*Schinus molle* L., da família Anacardiaceae). Todas elas, embora sendo utilizadas como condimento e chamadas de pimentas, não possuem parentesco entre si e cada qual apresenta propriedades químicas distintas (Carvalho, 2014). Assim, palavra pimenta aparece na língua castelhana no século XIII, derivada do latim pigmenta, plural de *pigmentum*, corante e o nome do gênero *Capsicum* deriva do grego: *Kapso* (picar) ou *Kapsakes* (cápsulas) (Nuez et al., 1996).

As pimentas do gênero *Capsicum* são representadas por plantas arbustivas, atingindo 120 cm de altura, com ampla formação de ramificações laterais. O tamanho e formato dos frutos, seu principal produto, variam entre as espécies, podendo ser arredondados ou alongados. Apresentam quanto a coloração como amarelos ou vermelhos quando maduros, podendo ser alaranjados ou cremes. As sementes das plantas do gênero *Capsicum* são reniformes, transparentes, achatadas, pequenas, abundantes e apresentam um embrião curvo (Pereira, 2018). Entretanto, em muitas partes do mundo, se comportem como anuais, principalmente, quando cultivadas para fins comerciais, pelo fato de terem maior número de frutos no primeiro ano (Ribeiro et al., 2008). Tais pimentas são, preferencialmente, autógamas, dessa maneira, o óvulo que é fecundado e o pólen pertencem a uma mesma flor, isso facilita a sua reprodução, embora a polinização cruzada também possa ocorrer entre indivíduos dentro da mesma espécie e entre espécies do gênero; podendo variar em taxas de 2 a 90% e, pode ser facilitada pela ação de insetos, por alterações morfológicas na flor, presença de polinizadores, por práticas de cultivo (adensamento, local ou cultivo misto), entre outros fatores (Embrapa, 2007).

Cansian Júnior et al. (2021), destaca que gênero *Capsicum* possui grande variabilidade genética, sendo composto por 38 espécies catalogadas, e dessas, cinco espécies se destacam como domesticadas e largamente cultivadas: *C. chinense*; *C. baccatum*; *Capsicum annuum*; *C. frutescens*; e *C. pubescens*. No Brasil, entre as cinco espécies cultivadas, destaca-se *C. chinense* que é uma espécie de pimenta domesticada amplamente consumida, em que a maioria das variedades desta espécie apresenta aromas frutados distintos, característica de alto valor comercial (Heng et al., 2023). Caracteriza-se por ser a mais cultivada e consumida no país, como variedades bastante conhecidas, como a pimenta-de-cheiro, pimenta-de-bode, cumari-do-Pará, murupi, habanero e biquinho (Moreira et al., 2018).

Segundo Cabral et al. (2018), as pimentas-de-cheiro são morfótipos importantes de pimenta no Brasil, que é considerado um centro secundário para estas espécies domésticas e é na bacia amazônica que as espécies de pimentas (*Capsicum chinense* L.) se encontram em maior diversidade. Seus frutos, em virtude da presença de capsaicina, composto do grupo dos alcaloides, sintetizados pelo metabolismo secundário da planta, possuem uma sutil pungência, sendo essa uma das características mais marcantes do gênero. A pimenta-de-cheiro distingue-se das demais por ser uma espécie de *Capsicum* com suave pungência, ou nenhuma, e de grande valor nutritivo, apesar de alguns genótipos se assemelharem a outras pimentas de elevada pungência (Monteiro Neto et al., 2022).

As pimentas apresentam um grande valor agregado, fazendo parte fundamental do agronegócio brasileiro, as principais regiões produtoras são o Centro-Oeste e o Sudeste. Os principais estados produtores são Minas Gerais, Goiás, São Paulo, Ceará, Rio Grande do Sul, Bahia e Sergipe (Reifschneider et al., 2022). Estes produtos hortícolas e outras espécies vegetais constituem uma fonte de rendimento para os pequenos e médios agricultores. Nos últimos dez anos a produção e comercialização de pimenta-de-cheiro aumentou em quase 50% na região Centro-Oeste, em especial no estado de Goiás, em que o volume comercializado de frutos frescos de pimenta-de-cheiro aumentou de 309 toneladas em 2012 para 565 toneladas em 2022 (Ceasa-GO, 2022), o que representou um total de R\$ 9.391.944,01 movimentados com a comercialização da cultura, assim, o preço médio do quilo ficou em torno de R\$ 14,00. A oferta é principalmente de áreas de pequenos produtores, representando cerca de 94% do total disponibilizado na companhia.

Exceto o Ceasa-GO que precifica as pimentas conforme a espécie ou variedade, os preços das pimentas nos mercados

atacadistas brasileiros não diferenciam as variedades, ao invés disso, elas são categorizadas em categorias genéricas como "pimenta", "pimenta ardente" ou "pimenta vermelha" (Carvalho, 2022). Devido ao fato de que grande parte da produção é vendida em mercados locais e regionais menores e menos reconhecidos, que não são incluídos nas estatísticas, há poucas estatísticas sobre a produção e a comercialização de pimenta no Brasil, apesar de ser uma cultura importante. Estima-se que o agronegócio de pimentas movimentou R\$80 milhões, considerando desde o processamento até à comercialização. Avalia-se que a produção de pimentas no Brasil possui área cultivada anualmente de aproximadamente 5.000 ha e produção em torno de 75.000 t (Pinto & Donzeles, 2021).

Ribeiro (2021) explica que, sendo tradicionalmente plantada por pequenos produtores e em propriedades familiares essa 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. O cultivo da pimenta permite a fixação dos produtores rurais e suas famílias no campo, o estabelecimento de novas indústrias processadoras e, conseqüentemente, a geração de novos empregos.

A importância da pimenta não está só ligada à sua relevância econômica e social, mas também, a seu alto valor nutricional devido à presença de compostos fenólicos, capsaicinóides, vitaminas (C e E) e carotenóides (provitamina A). Além do seu uso como aditivos alimentares e dos benefícios nutricionais das pimentas, seu teor de capsaicina tem um papel significativo e são usadas para diferentes fins terapêuticos, assim como a presença de compostos bioativos com propriedades funcionais e tecnológicas que despertam o interesse industrial (Mendes et al., 2019; Zhang et al., 2016).

No setor alimentício, o mercado de pimentas para horticultura é um segmento com grande potencial de crescimento em todos os continentes, tanto para consumo fresco quanto para processamento (Domenico et al., 2012). Podendo ser encontradas em molhos, geleias, conservas e desidratadas (Ohara & Pinto, 2012), isso agrega valor ao produto e possibilita maior aproveitamento do mesmo, e, vale ressaltar que, esse mercado é fortemente influenciado pelos hábitos alimentares de cada região do Brasil. (Macedo, 2015).

