UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
BIOFIX Scientific Journal v. 7 n. 1 p. 27-36 2022
DOI: dx.doi.org/10.5380/biofix.v7i1.81337

PRIMING EM SEMENTES: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA CONCISA E ATUALIZADA

PRIMING IN SEEDS: A CONCISE AND UPDATED BIBLIOGRAPHIC REVIEW

Thiago Costa Ferreira[1], Aldrin Martin Perez Marin[2]

[1], [2] Instituto Nacional do Semiárido, Campina Grande, Paraíba, Brasil – thiago.ferreira@insa.gov.br & aldrin.perez@insa.gov.br

RESUMO

Resistência às mudanças climáticas, necessidades de alta produção e um melhor desenvolvimento de cultivos vegetais pelo mundo têm sido as buscas da comunidade científica atual. Nesse contexto, ainda são atrelados conceitos econômicos e sociais, aos quais embasam a discussão sobre quais técnicas apresentam características que favoreçam sua utilização. Dentre tais técnicas, a utilização de *priming* em sementes tem sido apontada como uma das mais promissoras, pois permite condições melhores de germinação e vigor, frente aos desafios já descritos. Neste sentido, visualizando a importância que estas tecnologias podem tomar em relação a produção agrícola mundial, ao aumento produtivo, resistência a fatores estressantes e a quebra de dormência, logo este artigo tem como objetivos discorrer e discutir as bases e ponderações sobre a utilização de técnicas de *priming* em lavouras que são propagadas por semntes, pelo mundo. Portanto, foram buscados artigos e livros atuais sobre a temática, ainda pouco desenvolvida no Brasil, e os resultados foram compilados de maneira a favorecer a prática e a pesquisa com tecnologias de *priming* no país. Assim sendo, puderam ser compilados mais de cinquenta textos que reúnem em suas ideias como a utilização do *priming* em sementes pode ser vantajosa frente às necessidades de resistência às mudanças climáticas, necessidades de alta produção e um melhor desenvolvimento de cultivos vegetais.

PALAVRAS-CHAVE: **Florestal, Inovação, Tecnologia de sementes.**

ABSTRACT

Resistance to climate change, the need for high production and a better development of vegetable crops around the world have been the search of the current scientific community. In this context, basic and social concepts are still linked, to which the discussion is based on which characteristics favor their use. Among such techniques, the use of seed priming has been identified as one of the most promising, as it allows for better conditions of germination and vigor, in the face of the challenges already known. In this sense, visualizing the importance that these technologies can take in relation to the global agricultural production, in relation to the productive increase, resistance to stressful factors and the breaking of dormancy, therefore this article aims to discuss and discuss how bases and considerations on the use of priming techniques in crops around the world. Therefore, current articles and books on the subject were sought, still little developed in our country, and the results were compiled in a way to favor the practice and research with priming technologies in the country. Therefore, more than fifty texts can be gathered that bring together in their ideas how the use of seed priming can be advantageous in view of the needs of resistance according to climate changes, the need for high production and a better development of plant cultures.

KEYWORDS: **Forestry, Innovation, Seed technology.**

INTRODUÇÃO

Mudanças nos padrões climáticos têm desencadeado a ocorrência de estresses bióticos e abióticos nos cultivos agrícolas. Esses estresses são geralmente inter-relacionados e causam alterações morfológicas, bioquímicas, fisiológicas e moleculares indesejáveis que afetam o crescimento e o desenvolvimento destes campos produtivos, inclusive em relação à qualidade na produção de sementes (RIFNA et al., 2019).

Deve ser lembrado que a segurança alimentar da população mundial depende de nossas limitadas terras agrícolas e da capacidade produtiva das safras (FERREIRA & BORGHETTI, 2004). Consequentemente, os cientistas que trabalham em prol da produção vegetal vêm se esforçando para aumentar o rendimento das colheitas, usando para isto os recursos existentes, principalmente pela ação com ênfase em sementes (CARVALHO & NAKAGAWA, 2012).

Inúmeras são as estratégias de manejo que têm sido pesquisadas e implementadas na produção agrícola em favor do componente sementes. Dentre estas, a utilização de técnicas de *priming* de sementes têm sido vistas como estratégia eficaz para conferir tolerância a estes fatores estressantes, bióticos e abióticos, já mencionados, controlando assim a hidratação das sementes em níveis que permitem um melhor acesso equitativo principalmente aos processos metabólicos pré-germinativos (RIFNA et al., 2019).

Outrossim, para facilitar o manejo da germinação, principalmente em relação a uniformidade e vigor, pesquisas têm sido realizadas nesse sentido, principalmente com o estudo de sementes florestais. Pois, algumas destas espécies apresentam dormências, como as espécies do gênero *Mimosa* (BATISTA et al., 2016), de diversas naturezas e que permite a mitigação deste processo, a fim de uma produção em viveiros mais consistente e que responda às demandas do mercado (RIFNA et al., 2019).

A utilização de tecnologias de *priming* de sementes é uma abordagem muito promissora, eficiente e de baixo custo para aumentar a germinação, o crescimento vegetal, bem como a capacidade produtiva das lavouras. Pois, a área de tecnologia de sementes na agricultura moderna retém uma grande importância para a formação dos cultivos, pois as grandes culturas agrícolas e florestais ainda são plantadas por meio destes propágulos (FERREIRA & BORGHETTI, 2004; CARVALHO & NAKAGAWA, 2012).

