



**RICARDO COELHO ANDRADE**

**PRÉ-CONDICIONAMENTO GERMINATIVO VISANDO O  
ENVIGORAMENTO DE SEMENTES DE AMENDOIM (*Arachis  
hypogaea*).**

**LAVRAS - MG  
2023**

**RICARDO COELHO ANDRADE**

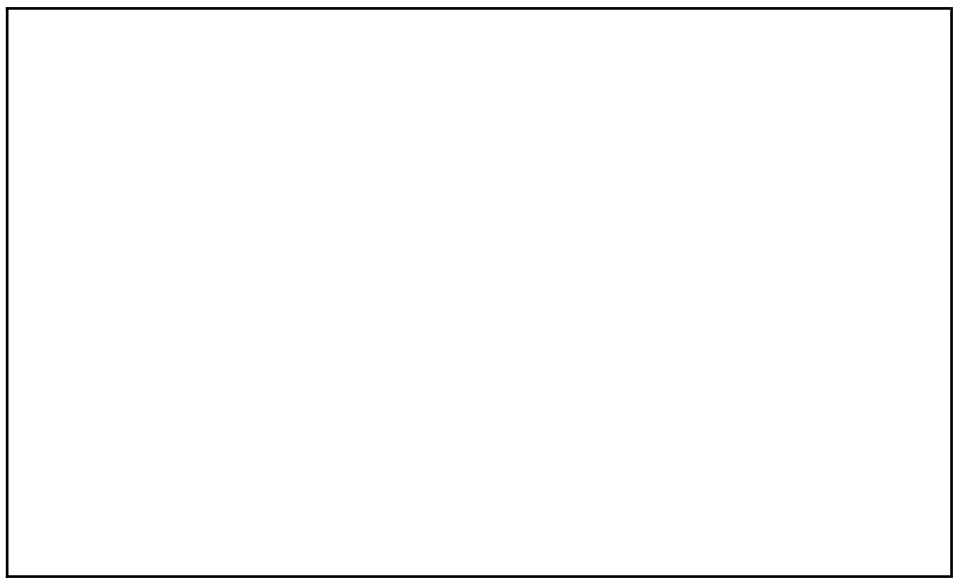
**PRÉ-CONDICIONAMENTO GERMINATIVO VISANDO O ENVIGORAMENTO DE  
SEMENTES DE AMENDOIM (*Arachis hypogaea*).**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Agronomia, para a obtenção do título de Bacharel.

Prof. Dr. Rafael Peron Castro  
Orientador  
Profa. Dra. Heloisa Oliveira dos Santos  
Coorientadora

**LAVRAS - MG  
2023**

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca  
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**



**RICARDO COELHO ANDRADE**

**PRÉ-CONDICIONAMENTO GERMINATIVO VISANDO O ENVIGORAMENTO DE  
SEMENTES DE AMENDOIM (*Arachis hypogaea*).**

**GERMINATIVE PRE-CONDITIONING FOR ENVIGORATION OF PEANUT  
(*Arachis hypogaea*) SEEDS.**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Agronomia, para a obtenção do título de Bacharel.

APROVADA em 15 de Março de 2023  
Dr. Rafael Peron Castro UFLA  
Dra. Yasmin Vasques Berchembrock UFLA  
Dr. Wilson Vicente Souza Pereira UFLA

Prof. Dr. Rafael Peron Castro  
Orientador  
Profa. Dra. Heloisa Oliveira dos Santos  
Coorientadora

**LAVRAS - MG  
2023**

## AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me dado saúde e forças para superar as dificuldades;

A Universidade Federal de Lavras, seu corpo docente, direção, administração e manutenção, que viabilizaram meus estudos e trabalhos, através da dedicação dos profissionais vinculados;

Ao meu orientador, Dr. Rafael Peron Castro, que me abriu as portas para mais esta etapa da jornada acadêmica, assim como por toda a sua disponibilidade e preocupação em me orientar durante o período de desenvolvimento desta pesquisa. Reconheço aqui também todo o seu esforço para o desenvolvimento desta instituição;

A minha co-orientadora, Dra. Heloisa Oliveira dos Santos, por sua disposição e atenção, que me ajudou no desenvolvimento deste trabalho. Agradeço também à Wilson Vicente e Marília Mendes dos Santos Guaraldo, pela disponibilidade e atenção, sendo muito importante o suporte no desenvolvimento de ideias e análises;

A toda equipe do Laboratório Central de Pesquisas em Sementes - LCPS, assim como os colegas de academia que contribuíram para meu desenvolvimento intelectual, seja compartilhando saberes, conhecimentos e no convívio diário através das atividades acadêmicas;

Aos meus pais, Rosângela de Fátima Coelho e Ricardo Flávio Rezende Andrade, pelo amor, incentivo e paciência durante estes anos de graduação, espero um dia ser digno de seus esforços, pois estes foram fundamentais para que esta conquista se tornasse possível;

Aos companheiros de núcleo de estudos em agroecologia YEBÁ - Ervas & Matos, pelo convívio e compartilhamento de experiências e práticas que tanto contribuíram para a minha formação;

Aos amigos que se dedicam em manter ativa a prática da escalada esportiva na universidade, que sempre me incentivaram a superar os limites do corpo e da mente;

Por fim, a todos que de alguma forma direta ou indireta, fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

## RESUMO

O amendoim (*Arachis hypogaea L.*) é uma importante cultura agrícola, uma vez que seus grãos apresentam altos teores de proteína e óleo. Apesar de ser uma planta com centro de origem na América do Sul, o Brasil ocupa apenas o 11º lugar no ranking dos países mais produtores da cultura. Com o aperfeiçoamento de sua cadeia produtiva, a tendência é que o país se torne cada vez mais relevante na produção desse grão. O armazenamento do amendoim e obtenção de sementes de alta qualidade é um desafio pois sua composição com alto teor de óleo, as torna suscetíveis à oxidação e rancificação, fazendo com que a semente perca vigor rapidamente. O vigor é definido como a capacidade das sementes em apresentar desempenho adequado, quando expostas a diferentes condições ambientais. Promover o aumento da qualidade de sementes armazenadas é uma estratégia para aumentar a produtividade e reduzir o tempo entre semeadura e colheita. Os tratamentos pré-germinativos e o condicionamento fisiológico de sementes são técnicas que vêm sendo estudadas como forma de revigoração de sementes. Ao conduzir a hidratação controlada, ativam-se os processos bioquímicos e fisiológicos ligados ao metabolismo pré - germinativo, promovendo a emergência uniforme e acelerada de um lote de sementes. Esses processos também são relatados como eficientes na indução de tolerância à estresses abióticos em sementes. Neste trabalho foram avaliados os efeitos do pré condicionamento germinativo visando o envigoramento de sementes de amendoim, usando três agentes condicionantes que vem apresentando resultados satisfatórios em outras culturas. O tratamento das sementes foi feito em Água (H<sub>2</sub>O), Peróxido de Hidrogênio (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) a [100 µmol/l] e SNP (Nitroprussiato de sódio) a [100 µmol/l], durante 24 horas, e após esse período foi realizado o teste de germinação em rolo de papel do tipo germitest, previamente embebidos em Água (H<sub>2</sub>O) e Polietileno glicol (PEG) a -0.6 MPa, em câmara germinativa úmida com temperatura constante de 25°C por um período de 10 dias. Após 5 dias no germinador foi realizado o teste de primeira contagem, no qual foram contabilizadas as sementes em processo de germinação. No décimo dia foi realizado o teste de contagem final, no qual selecionou-se 10 plântulas aleatoriamente de cada tratamento, das quais foram feitas imagens e posteriormente analisadas através do *software* ImageJ para assim mensurar o tamanho da parte aérea e raiz. Foram selecionadas também 10 plântulas aleatórias de cada tratamento para proceder a pesagem da parte aérea e raiz em massa fresca, e após um período de 72 horas em estufa a 60°C para a completa desidratação e obtenção do valor de massa seca. Os resultados obtidos não demonstraram um aumento no vigor das sementes submetidas aos tratamentos, indicando que as condições testadas não foram capazes de promover a ativação do metabolismo pré germinativo, e portanto esse tipo de tratamento não segue um padrão, ou seja, não são universais, pois variam entre espécies e as condições dos tratamentos, como a concentração da solução, tempo de embebição, temperatura do germinador, nível de deterioração, entre outros fatores intrínsecos de cada semente.