Por fim, Lim (2013) salientou que, hoje, no Brasil, o cultivo desta espécie expande-se por todo o território, e tal fato está relacionado a sua característica de desenvolvimento em regiões com clima Tropical e Subtropical, a pleno sol e em solos férteis, bem drenados e ricos em matéria orgânica, além da espécie ser de fácil adaptação a diferentes solos e climas. E a expansão das áreas cultivadas com pimentas se reflete na aquisição de sementes pelos produtores brasileiros. No entanto, a falta de sementes de alta qualidade restringiu a produção em larga escala, o que está relacionado a falhas nos métodos de produção, como colheitas insuficientes, bem como à falta de informações precisas sobre secagem e armazenamento.

4. Colheita de Frutos e Qualidade de Sementes de Pimenta

A propagação de plantas de pimenta ocorre primordialmente por via sexuada, ou seja, através de sementes. Logo, a utilização de sementes de elevada qualidade é fundamental para garantir o bom desempenho das plantas na lavoura (Jorge et al., 2018). Para garantir a obtenção de lotes de sementes de elevada qualidade, é necessário ter cuidado em todas as fases do processo de produção, uma vez que a produção de sementes é uma atividade especializada. Por se tratar de um setor relativamente novo e em desenvolvimento, há uma grande necessidade de pesquisas em tecnologia de produção de sementes para que se possa produzir sementes com alta qualidade genética, física, fisiológica e higiênica, resultando em maior uniformidade e vigor das plântulas e, conseqüentemente, maior produtividade final.

A colheita das pimentas *Capsicum* é variável, de uma maneira geral, as primeiras colheitas são feitas a partir de 90 dias após a semeadura para as pimentas mais precoces, e após 120 dias para as mais tardias (Henz, 2022). A maturação de sementes de angiospermas é um processo complexo que consiste no crescimento e no desenvolvimento coordenado do tegumento, do endosperma e do embrião (Kesavan et al., 2013) e desde o momento em que o óvulo é fecundado até atingir a

maturidade fisiológica, ocorrem várias alterações fisiológicas, físicas, bioquímicas e morfológicas (Cansian Júnior et al., 2021).

Em geral, o desenvolvimento do fruto e da semente ocorre simultaneamente, mas nem sempre de forma sincronizada (Carvalho & Nakagawa, 2012). Quando se trata de frutos carnudos como a pimenta, a maturação das sementes acompanha normalmente o início da mudança de cor do fruto, que tipicamente marca a mudança de verde para surgimento de manchas avermelhadas ou amareladas (Pereira et al. 2014), entretanto, a máxima qualidade fisiológica das sementes pode ser alcançada antes dessa modificação ocorrer no fruto (Jorge et al., 2018). Porém, as pimentas apresentam na época da colheita, frutos e sementes em diversos estádios de desenvolvimento e graus de maturação fisiológica, o que dificulta a determinação da época de maturidade fisiológica das sementes e, conseqüentemente, o momento ideal de colheita, para a obtenção de sementes com alta qualidade fisiológica (Carvalho & Nakagawa, 2012; Figueiredo et al., 2017). Nessas espécies, é necessário avaliar como as propriedades físicas das sementes mudam à medida que elas se desenvolvem, fornecendo nutrientes, a fim de determinar quando as sementes devem ser colhidas.

A tecnologia para a produção de sementes preconiza, genericamente, a realização da colheita no momento mais próximo possível da maturidade fisiológica, momento em que as sementes atingem o máximo acúmulo de matéria seca. Porém, sabe-se, que as sementes, de uma maneira geral, atingem a maturidade fisiológica com teor de água acima de 40%, isso a curto e médio prazo, pode acelerar o processo de deterioração e resultar na perda total da viabilidade destas sementes (Silva et al., 2016). No Brasil, onde é comumente cultivada, são necessárias técnicas adequadas de secagem e armazenamento para preservar a qualidade das sementes de pimenta, que são extraídas com altas concentrações de umidade (Rodrigues et al., 2020).

Figueiredo et al. (2017) trabalhando com maturação de sementes de pimenta dedo-de-moça em função de diferentes épocas de colheita dos frutos, constatou que aos 74 dias após a antese floral (DAA), as sementes atingem o máximo acúmulo de matéria seca (maturidade de massa), enquanto entre 71 e 81 DAA, as sementes atingem a maturidade fisiológica (máxima germinação e vigor). Foi observado um aumento na porcentagem de germinação das sementes entre 40 e 70 DAA por Abud et al. (2013) ao analisarem pimentões dos tipos malagueta (*C. frutescens*) e biquinho (*C. chinense*) coletados aos 25, 40, 55, 70, 85 e 100 DAA. Segundo os autores, a maturidade fisiológica das sementes ocorre aos 70 DAA, que é a época ideal de colheita. Já Gomes et al. (2017), observou que o ideal para obter sementes de pimenta "dedo-de-moça BRS Mari" com elevado potencial fisiológico é colher os frutos extremamente vermelhos, entre 70 DAA e 85 DAA.

As circunstâncias de produção no campo afetam diretamente a qualidade de um lote de sementes, mas um tratamento cuidadoso atrasa o processo de deterioração. Espécies que produzem frutos carnudos, como o pimento, demonstraram que manter as sementes dentro do fruto durante algum tempo após a colheita mantém-nas metabolicamente ativas e pode mesmo melhorar a sua qualidade fisiológica (Pereira et al. 2014). O sucesso do repouso pós-colheita dos frutos, antes da extração das sementes, viabilizaria a redução do número de colheitas, pois os frutos poderiam ser colhidos nos diversos estádios de maturação e mantidos em repouso até a extração das sementes, reduzindo-se gastos e evitando-se riscos com condições climáticas e sanitárias desfavoráveis no campo (Araújo et al., 2018). Ou seja, permite otimizar a utilização de mão de obra envolvida no processo de colheita dos frutos. Colombari et al. (2021) trabalhando com frutos de pimentão amarelo, observaram que o estágio que apresenta maior qualidade de sementes do pimentão é quando os frutos estão 100% amarelos, porém, opacos e com menos firmeza da polpa, e que descanso pós-colheita dos frutos aumenta a qualidade das sementes.