Neste sentido, visualizando a importância que estas tecnologias podem tomar em relação a produção agrícola mundial, em prol do ao aumento produtivo, resistência a fatores estressantes e a quebra de dormência, este artigo tem como objetivos discorrer e discutir as bases e ponderações sobre a utilização de técnicas de *priming* em lavouras pelo mundo.

DESENVOLVIMENTO

Contextualização

A produção de tecnologias avançadas, sustentáveis e de baixo custo tem sido a busca da comunidade científica para solucionar as demandas da área produtiva. A deficiência de nutrientes nas plantações, por exemplo, é um fator importante nos cultivos agrícolas na atualidade, e a ação da utilização de técnicas de *priming* de sementes pode fornecer nutrientes para a emergência das sementes ou ativar os processos bioquímicos necessários para a germinação das sementes e estabelecimento das plântulas (KHARE & BHALE, 2016; AGARWAL, 2018). Assim, o principal papel desta tecnologia deve ser a conservação e nutrição do embrião (RUDNEV, 2017; OROBINSKY et al., 2018). A independência do embrião para com a planta-mãe e depois a permanência de maneira satisfatórias da qualidade fisiológica está relacionada ao processo de produção, coleta e beneficiamento. Estes fatores, portanto, são importantes para a manutenção da qualidade, vigor, viabilidade e sanidade das sementes (CARVALHO & NAKAGAWA, 2012).

Esta composição deve, portanto, permitir a germinação produzindo plântulas normais e sadias, que poderão gerar assim plantas vigorosas (KHARE e BHALE, 2016; AGARWAL, 2018). Logo, dentre as diversas tecnologias que têm sido aplicadas em sementes no mundo podem ser citadas as técnicas de *priming*, que tem por finalidade a melhoria da qualidade fisiológica das sementes frente a fatores estressantes (RIFNA et al., 2019). Estas técnicas podem ser mais sofisticadas ou mais simplórias, segundo afirmam Rifna e seus colaboradores (2019). Xue et al. (2018) descrevem que podem ser usadas com essências florestais e culturas anuais.

O *priming* de sementes é uma estratégia eficaz para conferir tolerância ao estresse abiótico (luz, temperatura, entre outros), além de fortalecer a linha de defesa das plantas cultivadas. nesta técnica, são aplicados tratamentos pré-semeadores que controlam o nível de hidratação dentro da semente e permitem que processos

metabólicos pré-germinativos (físico-químicos) prossiga (RUDNEV, 2017; OROBINSKY et al., 2018).

Apontamentos históricos

Theophrastus (371-287 a.C.), como um dos pensadores que podem ser descritos como um dos mais antigos na utilização destas tecnologias, durante uma investigação, observou que as sementes de pepino quando embebidas em água resultam em germinação mais rápida e uniforme em comparação com as sementes não preparadas. Também, o naturalista romano Gaius Plinius Secundus (23–79 DC) relatou os efeitos positivos da pré-embebição de sementes de pepino no mel e na água para a germinação das sementes. Posteriormente, em 1539–1619, o botânico francês Oliver de Serres relatou que sementes embebidas em solução de esterco por 2 dias apresentaram melhor crescimento de plântulas. O *Halopriming*, por exemplo, foi testado por Charles Darwin com sementes de alface e agrião imersas em água do mar (WAQAS et al., 2019). Na atualidade muitos estudos relataram que a utilização de técnicas de *priming* em sementes tem melhorado o estabelecimento do estande e a produtividade das lavouras (SHER et al.. 2019).

Crescimento e desenvolvimento de sementes

Após a semeadura, as sementes permanecem por certo período no solo para absorver água e a utilização de métodos de *priming* permite reduzir esse tempo e faz com que a germinação seja rápida e uniforme. O *priming* promove durante a fase de embebição, uma captação de água maior e ainda uma mais equivalente síntese de proteínas e atividades respiratórias; no segundo estágio está relacionado ao início de diferentes atividades fisiológicas com maiores índices de síntese de proteínas e respiração (WAQAS et al., 2019), como observado nos manuscritos de Wijewardana et al. (2019) e Mrabet et al. (2020).

A hidratação controlada é limitada, como no hidrocondicionamento e o osmocondicionamento. No entanto, o *priming* da matriz utiliza o meio sólido (matriz que fornece água e nutrientes para a semente antes da emergência, incluindo vermiculita e polímero diatomácea e absorvente de água) para fins de *priming* de sementes (TAYLOR & HARMAN1990). Esses materiais de matriz sólida têm densidade baixa aparente, baixo potencial osmótico e alta capacidade de retenção de água.

Além disso, o *priming* de sementes melhora o estado bioquímico da planta por indução e síntese de novo da atividade de hidrólise (por exemplo, α-amilase) e níveis de açúcar solúvel durante o processo de germinação, enquanto a atividade da redutase de nitrato (NR) e o teor de N em relação a sementes não tratadas. Também plantas provenientes de sementes preparadas mostraram melhor sistema de defesa antioxidante devido a atividades níveis aumentados de glutationa redutase (GR), catalase (CAT), peroxidases (POD), superóxido dismutase (SOD) e ácido ascórbico (AsA) e regulação do estresse proteínas como aquaporinas (AQP), desidrinas (DHN) e proteínas abundantes de embriogênese tardia (LEA) (WAQAS et al., 2019).