**Palavras chave:** *Arachis Hypogaea L.* Pré-germinação. Envigoramento. Sementes. Plântulas.

## ABSTRACT

Peanut (*Arachis hypogaea* L.) is an important crop, since its grains have high levels of protein and oil. Despite being a plant with a center of origin in South America, Brazil occupies only 11th place in the ranking of the most producing countries of the crop. With the improvement of its production chain, the tendency is for the country to enhance its relevance in the production of this grain. The storage of peanuts and obtaining high quality seeds is a challenge because their composition with a high oil content makes them susceptible to oxidation and rancidity, causing the seed to lose vigor quickly. Vigor is defined as the ability of seeds to perform adequately when exposed to different environmental conditions. Promoting an increase in the quality of stored seeds is a strategy to increase productivity and reduce the time between sowing and harvesting. Pre-germination treatments and physiological conditioning of seeds are techniques that have been studied as a way of reinvigorating seeds. By conducting controlled hydration, the biochemical and physiological processes linked to pre-germination metabolism are activated, promoting the uniform and accelerated emergence of a lot of seeds. These processes are also reported to be efficient in inducing tolerance to abiotic stresses in seeds. In this work, the effects of germinative pre-conditioning aiming at invigorating peanut seeds were evaluated, using three conditioning agents that have been presenting satisfactory results in other cultures. Seed treatment was done in water (H<sub>2</sub>O), hydrogen peroxide (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) to [100 µmol/L] and SNP (sodium nitroprusside) to [100 µmol/L] for 24 hours, and after this period was performed the germination test in germistest paper, previously soaked in water (H<sub>2</sub>O) and polyethylene glycol (PEG) to -0.6 MPa, in a wet germ camera with a constant temperature of 25°C for a period of 10 days. After 5 days in the germinator the first count test was performed, in which the seeds in the germination process were accounted. On the tenth day, the final count test was performed, in which 10 randomly selected seedlings of each treatment, of which images were made and later analyzed through the Imagej software to measure the size of the aerial and root. There were also 10 random seedlings of each treatment to weigh the aerial part and fresh mass root, and after a period of 72 hours in a greenhouse at 60°C for complete dehydration and obtaining the dry mass value. The results obtained did not demonstrate an increase in the vigor of seeds submitted to treatments, indicating that the conditions tested were not able to promote the activation of pre-germination metabolism, and therefore this type of treatment does not follow a pattern and its not universal, because they vary between species and the conditions of the treatments, such as the concentration of the solution, soaking time, germinator temperature, deterioration level, among other intrinsic factors of each seed.

**Keywords:** *Arachis Hypogaea* L. Pre-germination. Envigoration. Seeds. Seedlings.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Impacto da resistência da cv. IAC Sempre Verde na produtividade em comparação a cultivares com diferentes níveis de resistência à mancha preta. 17
- Figura 2 - Principais eventos metabólicos do processo de germinação de sementes. 21



## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 - Taxa de germinação de sementes de amendoim cv. IAC Sempre Verde submetidas a diferentes tipos de tratamentos pré-condicionamento germinativos e estresse com PEG no quinto dia em estufa após a semeadura (Teste de primeira contagem). 26
- Tabela 2 - Valores médios do tamanho de parte aérea e raiz, em centímetros, aos 10 dias em estufa após a semeadura (Teste de contagem final), sob diferentes tipos de tratamentos de pré-condicionamento germinativos. 28
- Tabela 3 - Valores médios de Massa fresca e Massa seca de raízes de plântulas de amendoim, ao décimo dia em estufa após a semeadura (Teste de contagem final), sob diferentes tratamentos de pré-condicionamento germinativos. 29
- Tabela 4 - Valores médios de Massa fresca e Massa seca de parte aérea de plântulas de amendoim, em gramas, ao décimo dia em estufa após a semeadura (Teste de contagem final), sob diferentes tratamentos de pré-condicionamento germinativos. 30

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>10</b>
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b>	<b>11</b>
<b>2.1</b>	<b>A cultura do amendoim</b>	<b>13</b>
<b>2.2</b>	<b>O amendoim cv. IAC Sempre Verde</b>	<b>16</b>
<b>2.3</b>	<b>Qualidade de sementes</b>	<b>17</b>
<b>2.4</b>	<b>Condicionamento fisiológico de sementes</b>	<b>20</b>
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b>	<b>24</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>26</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO</b>	<b>31</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>32</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O amendoim é uma importante cultura de potencial agroenergético, para a produção de biodiesel, uma vez que se posiciona como a quarta oleaginosa mais produzida no mundo. O Brasil é o sexto maior exportador mundial de amendoim, e a produção se destina principalmente para países da Europa e Ásia, como União Europeia e China (FIESP, 2019). No entanto, a produção brasileira de amendoim é relativamente baixa comparada à outros países, ocupando apenas o 11º lugar no ranking dos maiores produtores da cultura. É importante ressaltar que China e Índia, juntas, produzem mais da metade da produção mundial de amendoim. Sendo o Brasil o principal centro de origem da cultura, é evidente a necessidade de aprofundamento científico para possibilitar a ampliação da área cultivada da produção nacional.

No entanto, a produtividade da cultura do amendoim no Brasil tem sido crescente, devido ao desenvolvimento de novas tecnologias, ao avanço científico e tecnológico da cadeia produtiva, que envolve o processo de melhoramento genético e desenvolvimento de novas cultivares, mais produtivas e menos suscetíveis às condições adversas que acometem a cultura. Esse tem sido o resultado do fomento à pesquisa por parte do governo, institutos de pesquisa, universidades, cooperativas e agroindústrias em busca de atingir uma maior produtividade e de grãos de alta qualidade, para atender ao mercado interno e externo.

A planta de amendoim tem como característica peculiar a produção de frutos subterrâneos. A flor, uma vez fertilizada, emite um pendão ou esporão (ginóforo) que cresce em direção ao solo, penetrando-o. O ovário fertilizado, localizado na ponta do esporão, desenvolve-se nessas condições subterrâneas, formando a vagem. A qualidade fisiológica da semente é um fator determinante para o sucesso da produção em campo, pois quanto maior for seu vigor, maior é a taxa e velocidade de germinação em campo e maior a uniformidade na instalação da lavoura, o que gera ganhos qualitativos e quantitativos de produção. Raízes maiores e bem desenvolvidas tornam a plântula mais tolerante às condições adversas em campo, como a baixa disponibilidade hídrica, por exemplo. A restrição hídrica na fase de implantação da lavoura é um dos principais fatores que interferem na germinação e no estabelecimento de plântulas, comprometendo o estande da plantação e reduzindo a produção. Etapas da cadeia produtiva, principalmente da pós colheita, como triagem mecânica e armazenamento inadequado, acabam reduzindo a qualidade fisiológica das sementes de

amendoim, comprometendo sua comercialização e o plantio (FERRARI NETO; COSTA; CASTRO, 2012; GODOY *et al.*, 2014).