5. Métodos de Secagem de Sementes de Pimenta

O sistema de produção utilizado, que inclui não só o momento da colheita, mas também o método de secagem utilizado, é um fator que afeta a qualidade das sementes produzidas. Quando estas técnicas são utilizadas de forma incorreta, os efeitos negativos incluem, nomeadamente, uma redução do vigor e uma baixa percentagem de germinação das sementes

(Barrozo et al., 2014). Por isso, quando as sementes são colhidas com alta umidade, a adoção de métodos de secagem pós-colheita, podem garantir potencial para seu armazenamento. Condições iniciais inadequadas de armazenagem poderão interferir diretamente na qualidade fisiológica, causando alterações metabólicas degenerativas, como retardo na germinação, redução no crescimento de plântulas, alterações enzimáticas, lixiviação de soluto e perda de compartimentação celular, promovendo a completa deterioração das sementes, conseqüentemente, gerando problemas no estabelecimento do estande e na produtividade das culturas (Silva et al., 2011).

Em suma, além do estágio de colheita adequado, realizar a secagem das sementes é muito importante no controle de qualidade, principalmente considerando o fato de que quando as sementes atingem o ponto de maturidade fisiológica, na maioria das vezes, se encontram com elevado teor de água, o que pode causar uma rápida degradação das reservas acumuladas, devido à intensa atividade respiratória. Entretanto, a secagem de sementes - especialmente aquelas com alto teor de água - precisa ser feita com cuidado para evitar danos. Conforme Pereira et al. (2018), isso se deve ao fato de que as altas temperaturas de secagem têm um impacto negativo sobre os principais processos metabólicos, como a alteração das atividades enzimáticas necessárias para a germinação, a desnaturação de proteínas e danos ainda mais graves às estruturas celulares, o que pode causar o bloqueio ou o atraso da germinação.

A operação de secagem das sementes é fundamental nos sistemas de produção, tendo como objetivo reduzir o seu teor de água até níveis seguros, para reduzir a possibilidade da ocorrência de injúrias durante o manejo e permitir que durante o armazenamento haja a conservação adequada do potencial fisiológico das sementes (Marcos Filho, 2015). Além disso, a época de colheita da maioria das culturas cultivadas com sementes não coincide com o melhor período para a semeadura, o que destaca a necessidade de secagem, especialmente para o armazenamento de sementes no futuro (Amaro et al., 2017). E, quando a semente é colhida no estágio certo de maturação e consegue-se aliar a utilização do melhor método de secagem, pode-se atingir um alto potencial de armazenamento e o estabelecimento do stand esperado de plantas no campo, após semeadura (Queiroz, 2011).

A espécie vegetal, o equipamento e a estrutura disponíveis, a quantidade de sementes e os mecanismos que podem minimizar os custos operacionais, reduzir o consumo de energia e encurtar o tempo de secagem desempenham um papel importante na seleção do método de secagem. Os métodos de secagem são classificados quanto ao uso de equipamentos em artificial ou natural; à periodicidade no fornecimento de calor como intermitente ou contínuo e à movimentação da massa de sementes, podendo ser contínuo ou estacionário (Garcia et al, 2004). O processo de secagem, nas sementes, ocorre mediante duas fases, sendo a primeira, a transferência de água da superfície da semente para o ar que a circunda e, a segunda o movimento da água do interior da semente para a superfície (Carvalho & Nakagawa, 2012). Além de viabilizar a antecipação da colheita, a secagem das sementes também pode ajudar a preservar a integridade fisiológica das sementes durante o armazenamento.

Na secagem artificial, a fonte de calor pode ser variável, sendo o método caracterizado como artificial pelo fato, de que, o processo é executado com o auxílio de alternativas mecânicas, eletrônicas ou elétricas e o ar, para atravessar a massa de sementes, é forçado (Cavariani, 1996). Além de reduzir o teor de água das sementes até níveis seguros para o armazenamento, a secagem artificial também traz a vantagem de antecipar a colheita, minimizando perdas quantitativas e qualitativas no campo por diversas naturezas (Scariot et al., 2018; Oba et al., 2019). De maneira geral, as sementes são secas artificialmente a 32° a 42°C, variando conforme a umidade inicial das sementes (Moscon, 2020). As altas temperaturas podem danificar essas sementes de forma irreversível, especialmente se elas foram colhidas com alto teor de umidade. O número de sementes com danificadas aumenta com o aumento da temperatura de secagem, o que afeta negativamente a germinação, além de outros efeitos da secagem (Menezes et al, 2012). Em contrapartida, baixas temperaturas de secagem demandam maior tempo de operação, o que em algumas situações resultam num aumento significativo de custos e redução da qualidade da semente,

devido ao longo período de exposição, dessas sementes, ao elevado grau de umidade interna (Nakada et al., 2010).

Devido ao fenômeno da diferença na pressão parcial de vapor entre a superfície do objeto a ser seco e o ar ao redor, a secagem artificial por convecção forçada de ar aquecido envolve um processo simultâneo de transferência de calor e massa (Kenedi et al., 2019). A secagem artificial é um método que vem sendo utilizada como uma operação de rotina nas empresas de sementes, não obstante as vantagens que apresenta, é uma operação de risco, podendo proporcionar danos irreversíveis se realizada sem os conhecimentos e cuidados necessários à preservação da qualidade inicial das sementes (Carvalho, 2012). Devido ao fenômeno da diferença na pressão parcial de vapor entre a superfície do objeto a ser seco e o ar ao redor, a secagem artificial por convecção forçada de ar aquecido envolve um processo simultâneo de transferência de calor e massa (Kenedi et al., 2019).

A sensibilidade das sementes aos danos causados pela temperatura inadequada de secagem artificial depende das circunstâncias do processamento, do estado em que se encontravam no momento da secagem, da quantidade de água que continham inicialmente, bem como de fatores genéticos. A temperatura e o tempo em que as sementes são expostas a determinada temperatura, além da taxa de remoção de água afetam a reação das sementes ao processo de secagem (Oliveira et al., 2021). Quanto maior a temperatura de secagem, maior é a diferença de pressão parcial de vapor entre a superfície do material a ser seco e o ar que o envolve, o que resulta na remoção mais veloz das moléculas de água contidas no interior do produto, na forma de vapor (Kenedi et al., 2019), porém se a secagem for muito rápida e/ou com temperaturas muito elevadas pode causar sérios problemas às sementes (Marcos-Filho, 2015). A secagem inadequada, especialmente quando são usadas altas temperaturas do ar, pode resultar em uma variedade de efeitos negativos, incluindo o desenvolvimento de rachaduras nos tecidos internos e externos das sementes, a coalescência de corpos de proteína e gotículas de óleo presentes no citosol, a desorganização das estruturas celulares e a ruptura das membranas citoplasmáticas, o que resulta no vazamento do conteúdo celular (Wang et al., 2017). Esses efeitos citados podem causar perdas agudas na qualidade fisiológica das sementes após a secagem em temperaturas acima da faixa de 40-50 °C e/ou induzir danos latentes, que só se manifestarão após períodos específicos de armazenamento, especialmente em condições adversas (Timple & Hay, 2018).