Outrossim a síntese de novas proteínas e ácidos nucléicos, produção de trifosfato de adenosina (ATP), ativação de acúmulo de antioxidantes de fosfolipídios e esteróis e mecanismos de reparo de DNA são regulados pela utilização de técnicas de *priming.* Pigmentos fotossintéticos, enzimas para o metabolismo de proteínas (proteases), carboidratos (α e β amilases) e lipídios (isocitratoliase) também podem ser alterados positivamente (HUSSAIN et al., 2019).

A seguir, pode ser observado um esquema que descreve a utilização do conteúdo de água pelas sementes em embebição (Figura 1). Seguindo a linha preta, pode ser observada a consolidação da germinação, em suas três partes, com linhas gerais dos eventos que acontecem em cada uma das suas fases. De pronto já pode ser visualizada a ação de dois tipos de *Priming,* o *Hydropriming* e o *Osmopriming*, com a variação espacial da quantidade da entrada de água no segundo método citado sendo bem discrepante. Assim, as sementes expostas a essas tecnologias são retiradas do ambiente de exposição, secadas, e podem ser plantadas ou armazenadas. Estas condições, em teoria, permitiriam que as sementes alcançassem uma maior rapidez na embebição e continuação das etapas da germinação, quando forem novamente expostas a uma condição de umidade satisfatória é necessária para tal processo citado (PEDRINI et al., 2020).

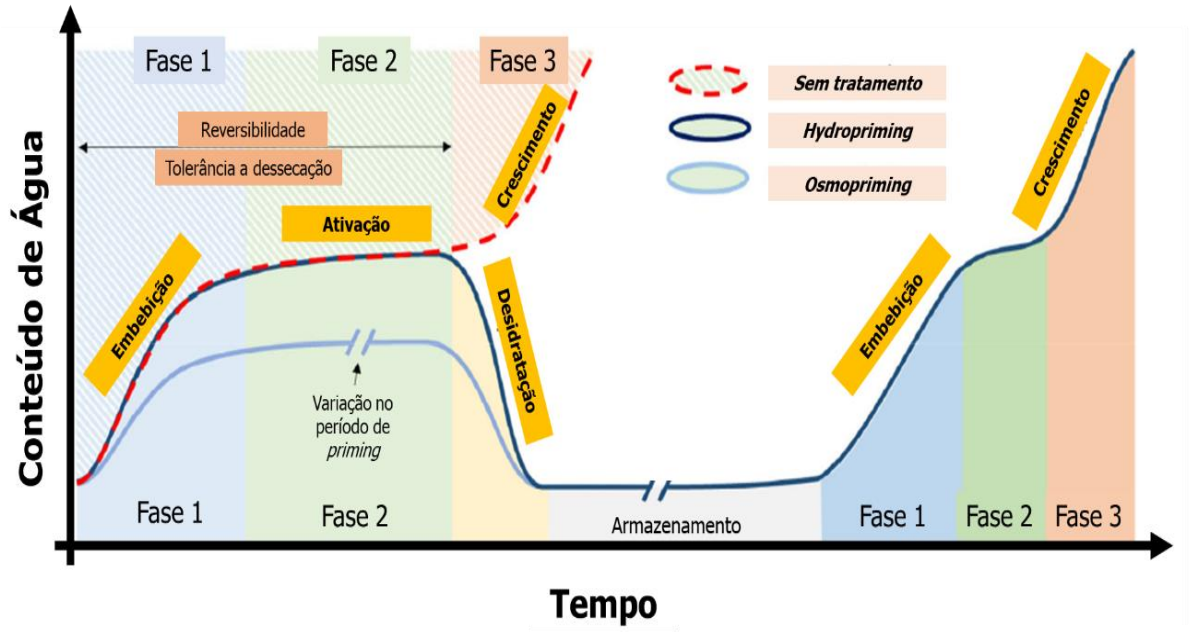

Figura 1. Descrição da biologia da germinação, em condições naturais e de *primings*, adaptado de Pedrini et al. (2020).

***Priming* em sementes**

A utilização de *primings* em sementes pode ser realizada, segundo Farooq et al. (2019), de duas maneiras:

1. Convencional: em que existe um processo de hidratação controlada, em relação ao período de exposição, sendo necessário após este processo uma secagem para reduzir a quantidade de água antes do armazenamento e estocagem.

2. Físico: este agrupamento, permite a ação de métodos não invasivos, sem a hidratação (mesmo que eles ocorram em água, como processo de dissipação dos agentes), por fim as sementes podem ser semeadas.

A seguir, pode ser visualizada, na Figura 1, que ilustra a ação de *primings* em sementes. Em primeiro plano, pode ser vislumbrada a produção de enzimas e outras proteínas que possibilitam uma síntese de RNAm e juntamente com a manutenção da integridade do DNA, que promove o acréscimo da produção de ATP, pode ser visualizado um acréscimo de moléculas de DNA, que permite uma maior divisão celular em um curto espaço de tempo, acelerando o processo. Esta produção sincroniza o processo de germinação de um lote de sementes com uma maior eficiência, através da utilização eficiente de nutrientes e produção/desagregação de compostos que promovem uma razão mais equilibrada de Potássio e Enxofre, elementos químicos importantes em nível celular em relação a produção de energia e respiração. Outrossim, pode ser visualizada a preposição de proteção de membranas e ativações bioquímicas que favorecem a defesa contra os fatores estressantes, bióticos e abióticos, que atuam no ambiente ao qual estão inseridas. Ambos permitem uma maior carboxilação celular que implica num crescimento e desenvolvimento mais vigoroso e, logicamente, pode ser uma fonte de fatores que em tese propiciam uma eficiência produtiva ao campo (PEDRINI et al., 2020) (Figura 2).