O estado de São Paulo se destaca como o principal estado produtor de amendoim e contribui com 90% do total produzido no país. O amendoim é usado estrategicamente na rotação de culturas em áreas de reforma de canaviais, devido à sua capacidade de condicionar o solo através de associações simbióticas com bactérias diazotróficas do gênero *Bradyrhizobium*, que quando associadas às raízes de leguminosas são capazes de promover a fixação biológica de nitrogênio atmosférico. A combinação das duas culturas é parte integrante do revigoramento, da conservação de nutrientes, da nitrogação e fertilidade do solo, da redução de incidência de pragas e doenças, da ocupação racional da terra, do aumento do rendimento da cana, da viabilidade econômica para o produtor de ambas as culturas, da minimização dos custos de plantio da cana-de-açúcar, da redução da sazonalidade econômica, dentre outras vantagens (MINGOTTE; MORELLO; LEMOS, 2019). Dessa forma, ao instalar a próxima lavoura de cana de açúcar há a redução nos custos de produção.

Porém um dos principais entraves desse processo é o fato de que dependendo das condições climáticas o ciclo do amendoim se estende e coincide com a época ideal de renovação do canavial, motivo pelo qual muitas vezes as vagens são colhidas antes da completa maturação fisiológica dos grãos. Essa característica reduz a sua qualidade e, não atingindo a umidade ideal para armazenamento, causa uma série de problemas em sua comercialização e secagem pós-colheita.

O condicionamento fisiológico é uma técnica empregada para a produção de sementes de alta qualidade e com maior tolerância a estresses abióticos. Durante o processo de condicionamento, as sementes iniciam a ativação de todo o aparato necessário para a germinação, especialmente o reparo de eventuais danos estruturais. Esse método também é relatado como eficiente na indução de tolerância à estresses abióticos em sementes, devido às condições e compostos usados durante o condicionamento. Os resultados são influenciados por diversos fatores: espécie, o grau de deterioração da semente, velocidade de absorção de água, o tipo de material empregado para o condicionamento fisiológico, as condições de armazenamento, entre outros (MARCOS FILHO, 2015). Silva *et al.* (2016) estudando o condicionamento fisiológico em outra leguminosa, no caso cultivares de soja, pôde concluir que os níveis de vigor das sementes ocasionaram diferenças na emergência de plântulas, altura da inserção da primeira vagem, número e produtividade de vagens.

O uso de agentes condicionantes permite ter um maior controle sobre a taxa de germinação e pegamento em campo, etapa crucial da implantação da lavoura que reduz o

tempo entre plantio e colheita, além de conferir tolerância a estresse abiótico nas sementes, como o déficit hídrico por exemplo (ZULFIQAR, 2021). Em função disso, este trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos do tratamento pré-germinativos na germinação de sementes de amendoim (*Arachis hypogaea L.*), cultivar Sempre Verde, desenvolvida e registrada pelo Instituto Agronômico (IAC) de Campinas, sob a influência de três diferentes soluções conhecidas pelo seu uso como condicionante em outras espécies de interesse agrícola: Água, Peróxido de Hidrogênio e Nitroprussiato de sódio, submetidas ou não ao estresse hídrico através do Polietileno glicol (PEG).

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 A cultura do amendoim

O amendoim (*Arachis* sp.) é uma cultura de potencial agroenergético, pois apresenta altos valores de proteína (28,5%) e óleo (40-50%) (FERRARI NETO; COSTA; CASTRO, 2012). O óleo vegetal de amendoim, assim como qualquer óleo vegetal ou gordura animal, é composto de ácidos graxos e pode ser submetido ao processo de transesterificação para a produção de biodiesel (PIGHINELL, 2007). É uma leguminosa originária da América do Sul, e há registros de que era uma planta cultivada por povos indígenas que habitavam a região há mais de 3000 a.C. Países como Brasil, Bolívia, Argentina, Paraguai e Uruguai são os centros de diversidade genética dessa cultura, e portanto o seu cultivo em outras regiões pode apresentar desafios em relação às condições edafoclimáticas. Pertencente à família botânica Fabaceae, são mais de 65 espécies nativas do Brasil, sendo que *Arachis hypogaea* L. e *Arachis pintoi* têm maior interesse agrônômico. As demais espécies têm sua importância como fontes de alelos para os programas de melhoramento genético, além de serem tradicionalmente cultivadas entre os praticantes da agricultura familiar e em comunidades rurais (VALLS; SIMPSON, 1994; MINGOTTE; MORELLO; LEMOS, 2019).

Segundo Martins e Pérez (2006) os colonizadores portugueses foram os responsáveis pela difusão do amendoim pelo mundo. A partir do Brasil, as sementes foram levadas para colônias na Ásia e África, locais onde a cultura se adaptou rapidamente. Posteriormente chegou à Inglaterra, e então alcançou a América do Norte, atualmente um dos maiores produtores desta oleaginosa, com um alto nível de tecnificação. O amendoim compõe grande parte da alimentação básica da população mais pobre em diversos países, sendo a principal fonte proteica e calórica, logo possui grande importância socioeconômica. É um alimento rico em óleo, proteínas e vitaminas. Sendo assim, seu consumo é apreciado mundialmente, tanto pela agradável palatabilidade e por seu valor nutricional (Santos *et al.*, 2008; AGUIAR *et al.*, 2014).

Além do uso do amendoim para alimentação humana, os seus derivados também têm valor comercial, como é o caso da torta, que é transformada em farelo, subproduto obtido pela extração do óleo, que representa importante fonte de fibras e proteínas e pode ser utilizado para alimentação animal. Já o óleo pode ser destinado à indústria de gênero alimentício ou na indústria de combustíveis na forma de biodiesel. Ainda outros usos são possíveis nas indústrias farmacêutica e química. (FERRARI NETO; COSTA; CASTRO, 2012).

Trata-se da quarta cultura oleaginosa mais produzida no mundo, amplamente difundida nos países americanos, africanos e asiáticos, principalmente regiões onde o clima é considerado quente a maior parte do ano. É uma planta capaz de se adaptar a vários tipos de ambientes e condições, porém a temperatura é o principal fator limitante dessa leguminosa, pois quando muito baixas (abaixo de 18 °C), sua capacidade de crescimento é significativamente diminuída, afetando a produção (FERRARI NETO; COSTA; CASTRO, 2012). Também não é recomendado seu cultivo em regiões úmidas ou com longos períodos de chuva, pois essas condições favorecem a ocorrência de doenças, prejudicam na colheita e a qualidade do produto. Na África e Ásia é cultivado em larga escala sob o regime de sequeiro e com pouca tecnificação (NOGUEIRA; TÁVORA, 2005; SANTOS *et al.*, 2008; FERRARI NETO; COSTA; CASTRO, 2012; MINGOTTE; MORELLO; LEMOS, 2019). Estudos relacionados ao estresse térmico e por encharcamento podem ser úteis para compreender os níveis do impacto desses fatores na germinação das sementes.