A secagem natural é baseada nas ações do vento e do sol para a remoção da umidade das sementes, podendo ser realizado também à sombra. Tal processo é limitado pelo clima, quando as condições de umidade relativa do ar e temperatura não permitem, ou quando se trata de maiores volumes de sementes. Conforme Oliveira et al. (2021), o método apresenta algumas desvantagens, incluindo a alta dependência das condições climáticas, a impossibilidade técnica e logística de secar volumes maiores de sementes, a possibilidade de desnivelamento e danos com perdas qualitativas e quantitativas, a suscetibilidade a doenças e ataques de insetos, a maior demanda de mão de obra e o maior tempo de secagem, entre outras (Timple & Hay, 2018). Apesar de ser empregada por grande número de produtores, esta técnica em geral não usa tecnologia adequada, podendo expor as sementes a condições prejudiciais à sua qualidade e culminando em redução de seu valor comercial (Elias et al., 2015).

Pereira (2018), tendo como objetivo analisar alterações físicas e fisiológicas durante a maturação em sementes de pimenta-de-cheiro (*Capsicum baccatum* L.), associado ao método de secagem mais adequado, visando à qualidade fisiológica concluiu que quando secas à temperatura ambiente por 72 horas ou em estufa de ar forçado à 35°C por 12 ou 24 horas, os métodos não interferem na qualidade fisiológica pós-colheita das sementes, desde que elas tenham sido colhidas entre 50 e 60 dias após a antese, quando os frutos estão completamente maduros e com a coloração laranja claro. Nesse contexto, o uso de sementes colhidas no momento ideal, favorece a qualidade final, promovendo uniformidade e, por consequência, melhores produtividades. Silva et al. (2018a) avaliando diferentes temperaturas de secagem da pimenta cabacinha (*C. chinense*), observou que valores mais altos de germinação e vigor foram obtidos para sementes secas a 35 e 38 °C. Já

Assim, pode-se inferir que a secagem permite a obtenção de sementes de melhor qualidade, por possibilitar colheitas

antecipadas e evitar danos que ocorram no campo em virtude dos ataques de insetos e de microrganismos, das condições climáticas como, também, por diminuir o teor de água a níveis seguros, reduzindo a taxa de deterioração das sementes durante o armazenamento (Carvalho & Nakagawa, 2012). Quando não precedido de secagem eficiente, durante o armazenamento pode ocorrer o desenvolvimento de insetos, ácaros e microrganismos, seguido por deteriorações, por estimular o metabolismo e consumir substâncias de reserva, culminando na redução de seus atributos de qualidade (Elias et al., 2015). Portanto, é essencial ajudar a manter a qualidade fisiológica da semente até a semeadura subsequente, pois o tempo de armazenamento e o vigor das sementes são afetados pelas circunstâncias e pela duração do armazenamento.

6. Armazenamento de Sementes de Pimenta

O objetivo fundamental do armazenamento de sementes é preservar a qualidade da produção, principalmente no que diz respeito às suas características higiênicas e fisiológicas. A composição química, as características do tegumento, a quantidade de reservas, as alterações fisiológicas, a estrutura celular interna da semente, a temperatura e a umidade relativa são as variáveis que afetarão o grau de deterioração durante o armazenamento. A conservação eficiente das sementes, durante seu armazenamento, depende, dentre outros fatores, da sua qualidade inicial, a qual, por sua vez, está diretamente relacionada com a proximidade entre o momento em que as sementes atingem a maturidade fisiológica e o momento em que são colhidas (Ricci et al., 2013). Condições inadequadas de armazenamento inicial podem afetar negativamente a produtividade das culturas, pois podem afetar diretamente a qualidade fisiológica, resultando em alterações metabólicas degenerativas, como atraso na germinação, redução do crescimento das mudas, lixiviação de solutos, alterações enzimáticas e perda da compartimentalização celular. Essas alterações promovem a deterioração completa da semente.

Dos fatores abióticos que influenciam a qualidade fisiológica das sementes no armazenamento e que necessitam de maior atenção são a umidade relativa do ar e a temperatura, pois quando estes dois fatores estão acima do recomendado para as sementes, reativam o metabolismo do eixo embrionário e conseqüentemente, exaure as reservas, favorecendo a ocorrência de fungos e insetos (Carvalho & Nakagawa, 2000). Por isso, a conservação da qualidade de sementes, durante o período de armazenamento, também será definida pela presença e ação de fitopatógenos e insetos, tipos de embalagens, disponibilidade de oxigênio e período de armazenamento (Abreu et al., 2013; Bessa et al., 2015). Para o armazenamento adequado, é necessário um entendimento fundamental da fisiologia das sementes e das variáveis que podem afetar a qualidade das sementes antes e durante o armazenamento, bem como uma atenção cuidadosa durante esse período. Também é necessário um planejamento adequado das instalações e dos equipamentos.

Durante o armazenamento, a velocidade com que as sementes se deterioram é diretamente afetada pela temperatura e pela umidade relativa do ambiente, que são parâmetros que têm impacto direto na qualidade das sementes. A umidade relativa afeta o conteúdo de água das sementes, enquanto a temperatura controla a taxa de processos bioquímicos e respiratórios (Silva et al., 2018b). Autores que trabalharam com conservação de sementes de pimenta (*Capsicum*) concluíram que as condições de temperatura e umidade relativa do ar do ambiente de armazenamento foram fatores que influenciaram diretamente a qualidade das sementes, afetando a velocidade do processo de deterioração (Caixeta et al., 2014). Foi visto que, durante o armazenamento, a umidade relativa do ar controla o teor de água da semente (Segnou et al., 2012), enquanto a temperatura regula a velocidade dos processos bioquímicos e respiratórios delas (Bewley et al., 2013). Quanto maior a magnitude desses fatores, mais rapidamente as sementes se deterioram, ou seja, a germinação e o vigor reduzem progressivamente quando as sementes são expostas a condições inadequadas de armazenamento (Segnou et al., 2012). Assim, as condições de armazenamento e o teor de água das sementes, juntamente com a embalagem, têm um impacto direto na duração das sementes de várias hortaliças (Maciel et al., 2015).