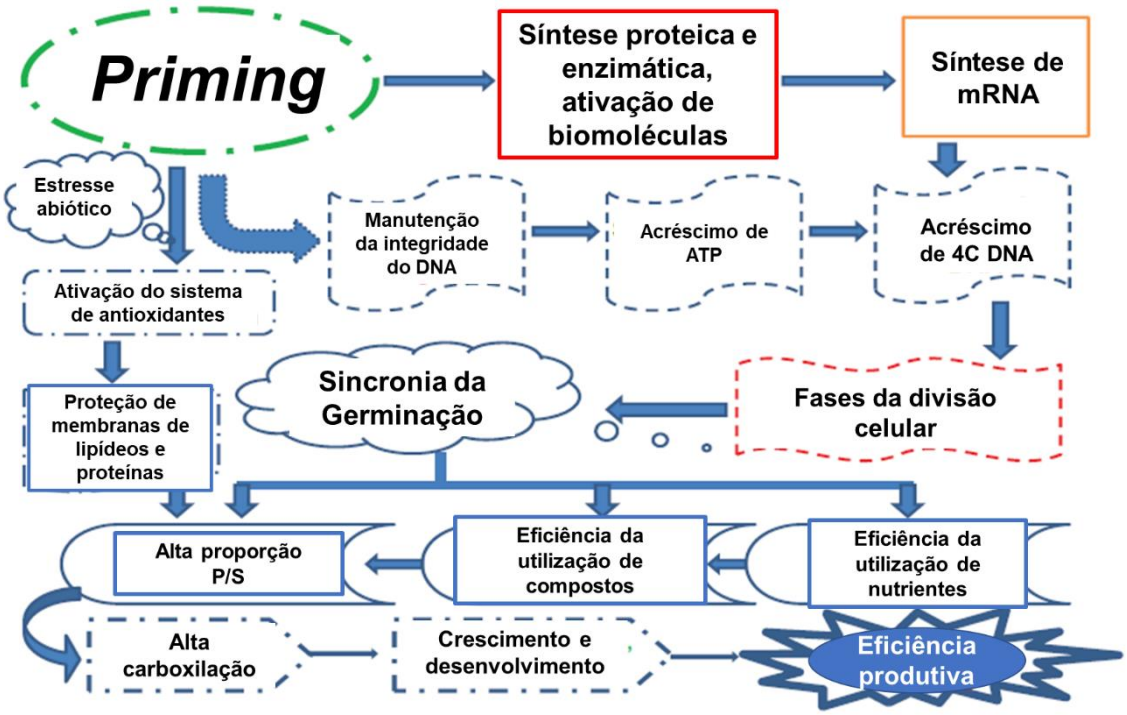

Figura 2. Descrição da biologia da utilização de técnicas de *primings*, adaptado de Pedrini et al. (2020).

Algumas outras abordagens sobre o tratamento de sementes com o uso de técnicas de *primings*, com diversos agentes e formatos de trabalho, podem ser visualizados nos escritos de Machado (2000), Rifna et al. (2019) e Daibes & Cardoso (2020).

Métodos Físicos

1. As frequências de ultrassom (US) como agentes de quebra da resistência do tegumento e ação positiva sobre os processos bioquímicos inerentes às sementes, culminando na promoção da germinação das sementes, têm sido relatadas na literatura atual (ABRAMOV et al., 2019, VENÂNCIO & MARTINS, 2019). Existem efeitos positivos do uso desta técnica para várias espécies de plantas, incluindo cevada (ABRAMOV et al., 2019), *Senna multijuga* (VENÂNCIO & MARTINS, 2019), beterraba (RIFNA et al., 2019) e arroz (XAO et al., 2020).

2. Nanopriming: A nanotecnologia utiliza nanopartículas de tamanho inferior a 100 nm e tem um papel promissor na transformação da produção de alimentos e da agricultura, diminuindo assim a necessidade excessiva de fertilizantes, podendo aumentar a germinação e o vigor das sementes. Alguns exemplos de nanopartículas utilizadas são cálcio-fosfato, SiO2, ZnO e Ag. O mecanismo por trás da alta germinação de sementes com o uso do *nanopriming* é viabilizada pelo pequeno tamanho destas partículas que permite a entrada em meio as membranas de maneira facilitada (WAQAS et al., 2019). Sarkar et al. (2021) descrevem a utilização de nanoparticulas a base de CuO como sendo vantajosas para auxiliar uma melhor embebição em sementes de *Vigna radiata*. Afzal et al. (2021) e Guhapor et al. (2021), descrevem a utilização de compostos a base de óxidos de Ferro em tamanho de nanopartículas como vantajoso na germinação de arroz.

3. Campo elétrico: neste quesito, as sementes são expostas a um campo elétrico, bipolar, onde as sementes são transpassadas pelos elétrons e este movimento interagem com as moléculas nas sementes, permitindo a alocação e ou divisão de substâncias. Ahmed et a. (2020) descrevem que o campo elétrico (2ª 6kV/cm; com um número de pulsões de 25 e 50) favorecem uma uniformidade da germinação em sementes de trigo. Wang e colaboradores (2020) afirmam que o vigor de plântulas de milheto pode ser aumentado com o uso de 12 kV de campo elétrico por 2 min. Luan et al. (2020) afirmam que sementes de alfafa tratadas com 19 kV apresentam melhores vigor e germinação, em relação a testemunha.