No Brasil, na década de 70 a produção de amendoim sofreu grande retração com a chegada da soja, chegando a ocupar áreas em torno de 50 mil ha, inexpressivas no contexto do agronegócio brasileiro. Sua principal finalidade era a produção e exportação de óleo e farelo. Este mercado foi amplamente substituído pela indústria da soja, que trouxe um pacote tecnológico mais refinado, resultando em menores custos de produção, manejo facilitado e melhor valor econômico (MINGOTTE; MORELLO; LEMOS, 2019). O setor voltou a crescer com a crise do Petróleo em 1975 e consequente criação do Programa Nacional do álcool - Proálcool - que estimulou o plantio da cana-de-açúcar para a produção de etanol e substituir parte do combustível gerado a partir de fontes não renováveis, para reduzir a importação de petróleo. Desde então o amendoim passou a fazer parte do sistema de rotação de culturas com a cana de açúcar (BIODIESELBR, 2012; AGUIAR *et al.*, 2014; GODOY *et al.*, 2019).

O amendoim apresenta um alto teor de óleo (40 - 50%), o que o torna uma matéria prima promissora na produção do biodiesel, que é obtido pela mistura de ésteres monoalquílicos produzidos por meio da reação de transesterificação entre triglicerídeos e um álcool de cadeia curta (metanol ou etanol), e na presença de um catalisador ácido, básico ou enzimático (NUNES, 2021; FERRARI NETO; COSTA; CASTRO, 2012). O óleo puro de amendoim foi usado pelo engenheiro francês Rudolf Diesel em seus experimentos durante a concepção do motor à combustão interna (motor do ciclo Diesel) como combustível. No entanto o óleo de soja é o mais utilizado para a produção do biodiesel atualmente, mesmo tendo menor quantidade de óleo (cerca de 20% enquanto o teor de óleo no amendoim chega a 50%), tanto pelo menor preço da commodity em função da sua disponibilidade no mercado

como pelo fato da tecnologia envolvida no processo de produção da soja já ser conhecida e dominada no país (COSTA; ZAGONEL, 2009).

No Brasil atualmente existem 40 cultivares de *Arachis hypogea L.* registradas no Registro Nacional de Cultivares (RNC, 2023). A EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) e o IAC (Instituto Agronômico de Campinas - SP) são as principais instituições que promovem o melhoramento genético da cultura. Os principais objetivos do melhoramento genético do amendoim no Brasil têm sido a busca pela redução do ciclo e uniformização da maturação fisiológica; incremento da produtividade; aumento do teor de óleo (fração oleica) e de proteína bruta das sementes; indução de resistência/tolerância aos principais insetos-praga, doenças e nematóides, inserção de modificações genéticas (OGMs) e introduzir cultivares com crescimento rasteiro e com grãos do tipo “runner” (de pele clara e grandes) (MINGOTTE; MORELLO; LEMOS, 2019; GODOY *et al.*, 2019).

O crescimento da produção da cultura do amendoim no país é resultado do constante desenvolvimento científico e tecnológico e é positivo, com crescimento médio de 17% ao ano desde 2013. Na safra 2022/2023, foi estimada a produção de 841 mil toneladas de amendoim no Brasil, que representa um aumento de 12,6% em relação à safra 2021/2022 em uma área cultivada de 219.100 hectares, que é 9,5% maior do que a da safra 2021/2022, sendo que 88,6% desse volume produzido é proveniente do estado de São Paulo (CONAB, 2023). Deste valor, cerca de 60% é destinado ao mercado externo, principalmente para países da União Europeia e China, que são os principais importadores da cultura (MINGOTTE; MORELLO; LEMOS, 2019).

O Brasil se destaca no comércio global de óleo de amendoim, sendo o 3º maior exportador, ficando atrás de Argentina e Senegal, e tem a China, Itália e Holanda como maiores consumidores do óleo brasileiro (FIESP, 2019). De acordo com Santos *et al.* (2012) a demanda por óleos de origem vegetal vem crescendo significativamente na última década em virtude do crescimento do mercado oleoquímico, especialmente nos segmentos de biodiesel, alimentos e cosméticos.

O cultivo de amendoim no Brasil é interessante pois atende as necessidades internas, além de apresentar boas perspectivas de aumento de participação no mercado externo. A receita gerada para as regiões produtoras, processadoras e distribuidoras é uma justificativa para aprofundarmos mais nessa cultura, que tem também importante papel social pois gera empregos direta e indiretamente em todos os elos de sua cadeia produtiva (CONAB, 2018). É de suma importância continuar com as pesquisas e aprofundar o conhecimento técnico e científico relacionados ao processo de produção do amendoim, para que o cultivo ganhe



novas áreas, não se limitando apenas onde há rotatividade com a cana-de-açúcar, ou seja, no estado de São Paulo, elevando a produtividade da cultura para que o Brasil se torne de fato uma potência na produção desse grão, uma vez que o país tem aptidão para isso.

## 2.2 O amendoim cv. IAC Sempre Verde

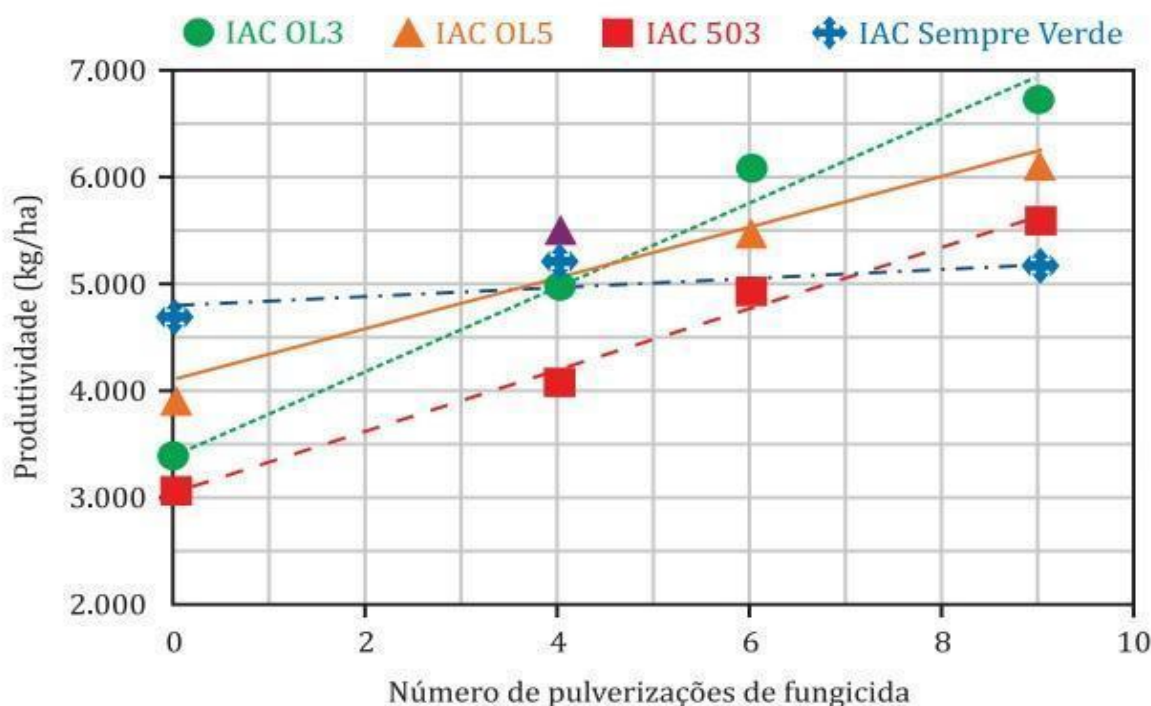
A cultivar possui hábito de crescimento rasteiro, ciclo de aproximadamente 130 dias e as plantas são vigorosas e prolíficas. Produz vagens com duas sementes e de pele vermelha. Os tradicionais amendoins de pele vermelha são geralmente produzidos por cultivares de porte ereto e de moderada produtividade. A cultivar IAC Sempre Verde apresenta vantagens como alta resistência às doenças foliares que afetam a cultura do amendoim, principalmente à mancha-preta (*Cercosporidium personatum*) e a ferrugem do amendoim (*Puccinia arachidis*), que causam muitas perdas de produtividade principalmente no final do ciclo, pois causam necrose das áreas afetadas e podem afetar diversas partes da planta (BARRETO; SCALOPPI; BARRETO, 2019).