Portanto, aponta-se que as melhores condições para manutenção da qualidade de sementes ortodoxas são baixa

temperatura e baixa umidade relativa do ar, pois, nessas condições, o embrião mantém reduzida sua atividade metabólica (Carvalho & Nakagawa, 2012). Sobre tal questão, Silva (2008) relata que há um incremento na taxa respiratória proporcional ao aumento da temperatura, que fica na dependência do teor de água das sementes. Em regiões de climas mais quentes, a temperatura do ar ambiente é muito alta durante o dia ou a noite para resfriar a massa de sementes de forma aerada. Para preservar sua qualidade fisiológica nessas áreas, a aeração por meio do resfriamento das sementes com ar frio produzido artificialmente é uma alternativa.

A temperatura se destaca entre as variáveis que influenciam o desempenho fisiológico de uma semente porque está ligada aos processos bioquímicos que ocorrem desde a germinação até o desenvolvimento da plântula no campo. A redução da temperatura é uma técnica economicamente viável para preservar a qualidade de sementes armazenadas (Demito & Afonso, 2009). Os benefícios e a justificativa para manter as sementes em baixas temperaturas são conhecidos há muito tempo. De acordo com diversas pesquisas, manter as sementes em temperaturas mais baixas ajuda a manter sua viabilidade. Mas temperaturas excessivamente baixas alteram a expressão das isoenzimas, o que, por sua vez, reduz a expressão do vigor das sementes e retarda o crescimento (Facin et al., 2014).

Nascimento (2022) observou que o período de viabilidade da semente de pimenta (*Capsicum* spp) pode ser aumentado não somente pela redução da umidade relativa do ar, mas também pela redução da temperatura de armazenamento. Se as sementes forem seladas em recipientes herméticos, secas e resfriadas, é recomendável que isso seja feito, de preferência, em um refrigerador com temperatura em torno de 4°C. Isso ajudará as sementes a usar menos energia durante a respiração, a ter menos atividade metabólica e a permanecer viáveis por mais tempos.

Silva Neto (2022) observou que sementes de pimenta Habanero (*C. chinense*) permaneceram em condições ideais de vigor quando armazenadas a 10 °C em recipientes plásticos selados para evitar mudanças de umidade ao longo do tempo por um período de doze meses. Resultados semelhantes foram observados por Justino et al. (2010) trabalhando com avaliação de vigor de sementes de pimenta BRS Mari (*C. baccatum* var. *pendulum*) armazenadas a 10 °C por um período de doze meses. Já Silva et al. (2018a) avaliando diferentes períodos de armazenamento de sementes de pimenta ‘Cabacinha’ (*C. chinense*), notou que a germinação das sementes aos 8 meses de armazenamento em refrigerador a 4 °C e 72% UR, apresentou-se maior do que aos 4 meses e sem armazenamento, indicando a manutenção do vigor e possível quebra de dormência das sementes.

O mercado interno de pimentas está aquecido, bem como as exportações, e continuamente tem sido gerado novos produtos, aumentando o interesse produtivo e científica em torno da sua produção. Por ser um mercado recente e emergente existe grande necessidade de pesquisa em tecnologia de produção de sementes para a obtenção de sementes com alta qualidade genética, física, fisiológica e sanitária, gerando maior uniformidade e vigor das plântulas e, conseqüentemente maior produtividade final (Caixeta et al., 2014). Desta forma muito ainda se tem para explorar sobre técnicas de secagem, ambientes de armazenamento e período de viabilidade de sementes de pimenta *Capsicum*, tanto de modo geral quanto aplicado a cada variedade em particular.

7. Considerações Finais

O cultivo de pimentas tem passado por grandes transformações e assumido grande importância no país, fazendo parte de uma parcela importante do mercado nacional de hortaliças frescas, e em um panorama mundial, do segmento de condimentos, temperos e conservas. De tal maneira, a procura tanto no mercado interno como no externo vem crescendo e seu cultivo vem aumentando no Brasil, especialmente pela agricultura familiar, tornando-se uma atividade bastante rentável. Através dos achados foi possível observar o quão importante é a realização da secagem e armazenamento adequados para manutenção do vigor, utilizando temperaturas e condições específicas conforme exigido para as sementes de pimenta.

Embora seja elevado o número de publicações sobre o manejo e produção de importantes culturas hortícolas de

maneira geral, como no caso das pimentas do gênero *Capsicum*, são necessários estudos mais específicos que identifiquem a otimização do processo produtivo de sementes, bem como as operações de secagem e armazenamento.