4. Microondas: são ondas eletromagnéticas com comprimentos de onda que variam entre 0,3 - 300 GHz de

frequência, usadas em sementes com baixas frequências, para efeito de promoção de crescimento. Estas ondas fazem moléculas com água se agitarem, causando assim calor, este por sua vez agrega ou desagrega moléculas. Lazim et al. (2020) descrevem que a exposição de sementes de trigo a 2450 MHz por uma hora melhora a qualidade da germinação e vigor. Lazim et al. (2020), descrevem que sementes de cevada podem melhorar a sua germinação se expostas pelo período de 10 segundos a 2450 MHz de potência.

5. Campo magnético: a polaridade que este processo permite às sementes é passível de incrementar a produção de amilases nas sementes, importantes moléculas para germinação. Hussain e colaboradores (2020) descrevem que sementes de trigo expostas aos binômios de 10 mT por 10 min, 10 mT por 15 min e 15 mT por 15 min apresentam qualidade acima do tratamento controle, em relação a germinação e vigor. Maiores informações sobre a utilização de campo magnético em sementes para melhorias na qualidade da germinação e vigor podem ser visualizadas nas revisões de bibliografia produzidas por Sarraf et al. (2020) e por Rochalska (2020).

6. Plasma: a veiculação de substâncias com o estado da molécula plasma tem sido usado, em meio aquoso ou não, pelo fato que compete às sementes sanidade e ainda permite a hidrólise de determinadas macromoléculas. Sementes de tomateiro, tratadas com plasma, segundo Adhikari e colaboradores (2020), aumenta as espécies reativas de oxigênio, em um nível molecular dentro das plântulas, o que favorece os parâmetros bioquímicos e fisiológicos das plantas, induzindo diferentes cascatas de sinalização celular em relação ao crescimento e desenvolvimento de tecidos. Darmani et al. (2020), Atrit et al. (2021) e Ranieri et al. (2021) recentemente publicaram revisões sobre a temática da utilização de plasmas na agricultura.

7. Luz UV: esta frequência luminosa entra nos tecidos, mesmo com seu curto alcance de penetração, permitindo a potencialização e energética de moléculas. Hernandez-Aguilar et al. (2021) descrevem que a utilização de luz UV em sementes de feijão comum pode ser útil para a ativação de componentes bioquímicos encontrados nas sementes e ainda podem sanitizar a superfície destas contra fitopatógenos, porém eles fazem uma ressalva sobre a utilização de comprimentos de luz descritos como UV-C pois podem vir a degradar o DNA celular. Upadhyay et al. (2020), Zang et al. (2020) e Thoma et al. (2020) recentemente publicaram revisões que dissertam sobre referida utilização na agricultura.

8. Ozônio: o gás ozônio é usado em relação a diminuição das percentagens do ácido abscísico, que interfere na germinação.

Métodos com hidratação (convencionais)

A tecnologia de *priming* de sementes com a utilização de meio aquoso consiste no controle da hidratação, ou seja, a entrada de em água ou solução de baixo potencial osmótico, ativando assim o metabolismo da germinação, no entanto, sendo terminada a hidratação antes do evento da protrusão radical (fase III da germinação) (SHER et al. 2019). A seguir serão descritas características das principais técnicas *de priming com hidratação?:*

1. *Hydropriming*: também conhecido como hidrocondicionamento, método em que as sementes são colocadas em água por um período de exposição definido, antes da protrusão, com ou sem aeração. Após este processo, as sementes devem ser secadas e voltar ao seu peso original, ou próximo a esta marca (SHER et al. 2019). Podendo assim ser uma técnica valiosa para a produção sustentável segundo afirmam Rifna et al. (2019), Farooq et al. (2019) e Pedrini et al. (2020).

Segundo Rifna et al. (2019), Farooq et al. (2019) e Pedrini et al. (2020), a ação desta técnica pode ser referenciada como um elicitor para as reações bioquímicas que permitem uma entrada mais equilibrada de água, a formação de proteínas de maneira mais coerente e a solubilização de substâncias de maneira mais rápida afim de nutrir o embrião com maior altivez, permitindo germinações mais homogêneas e vigorosas em um determinado lote de sementes.

Também, sementes que passaram por tratamento de imersão podem passar por um processo de secagem e serem armazenadas por um período, segundo descrevem Rifna et al. (2019), com maior vigor em comparação com lotes que não foram tratados. Rabbani et al. (2013) e Vasconcelos et al. (2019), como exemplos, afirmam que sementes de *Moringa oleifera* podem ser imersas em água pura por 24h, promovendo a emergência e o vigor nestas sementes e nas plântulas que serão geradas por estes propágulos.

2. *Halopriming*: nesta técnica, as sementes são imersas em soluções aeradas de sais inorgânicos (nitrato de potássio, cloreto de sódio, sulfato de cálcio e cloreto de cálcio) de concentração variável. Estes melhoram a condição do estande, o crescimento das mudas e a produtividade de diversas espécies de culturas sob condições ótimas e subótimas (SHER et al., 2019).

Outrossim, a efetividade do *Hydropriming p*ode ser aumentada pela utilização de solutos na referida exposição, por meio de concentrações baixas, menores que 5%, de moléculas como Sacarose ($C_6H_{12}O_6$), Cloreto de Sódio (NaCl) e Hipoclorito de Sódio (NaClO), por exemplo, conforme descrevem Rifna e colaboradores (2019).