A cultivar é recomendada para produtores orgânicos pois pode ser manejada sem a aplicação de fungicidas. Nesse caso, a sua produtividade pode atingir cerca de 5000 kg/há (GODOY *et al.*, 2019b). A supressão do controle químico das doenças representa uma significativa redução nos custos de produção. O desenvolvimento da cultivar IAC Sempre Verde atende a dois objetivos chave no aperfeiçoamento da cadeia produtiva do amendoim: contribui na oferta do produto para um mercado alternativo com menor custo e para a produção orgânica, sem o uso de fungicidas; e a utilização da cultivar como padrão comparativo de resistência entre outras variedades comerciais e através do melhoramento genético, na futura obtenção de cultivares do tipo “runner” com esse nível de resistência (FIGURA 1).

Estudos sobre a germinação nas condições de estresse hídrico são de fundamental importância, pois permitem avaliar o comportamento das sementes em ambientes adversos, e assim, auxiliar na tomada de decisão sobre os melhores genótipos para se utilizar na agricultura (SANTOS *et al.*, 2008). É importante notar que estão havendo propostas de cultivares adaptadas ao cultivo orgânico, uma vez que o Brasil é conhecido por ser um dos maiores consumidores de agrotóxicos do mundo, fato que gera questionamentos sobre a sustentabilidade econômica, ambiental e social do sistema de produção agrícola brasileiro,

encontrando barreiras comerciais em diversos países. Porém, ainda não existem referências bibliográficas suficientes para inferir sobre a viabilidade da implantação de lavouras de amendoim orgânico desta cultivar na região Sul de Minas Gerais.

Figura 1 - Impacto da resistência da cv. IAC Sempre Verde na produtividade em comparação a cultivares com diferentes níveis de resistência à mancha preta.



Fonte: GODOY *et al.* (2019b).

### 2.3 Qualidade de sementes

A qualidade fisiológica das sementes tem sido definida pela germinação e pelo vigor. Vigor de sementes é a soma de atributos que conferem à semente o potencial para germinar, emergir e resultar rapidamente em plântulas normais sob ampla diversidade de condições ambientais (MARCOS FILHO, 2015). Uma alta qualidade fisiológica da semente proporciona o rápido e uniforme estabelecimento da lavoura. Porém, as sementes estão sujeitas a danos mecânicos e ataques de patógenos em todas as etapas do processo de produção, que causam perdas na qualidade da semente. Estudos anteriores demonstram que é possível reduzir ou eliminar inóculos nocivos de fungos em sementes tendo através de tratamentos químicos, biológicos e físicos (MARCOS FILHO, 1999; COUTINHO *et al.*, 2007). No entanto, o amendoim apresenta características que dificultam esse processo, pois seu tegumento é extremamente delicado e se rompe facilmente, o que causa grande número de perdas de

sementes durante o processo de tratamento na pós-colheita, pois é comum a perda desse tecido e consequente separação dos cotilédones (SARTO, 2019). Sementes de Fabaceae com cotilédones separados ou sem tegumento são consideradas material inerte o que as torna inviáveis para o plantio (BRASIL, 2009).

Na região nordeste do estado de São Paulo, onde se concentra a maior parte da produção de amendoim no Brasil, a cultura é explorada principalmente na entressafra da cana de açúcar e não é comum a prática da irrigação nas lavouras e tampouco é feita a adubação nitrogenada, uma vez que a cultura suporta um manejo rústico, o que interfere diretamente na qualidade das sementes (AGUIAR *et al.*, 2014). Na primeira safra, que compreende a estação chuvosa, de outubro a fevereiro, há maior produtividade, ao passo que os grãos sofrem maior contaminação por aflatoxinas, pois não há o controle da umidade nas fases finais de arranquio e cura, o que é altamente indesejável quando se trata de produção de sementes de amendoim, comprometendo sua qualidade fitossanitária, viabilidade e vigor (SANTOS *et al.*, 1996; MARTINS; PÉREZ, 2006; FERRARI NETO; COSTA; CASTRO, 2012). Na segunda safra, o número de grãos é reduzido devido à condição seca do ambiente, o que gera perdas na produção pelo aumento da resistência do solo à penetração do ginóforo, além do fato do estresse hídrico afetar processos metabólicos, diminuição da fotossíntese, crescimento e desenvolvimento das plantas, fechamento estomático e a redução do número de flores no período reprodutivo (HARO; CARREGA, 2019).

Faria *et al.* (2019), citando Azevedo *et al.* (2014), conclui que a supressão de água em qualquer fase do ciclo do amendoimzeiro é capaz de reduzir o desenvolvimento da planta e consequentemente sua produtividade final. Ainda de acordo com o autor, os estádios fenológicos que compreendem da sementeira a emergência (VE - V0) as sementes absorvem 50% de seu peso em água, e o déficit hídrico nessa fase pode reduzir o estande de plantas.

São diversos os fatores que influenciam diretamente sobre a germinação e qualidade das sementes de amendoim. Um dos principais fatores é a época em que é feita a colheita, em função de sua maturidade fisiológica (TEKRONY; EGLI, 1991). Sallis (2019) destaca ainda que há necessidade de se atentar à outros fatores: a disponibilidade de água durante o plantio; a longevidade expressa pelo genótipo; temperatura e a umidade no campo e no armazenamento; a escolha da área; condições químicas e físicas do solo; escolha da variedade, que deve estar devidamente inscrita no Registro Nacional de Cultivares e oriundas de fornecedor com registro nacional de sementes e mudas (RENASEM); o tratamento recebido na pós colheita; e ainda fatores que acontecem no campo como ataque de insetos e danos mecânicos que ocorrem nas máquinas recolhedoras. A utilização de sementes de alta

qualidade é fundamental, para conduzir ao campo as características determinantes do desempenho do cultivar e contribuir decisivamente para o estabelecimento do estande desejável (MARCOS FILHO, 2015).

No entanto, a aquisição de sementes de qualidade é um dos principais entraves para a implantação de áreas de cultivo do amendoizeiro. A segunda safra, que corresponde ao período de fevereiro a junho, é a mais indicada para a produção de sementes, pois como há menos precipitação, ocorrem menos problemas fitossanitários. Chuvas na época da colheita depreciam o produto final devido à ocorrência de aflatoxina, toxina produzida pelo fungo *Aspergillus flavus*. A umidade na colheita também pode provocar a germinação dos grãos no interior das vagens, nos cultivares nacionais que apresentam pouca dormência. Além destes, a umidade na colheita acarreta em gastos extras, devido à necessidade de secagem dos grãos, pois 8% de umidade é o indicado para o armazenamento (FERRARI NETO; COSTA; CASTRO, 2012). Porém o estresse hídrico é considerado o fator ambiental mais limitante para a cultura do amendoim no estado de São Paulo, o que causa grande redução na produtividade (FARIA *et al.*, 2019). Portanto, o que se ganha em qualidade se perde em quantidade, visto que o custo de aquisição de sementes de qualidade pode chegar a 15% dos custos de produção (MINGOTTE; MORELLO; LEMOS, 2019).