Referências

- Abreu, L. A. S., Carvalho, M. L. M., Pinto, C. A. G., Kataoka, V. Y., Silva & T. T. A. (2013). Deterioration of sunflower seeds during storage. *Journal of Seed Science*, 35(2), 240-247. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ygeno.2021.06.041>.
- Abud, H. F., Araujo, E. F., Araujo, R. F., Araujo, A. V. & Pinto, C. M. F. (2013). Qualidade fisiológica de sementes das pimentas malagueta e biquinho durante a ontogênese. *Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília*, 48(12), 1546-1554.
- Alves, J. C. (2021). *Isotermas de dessecção e cinética de secagem de sementes de pimenta dedo de moça (Capsicum baccatum var. pendulum)*. 81f. Dissertação (Mestrado Profissional em Irrigação do Cerrado) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Ceres
- Amaro, H. T. R., David, A. M. S. de S., Assis, M. de O., Rodrigues, B. R. A., Cangussú, L. V. de S., & Oliveira, M. B. de. (2017). Qualidade fisiológica de sementes de crambe (*Crambe abyssinica* Hoechst) durante o armazenamento, em função de embalagens. *Magistra*, 27(1), 138-144.
- Antonio, A. S., Wiedemann, L. S. M. & Veiga Junior, V. F. (2018). The genus *Capsicum*: a phytochemical review of bioactive secondary metabolites. *RSC Advances*, 8(45), 25767-25784.
- Araújo, R. F., Abud, H. F., Silva, L. J., Araujo, E. F., Pinto, C. M. F. & Silva, F. W. S. (2018). Physiological changes and antioxidant enzymes activity in Biquinho and Malagueta pepper seeds during the maturation process. *Revista Ceres*, 65(6), 534-545.
- Barrozo, M. A. S., Mujumdar, A. & Freire, J. T. (2014). Air-Drying of seeds: A review. *Drying Technology: An International Journal*, 32(10), 1127-1141.
- Bessa, J. F. V., Donadon, J. R., Resende, O., Alves, R. M. V., Sales, J. F. & Costa, L. M. (2015). Armazenamento do crambe em diferentes embalagens e ambientes: Parte I - Qualidade fisiológica. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 19(3), 224-230.
- Bewley, J. D., Bradford, K. J., Hilhorst, H. W. M. & Nonogaki, H. (2013). *Seeds: physiology of development, germination and dormancy*. 3 ed. Springer.
- Bianchini, V. J. M., Mascarin, G. M., Silva, L. C. A. S., Arthur, V., Carstensen, J. M., Boelt, B. & Silva, C. B. (2021). Multispectral and X-ray images for characterization of *Jatropha curcas* L. seed quality. *Plant Methods*, 17(1), 1-13.
- Caixeta, F., Von Pinho, É. V. R., Guimarães, R. M., Pereira, P. H. A. R. & Catão, H. C. R. M. (2014). Physiological and biochemical alterations during germination and storage of habanero pepper seeds. *African Journal of Agricultural Research*, 9, 627-635.
- Cansian Junior, J. C., Rodrigues, V. A. P., Soares, I. F. G., Almeida, R., Mauricio, L. S., Paula, F. C., Nascimento, E. S. F., Almeida, R. N., Nascimento, L. C. & Zampieri, F. G. (2021). Avaliação da diversidade genética de *Capsicum* spp. Com base em descritores morfoagronômicos e bromatológicos. *Revista Ifes Ciência*, 7(1), 01-11.
- Carvalho, N. M. & Nakagawa, J. (2012). *Sementes: ciência, tecnologia e produção*. (5a ed.), Funep.
- Carvalho, S. I. C. (2014). *Estudos filogenéticos e de diversidade em Capsicum e sua aplicação na conservação e uso de recursos Genéticos das espécies C. frutescens e C. chinense*. Tese (Doutorado) Universidade de Brasília.
- Cabral, M. J. S., Santos, A. S., Silva, L. M., Santos, L. F., Pinheiro, R. A. & Barros, R. P. (2018). Levantamento da Entomofauna na cultura da pimenta de cheiro (*Capsicum chinense* L.) utilizando armadilha de pet colorida. *Revista Ambientale*, 10(3), 52-60.
- Caixeta, F., Von Pinho, É. V. R., Guimarães, R. M., Pereira, P. H. A. R., Catão, H. C. R. M., & Clemente, A. da C. S. (2014). Determinação do ponto de colheita na produção de sementes de pimenta malagueta e alterações bioquímicas durante o armazenamento e a germinação. *Científica*, 42(2), 187-197.
- Cavariani, C. (1996). *Secagem estacionária de sementes de milho com distribuição radial do fluxo de ar*. 85f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Esalq-USP.
- CEASA-GO, Centrais de Abastecimento de Goiás S/A. (2012). *Análise Conjuntural 2012*. <https://www.ceasa.go.gov.br/files/ConjunturaAnual/AnaliseConjuntural2012.pdf>
- CEASA-GO, Centrais de Abastecimento de Goiás S/A. (2022). *Análise Conjuntural 2022*. <https://www.ceasa.go.gov.br/files/ConjunturaAnual/2022/CONJUNTURA2022.pdf>
- Colombari, L. F., Silva, G. F., Chamma, L., Chaves, P. P. N., Martins, B. N. M., Jorge, L. G., Silva, P. N. L., Putti, F. F. & Cardoso, A. I. I. (2021). Maturation and Resting of Sweet Pepper Fruits on Physiological Quality and Biochemical Response of Seeds. *Brazilian Archives Of Biology And Technology*, 64, e21200733.
- Cruz, D. R. C., Virtuoso, M. C. S., Faria, L. R., Cabral, F. S., Sarti, J. K., Vale, L. S. R. (2019) Avaliação morfológica de genótipos de pimentas bode desenvolvidos no IF Goiano - Campus Ceres. *Revista Brasileira Multidisciplinar*, 22(3), 2.
- Demito, A. & Afonso, A. D. L. (2009). Qualidade das sementes de soja resfriadas artificialmente. *Engenharia na Agricultura*, 17(2), 7-14.
- Domenico, C. I., Coutinho, J. P., Godoy, H. T., Melo & A. M. T. (2012). Caracterização agrônômica e pungência em pimenta de cheiro. *Horticultura Brasileira* 30, (3), 466-472, 2012.
- Elias, M. C., Oliveira, M., Vanier, N. L., & Ferreira, C. D. (2015). *Tecnologias de pré-armazenamento, armazenamento e conservação de grãos*. <http://labgraos.com.br/manager/uploads/arquivo/apostila---unidade-i---prova-i.pdf>