3. *Osmopriming:* também conhecido como osmocondicionamento, no qual as sementes são embebidas em solução aerada de açúcares (sorbitol, manitol, entre outros) ou polietilenoglicol (PEG), seguida de secagem superficial ou ressecagem até o peso original. Também é conhecido como *priming* osmótico ou condicionamento osmótico. Muitos estudos relataram que o condicionamento osmótico melhora o estabelecimento do talhão e o crescimento de plantas em condições ótimas e subótimas. Também, podem vir a melhorar o peso seco das plântulas, a estabilidade da membrana plasmática e ação na bomba de Na e K (SHER et al., 2019).

A utilização de sacarose como soluto em condições de *hydropriming* é denominada de *Osmopriming* e promove basicamente o aumento energético em relação aos processos bioquímicos inerentes as sementes em relação a germinação, mobilização de substâncias de reserva (BATISTA et al., 2016; SILVA et al., 2016; BATISTA et al., 2018; ANTUNES et al., 2020; CARVALHO et al., 2020). Tal uso foi recomendado para sementes de *Urochloa brizantha* (BATISTA et al., 2016; BATISTA et al., 2018), *Eugenia stipitate* (SILVA et al., 2016), *Pinus nigra* (CARVALHO et al., 2020) e *Caesalpinia pyramilis* (ANTUNES et al., 2020).

Sobre o uso do Cloreto de Sódio (*Halopriming*) é descrito que baixas quantidades deste soluto podem regular as ações inerentes a bomba de sódio e potássio, a nível celular, e que podem contribuir para a solubilização de moléculas de maior tamanho presentes nas sementes (NABI et al., 2020; SEN et al., 2020); existem recomendação para o uso desta tecnologias em sementes de *Capsicum frutescens* (Robledo et al., 2020), *Allium cepa* (THAKUR et al., 2020), *Abelmoschus esculentus* (TANIA et al., 2020), *Vigna unguiculata* (NABI et al., 2020) e *Oryza sativa* (SEN et al., 2020). E o uso de Hidróxido de Sódio (NaClO), tem sido recomendado para sementes de *Triticum aestivum* (KHAYAT, 2017) e *Oryza sativ*a (SHETEIWY et al., 2016).

4. P*riming* em matriz sólida: consiste na hidratação controlada e limitada, como no hidrocondicionamento e o osmocondicionamento, com o uso de uma matriz sólida (vermiculita e polímero diatomácea ou areia), estes são escolhidos por apresentarem baixa densidade aparente e baixo potencial osmótico e alta capacidade de retenção de água (SHER et al., 2019).

5. *Biopriming*: É uma técnica que integra os mecanismos fisiológicos (hidratação das sementes) e biológicos (inoculação das sementes com os organismos benéficos). Sendo gerenciado como um método alternativo de controle patógenos habitantes do solo e sementes (SHER et al., 2019).

6. *Nutripriming*: imersão de sementes em diferentes soluções de micronutrientes que consiste na melhoria da disponibilidade de micronutrientes nas plantas e sua assimilação final na semente (biofortificação) para reduzir a desnutrição. Muitos estudos relataram que o *priming* de sementes com zinco, boro e magnésio no pré-semeio (SHER et al., 2019).

7. Reguladores de crescimento: o *priming* de sementes com hormônios, rizobactérias que tem ação promotoras de crescimento de plantas e outras fontes orgânicas melhora o estabelecimento, o crescimento e a produtividade de plantações de campo e hortícolas sob condições ótimas e subótimas (SHER et al., 2019).

CONCLUSÕES

Resistência às mudanças climáticas, necessidades de alta produção e um melhor desenvolvimento de cultivos vegetais pelo mundo têm sido as buscas da comunidade científica atual. No qual, a utilização de *priming* em sementes é apontada como uma das mais promissoras, pois permite aos vegetais condições melhores de germinação e vigor, frente aos desafios já descritos. Assim sendo, puderam ser reunidos nesta pesquisa mais de cinquenta textos que reúnem em suas ideias como a utilização do *priming* em sementes pode ser vantajosa frente as necessidades de resistência as mudanças climáticas, necessidades de alta produção e um melhor desenvolvimento de cultivos vegetais

AGRADECIMENTOS

Somos gratos ao CNPq, MCTI, INSA/Programa de Capacitação Institucional (PCI 2019-2023) pela oportunidade da realização desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

ABRAMOVA, V.O. et al. Presowing treatment of seeds using ultrasound: **Development of technology and industrial equipment,** n.20, v.1, p.414-423, 2019.

ADHIKARI, B. et al. Cold plasma seed priming modulates growth, redox homeostasis and stress response by inducing reactive species in tomato (*Solanum lycopersicum*). **Free Radical Biology and Medicine**, v.156, p.57-69, 2020.

AFZAL, S. et al. Eco-friendly synthesis of phytochemical-capped iron oxide nanoparticles as nano-priming agent for boosting seed germination in rice (*Oryza sativa* L.). **Environmental Science and Pollution Research**, v.28, p.40275-40287, 2021.

AGARWAL, R.L. **Seed technology**. Oxford and IBH Publishing, 2018.

AHMED, Z. et al. Impact of pulsed electric field treatments on the growth parameters of wheat seeds and nutritional properties of their wheat plantlets juice. **Food science & nutrition**, v.8, n.5, p.2490-2500, 2020.