A deterioração das sementes é um processo inevitável e determinado por uma série de alterações fisiológicas, bioquímicas, físicas e morfológicas, que se inicia a partir da maturidade, em ritmo progressivo, resultando na queda gradativa do potencial fisiológico e culminando com a morte da semente. Estudos demonstram que o potencial fisiológico das sementes pode permanecer relativamente inalterado durante certo período, ou decrescer, com velocidade e intensidade determinadas principalmente pelas condições do ambiente. Dessa forma, o armazenamento em condições adequadas se torna fundamental pois é uma das etapas chave do sistema produtivo de sementes de amendoim e que pode afetar sua qualidade. Uma das estratégias usadas por produtores de sementes é mantê-las nas vagens até próximo da comercialização, quando deve-se iniciar o beneficiamento para melhor conservação do vigor e maior período de armazenamento (DELOUCHE, 1964; SARTO, 2019).

Visto a importância da água no ciclo da cultura para obtenção de sementes de alta qualidade, em regiões com déficit hídrico técnicas como o uso adequado da irrigação pode favorecer o amendoim em todos seus estádios fenológicos e em muitos aspectos, desde a semeadura, germinação, estágio vegetativo e reprodutivo, passando pela fase de penetração do ginóforo no solo, enchimento de grãos e translocação de fotoassimilados, número de vagens e

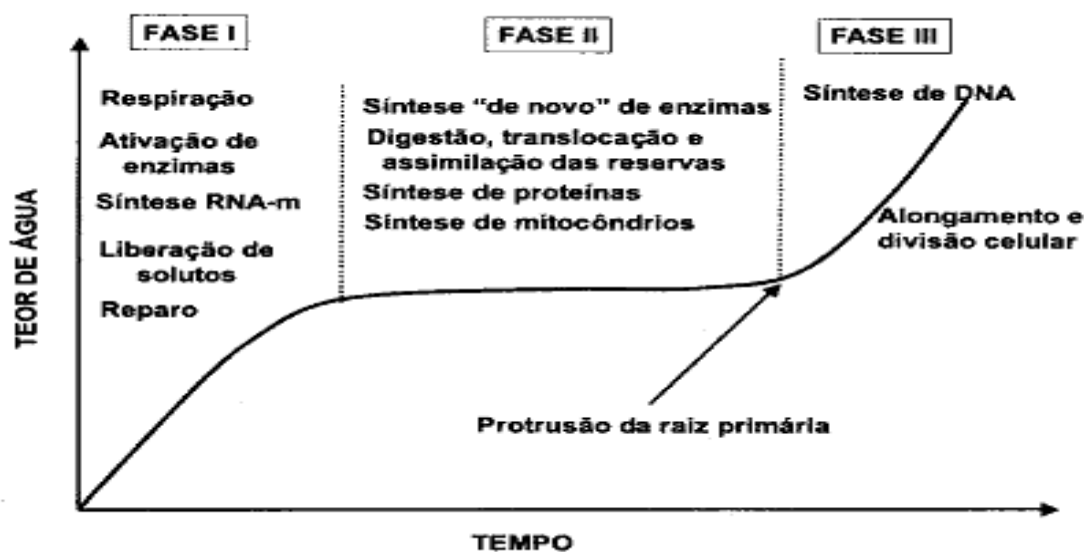
de grãos por vagem, além do controle da umidade na etapa final de grão cheio - maturação, que precede a colheita (FERRARI NETO; COSTA; CASTRO, 2012; FARIA *et al.*, 2019).

#### **2.4 Condicionamento fisiológico de sementes**

O condicionamento fisiológico é uma técnica na qual sementes adquirem incremento na qualidade fisiológica, aumentando a taxa de germinação, a qualidade das plântulas, aumentando a tolerância e adaptação a estresses abióticos (LANTERI *et al.*, 1996; HUANG *et al.*, 2020). Através da hidratação de forma controlada, é possível desencadear processos bioquímicos e fisiológicos ligados a reações metabólicas que acontecem na semente antes do plantio, dessa forma tornando-a mais apta a germinar imediatamente quando em condições ideais, o que reduz o período entre semeadura e emergência das plântulas em campo, assim como favorece o seu desempenho quando em condições de estresse abiótico, além de garantir um estande uniforme de plantas (HEYDECKER; HIGGINS; GULLIVER, 1973; KHAN *et al.*, 1992).

Existem diversas formas de fazer condicionamento fisiológico em sementes, entre elas hidropriming, osmodicionamento, condicionamento químico e biocondicionamento (HUANG *et al.*, 2020), e o que todas têm em comum é ativar o complexo germinativo sem que haja a protrusão da radícula. Através do controle da embebição de água pelas sementes, com soluções conhecidas, até um ponto capaz de permitir os processos respiratórios essenciais à germinação, o condicionamento osmótico estimula a fase I e II de embebição, porém sem avançar à fase III, caracterizada pelo alongamento celular e protrusão da radícula (SANTOS *et al.* 2008; BARROS, 2017). Em seguida, pode-se promover a secagem até que seja alcançado o teor de água original das sementes. Os principais eventos metabólicos que caracterizam a germinação de sementes estão representados no gráfico a seguir (FIGURA 2).

Figura 2 - Principais eventos metabólicos do processo de germinação de sementes.



Fonte: MARCOS FILHO (2005).

Durante o condicionamento fisiológico osmótico, a semente é hidratada lentamente, o que permite um maior tempo para a reparação ou reorganização das membranas, assim os tecidos se desenvolvem de maneira mais ordenada, reduzindo os danos no eixo embrionário causados pela rápida absorção de água. Também pode ser induzida a tolerância ao estresse hídrico, o que é muito útil quando pensamos em sementes de baixo vigor e plantios sem irrigação. Sementes envelhecidas e/ou deterioradas são mais sensíveis aos danos de embebição, pois suas membranas celulares encontram-se fragilizadas e tornam-se mais suscetíveis a danos causados pela rápida entrada de água nas células. Trabalhos com sementes de hortaliças têm mostrado que os efeitos do condicionamento osmótico resultam em uma resposta mais rápida quanto ao tempo para a germinação, principalmente em lotes de sementes deterioradas ou de baixo vigor (ZULFIQAR, 2021; SANTOS *et al.*, 2008; HUANG *et al.*, 2020).

Um meio de controlar a entrada de água nas sementes é com o uso de substâncias com baixo potencial osmótico, como o Peróxido de Hidrogênio e o Nitroprussiato de sódio (SNP). De acordo com Heydecker e Gibbins (1978) o Polietileno glicol (PEG) também é capaz de cumprir essa função. Segundo Masetto *et al.* (2013), a técnica de condicionamento osmótico pode melhorar a qualidade fisiológica das sementes de um mesmo lote, promovendo assim a germinação rápida e a formação de estande uniforme, características essenciais para o sucesso do estabelecimento da lavoura. As sementes de amendoim são vulneráveis a infecções por fungos de solo na fase de germinação e emergência, dessa forma, acelerar seu

desenvolvimento nessas fases iniciais significa minimizar as perdas de plântulas por ataques de microrganismos fitopatogênicos (GODOY *et al.*, 2014).