- Embrapa. (2007). *Pimenta (Capsicum spp). Sistemas de Produção*. https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Pimenta/Pimenta_capsicum_spp/importanciaeconomica.html
- Facin, F., Pedó, T., Koch, F., Martinazzo, E., G., Villela, F. A. & Aumonde, T. Z. (2014). Vigor de sementes e crescimento inicial de plantas de feijão sob efeito de baixas temperaturas. *Tecnologia & Ciência Agropecuária*, 8(4), 35-40.
- Fernandes, L. A. & Cattelan, M. G. (2022). Uso de ferramentas estatísticas para solucionar problemas na Industrialização de molho de pimenta. *Revista Científica Unilago*, 1(1), 1-11.
- Ferraz, R. M., Ragassi, C. F., Heinrich, A. G., Lima, M. F., Peixoto, J. R. & Reifschneider, F. J. B. (2016). Caracterização morfoagronômica preliminar de acessos de pimentas cumari. *Horticultura Brasileira*, 34(4) 498-506.
- Figueiredo, J. C., David, A. M. S. S., Silva, C. D., Amaro, H. T. R. & Alves, D. D. (2017). Maturação de sementes de pimenta em função de épocas de colheita dos frutos. *Revista Scientia Agraria*, 18(3), 1-7.
- Garcia, D. C., Barros, A. C. S. A., Peske, S. T. & Menezes, N. L. (2004). A secagem de sementes. *Ciência Rural*, 34(2), 603-608.
- Gil, A. C. (2018). *Como elaborar projetos de pesquisa*. (5a ed.), Atlas.
- Gomes, G. P., D. Junior, C. V., Costa, D. S., Queiroz, R. A., Baba, V. Y., A.Takahashi, L. S. & Gonçalves, L. S. A. (2017). Harvest season and seed physiological potential of 'dedo-de-moça BRS Mari' hot peppers. *Semina: Ciências Agrárias*, 38(6), e3897.
- Hehenberger, E., Kradolfer, D. & Kohler, C. (2012). Endosperm cellularization defines an important developmental transition for embryo development. *Development*, 139(11), 2031-2039.
- Heng, Z., Xu, X., Xu, X., Wang, H., Liu, L., Li, Z., Li, Z., You, Q., Sun, B. & Gong, C. (2023). Characterization of odor-contributing volatile in *Capsicum chinense* 'JT-1' fruits during development and transcriptome analysis of key fruit-aroma formation periods. *Scientia Horticulturae*, 309, e111691.
- Henz, G. P. (2022). *Pimenta: Colheita*. <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/pimenta/producao/colheita>.
- Keneni, Y.G., Hvoslef-Eide, A.K. & Marchetti, J.M. (2019). Mathematical modelling of the drying of *Jatropha curcas* L. seeds. *Industrial Crops & Products*, 132, 12-20.
- Kesavan, M., Song, J. T. & Seo, H. S. (2013). Seed size: a priority trait in cereal crops. *Physiologia Plantarum*, 147(2), 113-120.
- Krzyzanowski, F. C., Dias, D. C. F. S. & França-Neto, J. B. (2022). *Deterioração e vigor da semente*. Embrapa Soja. Circular técnica, 191.
- Jorge, E. V. C., David, A. M. S. S., Figueiredo, J. C., Bernardino, D. L. M. P., Silva, R. A. N. & Alves, R. A. (2018). Estádio de maturação e repouso pós-colheita dos frutos na qualidade de sementes de pimenta biquinho. *Revista de Ciências Agrárias*, 61(1), 1-7.
- Justino E. V., Amaral-Lopes A. C. & Nascimento, W. M. (2010). Efeito da maturação e do armazenamento na qualidade fisiológica de sementes de pimenta BRS Mari. *Horticultura Brasileira*, 28(2), 4347-4353.
- Lim, T. K. (2013). *Capsicum chinense*. In: Lim, T. K. Edible medicinal and non-medicinal plants. Springer, 205-212.
- Macedo, A. (2015). Pimentas *Capsicum*, uma história de sucesso na cadeia produtiva de hortaliças. *Hortaliças em Revista*, 18, 6-9.
- Maciel, G. M., Carvalho, F. J., Fernandes, M. A. R., Beloti, I. F. & Oliveira, C. S. D. (2015). Genetic, environmental effects and storage period in onion seeds quality. *Bioscience Journal*, 31, 1634-1642.
- Marcos-Filho, J. (2015). *Fisiologia de sementes de plantas cultivadas*. Abrates.
- Marques, M. L. S., Vale, L. S. R., Dias, L. J., Moreno, V. S., Pedrosa, J. A., Jesus, J. M. I., Santos, W. M. Dos, Cruz, D. R. C., Martins, A. L. S. & Marques, V. S. (2020). Breaking dormance of 'Cumari Verdadeira' pepper seeds. *Research, Society and Development*, 9(9), e957998149.
- Martinez, M., Santos, C. P., Verruma-Bernardi, M. R., Carrilho, E. N. V. M., Silva, P. P. M., Spoto, M. H. F., Ciarrocchi, I. R. & Sala, F. C. (2021) Agronomic, physical-chemical and sensory evaluation of pepper hybrids (*Capsicum chinense* Jacquin). *Scientia Horticulturae*, 277, e109819.
- Masetto, T. E., Gordin, C. R. B., Quadros, J. B., Rezende, R. K. S. & Scalón, S. P. Q. (2013). Armazenamento de sementes de *Crambe abyssinica* Hochst. Refrigeradas em diferentes embalagens e ambientes. *Revista Ceres*, 60(5), 646-652.
- Mendes, S. N. & Gonçalves, É. C. B. A. (2019). The role of bioactive components found in peppers. *Trends in Food Science & Technology*, 99, 29-243.
- Menezes, N. L.; Cicero, S. M.; Villela, F. A. & Bortolotto, R. P. (2012). Using X rays to evaluate fissures in rice seeds dried artificially. *Revista Brasileira de Sementes*, 34(1), 70-77.
- Monteiro Neto, J. L. L., Albuquerque, J. A. A., Oliveira, A. T., Sakazaki, R. T., Silva, E. S., Carmo, I. L. G. S., Maia, S. S., Sborowski, L. G. C., Monteiro, B. J. Z. & Amaya, J. Z. E. (2022). Environments and substrates for "pimenta-de-cheiro" (*Capsicum chinense* Jacq.) seedling production in the Amazon savana. *Revista Agro@Mambiente On-Line*, 16, 1-15.
- Moreira, A. F. P., Ruas, P. M., Ruas, C. F., Baba, V. Y., Giordani, W., Arruda, I. M., Rodrigues, R. & Gonçalves, L.S.A. (2018). Genetic diversity, population structure and genetic parameters of fruit traits in *Capsicum chinense*. *Scientia Horticulturae*, 236, 1-9.
- Moscon, E. S. (2020). *Influência da secagem e do armazenamento na qualidade de sementes de quinoa*. Tese (Doutorado - Doutorado em Agronomia). Universidade de Brasília.