ANTUNES, C.G.C. et al. Osmopriming-associated genes in *Poincianella pyramidalis*. **Environmental and Experimental Botany**, v.10, n.43, e104345, 2020.

ATTRI, P. et al. Plasma agriculture from laboratory to farm: A review. **Processes**, v.8, n.8, p.1002, 2020.

BATISTA, T.B. et al. Appropriate hydration period and chemical agent improve priming in brachiaria seeds. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.46, n.3, p.350-356, 2016.

BATISTA, T.B. et al. Priming of brachiaria seeds with different sugar sources and concentrations. **Revista Caatinga**, v.31, n.4, p.843-849, 2018.

BRASIL. **Instrução para a Análise de Sementes de Espécies Florestais.** Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA, 2013.

BRASIL. **Manual de Análise de Sementes.** Ministério da Agricultura. Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA, 2009.

CARVALHO, A. et al. Seed osmopriming with PEG solutions in seeds of three infraspecific taxa of Pinus nigra: Impacts on germination. mitosis and nuclear DNA. **Forest Ecology and Management,** v.45, n.6, e117739, 2020.

CARVALHO, D.B.; CARVALHO, R.I.N. Qualidade fisiológica de sementes de guanxuma sob influência do envelhecimento acelerado e da luz. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v.31, n.3, p.489-494, 2009.

CARVALHO, J.E. et al. Why analyze germination experiments using Generalized Linear Models? **Journal of Seed Science**, v.40, n.3, p.281-287, 2018.

CARVALHO. N.M.; NAKAGAWA. J. **Sementes: ciência. tecnologia e produção**. 5.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012.

DALZOTTO. L. et al. Creole bean seeds microbiolization with doses of *Trichoderma harzianum*. **Ciência Rural**, v.50, n.5, e20190542, 2020.

DARMANIN, M. et al. Generation of plasma functionalized water: Antimicrobial assessment and impact on seed germination. **Food Control**, v.113, p.107168, 2020.

DEBNATH, N. et al. Entomotoxic effect of silica nanoparticles against Sitophilus oryzae (L.). **Journal of Pest Science**, n.84, p.99-105, 2011.

GUHA, T. et al. Nanopriming with zero-valent iron synthesized using pomegranate peel waste: A “green” approach for yield enhancement in Oryza sativa L. cv. Gonindobhog. **Plant Physiology and Biochemistry**, v.163, p.261-275, 2021.

HERNANDEZ-AGUILAR, C. et al. Characterization of bean seeds, germination, and phenolic compounds of seedlings by UV-C radiation. **Journal of Plant Growth Regulation**, v.40, n.2, p.642-655, 2021.

HUSSAIN, M.S. et al. Eco-friendly magnetic field treatment to enhance wheat yield and seed germination growth. **Environmental Nanotechnology, Monitoring & Management**, v.14, p.100299, 2020.

HUSSAIN, S. et al. **Physiological, biochemical, and molecular aspects of seed priming.** In: Priming and pretreatment of seeds and seedlings. Springer Singapore, 2019.

KHARE, D.; BHALE, M. **Seed technology**. Scientific Publishers, 2016.

KHAYAT, M. Assessment Regression Relation between Wheat Seed Germination Characteristics Affected Sodium Hypochlorite (NaClO). **Journal of Crop Nutrition Science**, v.3, n.3, p.70-74. 2017.

KONAPPA, N. et al. Efficacy of indigenous plant growth-promoting rhizobacteria and Trichoderma strains in eliciting resistance against bacterial wilt in a tomato. **Egyptian Journal of Biological Pest Control**, v.30, n.1, p.1-13, 2020.

LAZIM, S.K.; RAMADHAN, M.N. Effect of microwave and UV-C radiation on some germination parameters of barley seed using mathematical models of gompertz and logistic: analysis study. **Basrah Journal of Agricultural Sciences**, v.33, n.2, p.28-41, 2020.

LAZIM, S.K.; RAMADHAN, M. Study effect of a static magnetic field and microwave irradiation on wheat seed germination using different curves fitting model. **Journal of Green Engineering**, v.10, p.3188-3205, 2020.

LEE, Y. et al. **Generalized Linear Models with Random Effects**. New York: Chapman & Hall. 2006.

LUAN, X. et al. Spectral characteristics on increasing hydrophilicity of Alfalfa seeds treated with alternating current corona discharge field. **Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy**, v.236, p.118350, 2020.

MACHADO, J.C. **Tratamento de sementes no controle de doenças**. Lavras: LAPS/FAEPE, 2000.

MEDEIROS, M.L.S. et al. Adequação do teste de lixiviação de potássio em sementes de *Moringa oleifera*. **Ciência Florestal**, v.29, n.2, p.941-949, 2019.

MIRANSI. M.; SMITH; D.L. Plant hormones and seed germination. **Environmental and Experimental Botany**, n.99, p.110-121, 2014.

NABI, F. et al. Influence of seed priming on early stages growth of cowpea [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] grown under salt stress conditions. **Legume Research: An International Journal**, v.43, n.5, p.665-671, 2020.

NAND, M. et al. Diversity of seed-borne mycoflora of Moringa oleifera in Kumaun region of central Himalaya. **Himalayan Ecology**, v.27, p.58, 2019.

NELDER, J.A.; WEDDERBURN, R.W.M. Generalized Linear Models. **Journal of the Royal Statistical Society**, v.135, p.370-384, 1972.