O condicionamento fisiológico tem tido um papel relevante nos estudos sobre muitas espécies vegetais com o objetivo de aumentar o vigor das sementes, otimizando e uniformizando o estabelecimento de plântulas em campo, como tomate, cebola, cenoura e beterraba (HEYDECKER; HIGGINS; GULLIVER, 1973), pimenta (LANTERI, 1996), milho (COUTINHO *et al.*, 2007), arroz (SALAH *et al.*, 2015), soja (SILVA *et al.*, 2016), girassol (BARROS, 2017) e de espécies florestais, que sofrem com as condições adversas do ambiente, como o déficit hídrico e solos degradados em áreas de reflorestamento (FANAN, 2007). Sementes de amendoim com baixo vigor emergem 30% mais lentamente do que sementes de alto vigor e o peso da matéria seca é cerca de 50% maior, no caso de plantas vigorosas, comparadas às menos vigorosas (SALLIS, 2019). Dessa forma, entender o funcionamento do condicionamento osmótico na cultura do amendoim é importante para que a produção continue aumentando, visto os benefícios que essa técnica pode proporcionar.

O polietilenoglicol (PEG) de fórmula geral  $\text{HOCH}_2(\text{OCH}_2 - \text{CH}_2)_n\text{OH}$ , apresenta vantagens sobre os outros agentes osmóticos, uma vez que é mais inerte que outros solutos, além de não poder ser absorvido pelas sementes, devido ao seu alto peso molecular (HEYDECKER; HIGGINS; GULLIVER, 1973). Bradford (1986) conclui que para se obter condições favoráveis ao condicionamento osmótico de sementes deve-se controlar fatores como: a temperatura, concentração da solução, período de duração do tratamento, luminosidade, o método e o período de secagem após o tratamento. Esses fatores podem variar em função das características das sementes de diferentes espécies e cultivares, assim como em função dos processos fisiológicos e bioquímicos envolvidos (SANTOS *et al.*, 2008).

Santos *et al.* (2008) citando Bradford (1986) e Zulfiqar (2021) afirmam que quando sementes são condicionadas em água (Hidropriming), uma série de reações acontecem tanto na semente quanto na solução, como a mudança do potencial hídrico, lixiviação de reservas solúveis da semente, o teor de oxigênio e de  $\text{CO}_2$ , entre outras. Os efeitos têm influências em função do tempo de embebição, temperatura, volume de água, tamanho e densidade das sementes, etc. Nascimento, Dantas e Meiado (2021) testaram o hidropriming através de ciclos de hidratação e desidratação (HD), e concluíram que a técnica é capaz de alterar a temperatura ideal de germinação de sementes em quatro espécies arbóreas, sendo que quanto mais ciclos HD mais vigorosa a semente se torna, suportando temperaturas cada vez maiores, evidenciando um efeito positivo do hidropriming para essas espécies.

O tratamento de sementes e a aplicação exógena do Peróxido de Hidrogênio ( $H_2O_2$ ) em plântulas melhora significativamente o desempenho da germinação e pegamento em campo, inclusive sob estresse. Trata-se de uma espécie reativa de oxigênio (ERO), gerada nas plantas como resultado de vários processos moleculares. Estudos prévios concluem que essas espécies reativas de oxigênio, também chamadas de radicais livres, têm um importante papel na germinação, influenciando no balanço hormonal, aumentando as taxas de giberelinas e diminuindo o ácido abscísico e etileno, fitormônios envolvidos no metabolismo germinativo e emergência de plântulas (OLIVEIRA JUNIOR, 2017). Estudos de Kilic e Kahraman (2016) com sementes de cevada embebidas em peróxido de hidrogênio na concentração de 30  $\mu M$  induziu tolerância ao estresse hídrico e melhorou a germinação e desempenho das mesmas. Oliveira Junior (2017) constatou em experimentos que sementes de ipê amarelo (*Handroanthus albus*) e candeia (*Eremanthus erythropappus*) se tornaram mais tolerantes a estresse térmico quando tratadas com peróxido de hidrogênio antes da semeadura e levanta a hipótese de que “a embebição de sementes ou a pulverização foliar com  $H_2O_2$  gera um leve estresse oxidativo, capaz de induzir a acumulação de proteínas de defesa, o que gera uma melhor resposta em ambientes de estresse.”

O SNP (Nitroprussiato de Sódio) tem sido usado para o condicionamento e estimulação do processo germinativo de várias espécies, apresentando a capacidade de induzir tolerância a estresses abióticos distintos, como a salinidade por exemplo. A salinidade durante a germinação causa mudanças na fisiologia de sementes devido a toxicidade iônica, estresse osmótico e aumento de espécies reativas de oxigênio, reduzindo a taxa e qualidade de germinação de sementes, pois causa a desativação de enzimas antioxidantes e degradação de lipídios, entre outras modificações bioquímicas e fisiológicas que podem levar a plântula à morte (SILVA *et al.*, 2016). O mesmo autor citado anteriormente conclui que SNP na concentração de 100  $\mu M$  promove tolerância a estresses abióticos em sementes de Manduirana (*Senna macranthera*). Oliveira *et al.* (2022), demonstra que sementes de brachiaria (*Urochloa ruziziensis*) condicionadas com SNP e germinadas sob estresse apresentaram maior vigor em relação às não condicionadas, confirmando o potencial da substância como provedor de tolerância abiótica às sementes.



### 3 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi feito seguindo as recomendações da Regras para Análise de Sementes (RAS), que reúne os protocolos, procedimentos e metodologias propostas para a análise laboratorial da qualidade de lotes de sementes. Foram utilizadas sementes de amendoim da variedade IAC Sempre Verde, produzidas na safra 2021/2022. As sementes foram doadas pela Cooperativa dos Plantadores de Cana do Oeste do Estado de São Paulo (COPERCANA) em Sertãozinho, São Paulo, Brasil.

Após a colheita as sementes receberam tratamento com VITAVAX®-THIRAM 200 SC, que é uma formulação que contém um fungicida sistêmico (CARBOXINA – 200 g/L), e um fungicida de contato (TIRAM – 200 g/L). Os ensaios foram conduzidos no Laboratório Central de Análise de Sementes, do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras (UFLA) em Lavras, Minas Gerais, do período de dezembro de 2022 a janeiro de 2023.

O tratamento pré-germinativo consistiu na imersão das sementes em soluções aeradas de água destilada (H<sub>2</sub>O) (hidropriming); Peróxido de Hidrogênio (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) na concentração de 100 µmol/l; e Nitroprussiato de sódio (SNP) a 100 µmol/l. Foi utilizada a câmara de germinação com termoperíodo e fotoperíodo (BOD). Os tratamentos foram mantidos por 24 horas a 25 °C no escuro. As sementes pertencentes ao tratamento controle não fizeram parte dessa etapa, ou seja, não foram previamente embebidas.

Para o teste de germinação foram utilizadas 10 repetições contendo 25 sementes, semeadas em rolo de papel tipo germitest, umedecidos com 2,5 vezes o seu peso em água destilada (condição sem estresse), ou PEG (Polietileno glicol) a -0.6 MPa (déficit hídrico). O teste foi conduzido em germinador de sementes – tipo Mangelsdorf a 25 ° C com luz constante (BRASIL, 2009). A primeira contagem foi realizada no quinto dia e a contagem final aos dez dias após a semeadura. Os resultados são expressos em porcentagem de plântulas normais.