- Musa, A. K. & Adeyemi, A. A. (2015). Evaluation of Insecticidal Potential of *Capsicum chinense* Jacq. and *Aframomum melegueta* K. Schum. Against *Trogoderma granarium* Everts (Coleoptera: Dermestidae) in Groundnut. *Journal of Northeast Agricultural University*, 22, 16-22.
- Nascimento, W. M. (2022). *Cultivo de Pimentas (Capsicum spp)*. <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/pimenta/producao/semences>.
- Nimmakayala, P., Lopez-Ortiz, C., Shahi, B., Abburi, V. L., Natarajan, P., Kshetry, A. O., Shinde, S., Davenport, B., Stommel, J. & Reddy, U. K. (2021). Exploration into natural variation for genes associated with fruit shape and size among *Capsicum chinense* collections. *Genomics*, 113(5), 3002-3014.
- Nuez, Viñals, F., Gil Ortega, R. & Costa Garcia, J. (1996). El cultivo de pimientos, chiles y ajies. *Madrid: Mundi-Prensa*, 607, 1996.
- Ohara, R., Pinto & C. M. F. (2012). Mercado de pimentas processadas. *Informe Agropecuário*, 33(267), 7-13.
- Oba, G. C., Goneli, A. L. D., Masetto, T. E., Hartmann Filho, C. P., Michels, K. L. L. S. & Ávila, J. P. C. (2019). Artificial drying of safflower seeds at different air temperatures: effect on the physiological potential of freshly harvested and stored seeds. *Journal Of Seed Science*, 41(4), 397-406.
- Oliveira, J. A., Rosa, S. D. V. F. & Carvalho, E. R. (2021). *Secagem de sementes*. In: OLIVEIRA, J. A. (Org.). *Processamento pós-colheita de sementes: abordagem agrônômica visando aprimorar a qualidade*. UFLA, 67-93.
- Pereira, N. A. E. (2018). *Variabilidade Fisiológica na Maturação e Secagem em Sementes de Pimenta-de-cheiro (Capsicum baccatum L.)*. Dissertação (Mestrado em Horticultura Tropical), Universidade Federal de Campina Grande.
- Pinto, C. M. F. & Donzeles, S. M. L. (2023). *Diversidade das pimentas Capsicum*. <https://revistacampoenegocios.com.br/pimentas-capsicum/>
- Pinto, C. M. F., Pinto, C. L. O. & Donzeles, S. M. L. (2013). Pimenta *Capsicum*: propriedades químicas, nutricionais, farmacológicas e medicinais e seu potencial para o agronegócio. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável*, 3(2), 108-120.
- Queiroz, L. A. F., Pinho, E. V. De R. Von, Oliveira, J. A., Ferreira, V. De F., Carvalho, B. O. & Bueno, A. C. R. (2011). Época de colheita e secagem na qualidade de sementes de pimenta *Habanero Yellow*. *Revista Brasileira de Sementes*, 33, 472-481. <https://doi.org/10.1590/S0101-31222011000300010>
- Ramjattan, R. & Umaharan, P. (2021). Interrelationships between yield and its components in hot pepper (*Capsicum chinense* Jacq.). *Scientia Horticulturae*, 287, e110254.
- Reifschneider, F. J. B., Nass, L. L. & Henz, G. P. (2015). *Uma pitada de biodiversidade na mesa dos brasileiros*. Brasília.
- Reifschneider, F. J. B., Melo, W. F., Amaro, G. B., Vilela, N. J., Henz, G. P. & Ribeiro, C. S. C. (2022). *Pimenta: Importância*. <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/pimenta/pre-producao/socioeconomia/importancia>.
- Rodvalho, R. S., Silva, H. W., Silva, I. L. & Rossetto, C. A. V. (2015). Cinética de Secagem dos Grãos de Pimenta Bode. *Global Science and Technology*, 8(2), 128-142.
- Rodrigues, K. C., Silva, H. W., Silva, I. L., Santos, S. G. F., Silva, D. P. & Rodvalho, R. S. (2020). Isotherms and thermodynamic properties of water adsorption in ‘Cumari-do-Pará’ pepper seeds. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 24(4), 280-285.
- Ribeiro C. S. C. (2021). Produção de Pimenta Impulsiona a Agricultura Familiar. *Revista Paineis, Engenharia, Arquitetura Agronomia*. 312(24) 7-10. março/2021.
- Ribeiro C. S. C., Lopes C. A., Carvalho S. I. C., Henz G. P. & Reifschneider F. J. B. (2008). *Pimentas Capsicum*. Embrapa Hortaliças.
- 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*, Goiânia, 43(2), 123-129.
- Santos, L. S., Fernandes, C. C. & Miranda, M. L. D. (2020). *Extrato etanólico dos frutos de Capsicum chinense e sua ação contra Escherichia coli e Listeria monocytogenes: um breve relato*. In: Verruck, S. *Científica Digital*, 1, 216-222.
- Scariot, M. A., Radünz, L. L., Dionelo, R. G., Toni, J. R., Mossi, A. J. & Reichert Júnior, F. W. (2018). Qualidade de grãos de trigo colhidos com diferentes teores de umidade e armazenados em sistema hermético e convencional. *Journal of Stored Products Research*, 75(1), 29-34.
- Segnou, J., Akoa, A. & Youmbi, E. (2012). Viabilité et développement végétatif des plantules de piment (*Capsicum annum* L.) suivant différents matériels de conditionnement des semences. *Tropicicultura*, 30, 15-23.
- Silva Neto, Z. G., Martins Filho, S., León, M. J. Z., Santos, V. S. & Carneiro, A. P. S. (2022). Germinação de sementes de pimenta habanero em função da variedade, armazenamento dos frutos, método de extração e armazenamento das sementes. *Revista de Ciências Agrárias*, 45(1), 44-50.
- Silva, R. P., Teixeira, I. R., Devilla, I. A., Rezende, R. C. & Silva, G. C. (2011). Qualidade fisiológica de sementes de soja (*Glycine max*. L.) durante o beneficiamento. *Semina: Ciências Agrárias*, 32(4), 1219-1230.
- Silva, H. W., Rodvalho, R. S., Velasco, M. F., Silva, C. F., Silva, C. F. & Vale, L. S. R. (2016). Kinetics and thermodynamic properties related to the drying of “Cabacinha” pepper fruits. *Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental*, 20(2), 174–180.
- Silva, H. W., Vale, L. S. R., Silva, C. F., Souza, R. C. & Soares, R. S. (2018a). Drying kinetics and physiological quality of ‘Cabacinha’ pepper seeds during storage. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 22(4), 292-297.
- Silva, H. W., Soares, R. S., Vale, L. S. R. & Rodvalho, R. S. (2018b). Qualidade de sementes de pimenta durante o armazenamento em diferentes embalagens. *Acta Iguazu*, 7(3), 76-84.

Smaniotto, T. A. S., Resende, O., Marçal, K. A. F., Oliveira, D. E. C. & Simon, G. (2014). Qualidade fisiológica das sementes de soja armazenadas em diferentes condições. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 18(4), 446- 453.

Timple, S. E. & Hay, F. R. (2018). High-temperature drying of seeds of wild *Oryza* species intended for long-term storage. *Seed Science and Technology*, 46(1), 107-112.

Wang, P., Li, D. & Wang, L.J. (2017). Drying damage on physiological properties of rice seed associated with ultrastructure changes. *International Journal of Food Engineering*, 13(12), 1-12.

Zhang, X. M., Zhang, Z. H., Gu, X. Z., Mao, S. L., Li, X. X., Chad, J. & Zhang, B. X. (2016). Genetic diversity of pepper (*Capsicum* spp.) germplasm resources in China reflects selection for cultivar types and spatial distribution. *Journal of integrative agriculture*, 15(9), 1991-2001.