NODARI, R.O.; GUERRA, M.P. A agroecologia: estratégias de pesquisa e valores. **Estudos Avançados**, n.29, v.83, p.183-207, 2015.

NORONHA, B.G. et al. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Moringa oleifera* Lam. **Ciência Florestal**, v.28, n.1, p.393-402, 2018.

OROBINSKY, V.L. et al. **Seed refinement in the harvesting and post-harvesting process.** In: International scientific and practical conference Agro-SMART-Smart solutions for agriculture. Atlantis Press, 2018.

PÁDUA, G.V.G. et al. Influência do extrato de *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir sobre a qualidade fisiológica em sementes de *Mimosa caesalpiniifolia* (Benth). **Brazilian Journal of Development**, v.6, n.11, p.90475-90488, 2020.

PEREIRA, M.D. et al. Processamento digital de imagens de plântulas na avaliação do vigor de sementes de *Moringa oleifera* Lam. **Ciência Florestal**, v.30, n.2, p.291-306, 2020.

RABBANI, A.R.C. et al. Pré–embebição em sementes de moringa. **Scientia plena**, v.9, n.5, e050207, 2013.

RIBEIRO-OLIVEIRA, J.P. et al. Data transformation: an underestimated tool by inappropriate use. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.40, e35015, 2018.

RIFNA, E.J. et al. Emerging technology applications for improving seed germination. **Trends Food Sci Tech**, v.86, p.95-108, 2019.

ROBLEDO. D.A.R. Effects of halopriming on seed germination and seedling emergence of capsicum frutescens. **Journal of the Botanical Research Institute of Texas**, v.3, n.1, p.114-118, 2020.

ROCHALSKA, M. Magnetic field as a method of seeds vigour estimation. **Acta Agrophysica**, v.2002, n.62, p.103-111, 2020.

RUDNEV, S.G. **Principles of organization of post-harvest grain processing**. In: International Scientific and Practical Conference World science. ROST, p.16-19, 2017.

SANTANA, D.G. et al. How to analyze germination of species with empty seeds using contemporary statistical methods? **Acta Botanica Brasilica**, n.25, p.271-278, 2018.

SARKAR, N. et al. Innovative application of facile single pot green synthesized CuO and CuO@ APTES nanoparticles in nanopriming of Vigna radiata seeds. **Environmental Science and Pollution Research**, v.28, n.11, p.13221-13228, 2021.

SARRAF, M. et al. Magnetic field (MF) applications in plants: An overview. **Plants**, v.9, n.9, p.1139, 2020.

SCHWARZ, G. Estimating the dimension of a model. **The annals of Statistics**, v.6, n.2, p.461-464, 1978.

SHAFIQUE, H. et al. Low power continuous wave-laser seed irradiation effect on *Moringa oleifera* germination. seedling growth and biochemical attributes. **Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology**, v.170, p.314-323, 2017.

SHER, A. et al. **Methods of Seed Priming**. In: Priming and Pretreatment of Seeds and Seedlings. Springer Singapore, 2019.

SHETEIWY, M.S. et al. Seed priming with polyethylene glycol induces antioxidative defense and metabolic regulation of rice under nano-ZnO stress. **Environmental Science and Pollution Research**, v.23, n.19, p.19989-20002, 2016.

SILVA, M.L. et al. Osmopriming duration in Araçá-boi seeds germination. **Revista Agro@ mbiente On-line**, v.10, n.1, p.17-21, 2016.

THAKUR, M. et al. Raffinose and hexose sugar content during germination are related to infrared thermal fingerprints of primed onion (*Allium cepa* L.) seeds. **Frontiers in Plant Science**, v.11, e579037, 2020.

THOMA, F. et al. Effects of light on secondary metabolites in selected leafy greens: a review. **Frontiers in plant science**, v.11, p.497, 2020.

UPADHYAY, A.K. et al. Effect of UV radiation on seeds physiological parameter: a review. **Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry**, v.9, n.6, p.1877-1879, 2020.

VASCONCELOS, M.C. et al. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Moringa oleifera* por diferentes metodologias. **Agropecuária científica no semiárido**, v.14, n.4, p.311-317, 2019.

VENÂNCIO, R.S.D.S.; MARTINS, A.C.G. Overcoming dormancy of *Senna multijuga* seeds with an ultrasonic probe the comparison with ultrasound and sulfuric acid baths. **Ciência Rural**, v.49, n.9, e e20180904, 2019.

VILLASEÑOR-BASULTO, D.L. et al. Wastewater treatment using Moringa oleifera Lam seeds: a review. **Journal of Water Process Engineering**, v.23, p.151-164, 2018.

WANG, J. et al. Effect of positive and negative corona discharge field on vigor of millet seeds. **IEEE Access**, v.8, p.50268-50275, 2020.

WAQAS, M. et al. **Advances in the concept and methods of seed priming**. In: Priming and pretreatment of seeds and seedlings. Springer Singapore, 2019.

WEISBERG, S. **Applied linear regression**. 3.ed. New York: John Wiley, 2005.

WIJEWARDANA, C. et al. Soybean seed physiology, quality, and chemical composition under soil moisture stress. **Food chemistry**, v.278, p.92-100, 2019.

ZHANG, X. et al. A review on the effects of light-emitting diode (LED) light on the nutrients of sprouts and microgreens. **Trends in Food Science & Technology**, v.99, p.203-216, 2020.

Recebido em 04-06-2021 *Aceito em 13-08-2021*