Ao final do teste de germinação, as plântulas foram coletadas para as análises de crescimento. Para medir o tamanho da parte aérea e da raiz, foram usadas 10 repetições de uma plântula por tratamento. As plântulas foram fotografadas e suas medidas realizadas com o uso do *software* ImageJ® (SCHNEIDER; RASBAND; ELICEIRI, 2012; RASBAND, 1997). Para mensuração da massa seca e fresca, as plantas foram seccionadas na altura do coleto, sendo medidos o peso fresco da raiz e parte aérea de 10 repetições de uma plântula por tratamento. Após isso, o material foi mantido em estufa de secagem a 60 °C por 72 horas quando o peso seco das raízes e parte aérea foi novamente mensurado.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado e com 10 repetições, visando determinar o efeito do condicionamento fisiológico das sementes. Foi utilizado o esquema fatorial 4 x 2, sendo 4 tratamentos com agentes condicionantes de pré-germinação (controle; água; peróxido de hidrogênio e nitroprussiato de sódio) e 2 condições de germinação (com ou sem estresse hídrico). Foram usadas como controle sementes não condicionadas submetidas a ambas as condições de germinação. Os dados foram analisados por meio de análise de variância, sendo feito teste de Tukey a 5% de probabilidade quando verificada ausência de diferenças entre os tratamentos.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os valores observados no Teste de primeira contagem (TABELA 1), praticamente não houveram diferenças significativas na taxa de germinação entre os tratamentos que não receberam condicionamento, em condições de estresse ou não, com exceção do controle com e sem estresse. Isso indica que o comportamento dos tratamentos controle submetidos à germinação com o Polietileno Glicol (PEG) com potencial osmótico de -0,6 MPa foi indiferente ao estresse hídrico, logo, a restrição hídrica não alterou a taxa de germinação. Isso é incomum, visto que em estudos prévios de Khan et al. (1992) relata que o PEG é uma solução que possui alto peso molecular, incapaz de hidratar a semente, uma vez que seu potencial osmótico ( $\psi_{os}$ ) é baixo o suficiente para inibir a germinação, simulando o estresse hídrico que a semente estaria submetida em condições de campo. Essa informação é corroborada por trabalhos de Haro e Carrega (2019) e Faria *et al.* (2019) que concluem que o déficit hídrico após a semente é capaz de gerar um atraso e diminuição da taxa de germinação na cultura do amendoim, reduzindo o estande de plantas.

Tabela 1 - Taxa de germinação de sementes de amendoim cv. IAC Sempre Verde submetidas a diferentes tipos de tratamentos pré-condicionamento germinativos e estresse com PEG no quinto dia em estufa após a semente (Teste de primeira contagem).

Condicionante	Primeira Contagem		Normais	
	Sem Estresse	Com Estresse	Sem Estresse	Com Estresse
Controle	82,8 Aa	79,6 Aa	89,2 Aa	76,0 Ab
Hidropriming	33,2 Cb	53,2 Ca	33,6 Cb	58,8 Da
Nitroprussiato	41,2 Ba	32,0 Da	46,8 Bb	69,6 Ba
Peróxido H.	32,4 Cb	64,8 Ba	35,2 Cb	65,2 Ca

Letras iguais, maiúsculas comparando os tratamentos em cada estresse e minúsculas comparando os estresses em cada tratamento indicam ausência de diferenças entre os tratamentos de acordo com o teste de Tukey a 5% de probabilidade. Valores médios do número de sementes germinadas, bem como as médias de plântulas consideradas normais e anormais, ao quinto dia de germinador a 25°C e previamente condicionadas (embebidas) em diferentes agentes condicionantes.

Fonte: Do autor (2023).

As sementes de amendoim que receberam o tratamento pré germinativo por 24 horas com (H<sub>2</sub>O); Peróxido de Hidrogênio (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) [100 µmol/l]; e Nitroprussiato de sódio (SNP) [100 µmol/l] não apresentaram melhora no desempenho germinativo em ambiente de estresse hídrico. Essa resposta pode ter ocorrido devido ao fato de que as concentrações das moléculas relatadas na literatura para outras espécies, não foram suficientes para ativar o metabolismo das sementes durante o tratamento pré-germinativo, sendo assim não propiciou melhoras no

desempenho das sementes. Houve ainda uma redução na taxa de germinação nos tratamentos condicionados, indicando que essas soluções interferiram negativamente no processo de germinação das sementes.

Existem diversos tipos de tratamentos pré-germinativos e as respostas a eles variam de acordo com a espécie trabalhada, tipo de semente, estado de conservação, nível de deterioração, duração e condições dos tratamentos, substâncias utilizadas e seus potenciais osmóticos, temperatura, umidade relativa, iluminação, entre muitos outros fatores (HEYDECKER; GIBBINS, 1978; SANTOS *et al.*, 2008; Zulfiqar (2021). Desse modo, nota-se que os tratamentos pré-germinativos de sementes não é um tratamento universal, ou seja, não necessariamente o tratamento que se mostra eficaz em uma espécie e com determinadas substâncias será eficaz em todas as situações. Por exemplo, o H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> possui forte capacidade de oxidação, em concentrações maiores pode ocasionar danos celulares que podem interferir na germinação das sementes por interagir de forma intensa com as moléculas da semente (NASCIMENTO; DANTAS; MEIADO, 2021).

Durante a germinação é conhecido o fato de que há dependência da diferenciação celular, e vários fatores como: água, temperatura, luminosidade, nutrientes, etc., podem prejudicar esse processo que acontece na fase em que a planta se encontra mais sensível durante todo o seu ciclo. Potenciais osmóticos negativos podem impedir a germinação e a disponibilidade hídrica fica dependente de fatores relacionados à semente como a permeabilidade do tegumento e sua composição química (OLIVEIRA JUNIOR, 2017).

É interessante notar que o fator estresse hídrico influenciou positivamente na quantidade de sementes germinadas de dois tratamentos que receberam pré-condicionamento: Hidropriming aumentou em quase 60% enquanto o Peróxido de Hidrogênio teve melhora de 100% na taxa de germinação, o que não era esperado e que pode indicar que neste caso as sementes apresentaram melhor desempenho quando em condições de déficit hídrico do que em condições sem estresse hídrico. O que pode ser muito útil quando levamos em consideração que a grande parte da produção mundial de amendoim acontece em regiões com chuvas sazonais escassas, de ocorrência irregular e sem irrigação, como citado anteriormente. Pesquisas anteriores mostram que os vegetais apresentam comportamentos diferenciados em relação ao estresse hídrico, até mesmo dentro da mesma espécie, havendo uma grande variabilidade, desde aquelas muito sensíveis até as mais resistentes. Haro e Carrega (2019) verificou grande variabilidade genotípica em relação ao estresse hídrico na cultura do amendoim, e ressalta que a busca e desenvolvimento de novas cultivares tolerantes à deficiência hídrica, é de fundamental importância, sendo uma alternativa para manter o

rendimento da cultura sob os mais diversos ambientes. Considerando essa observação, a cv. Sempre Verde demonstra potencial para se trabalhar no melhoramento genético buscando incrementar a tolerância ao estresse hídrico em novas cultivares.

De acordo com Haro e Carrega (2019), a faixa da eficiência no uso da água (EUA) também pode variar em função do genótipo de cultivares de amendoim, fato que pode ser considerado de grande relevância para justificar os diferentes níveis de tolerância ao estresse hídrico dentro do gênero *Arachis*. Existem evidências de que o estresse abiótico é capaz de promover adaptações e mudanças fisiológicas a nível genético, causando o aumento da EUA nas diferentes espécies de amendoim, como consequência do parcial fechamento estomático durante as trocas gasosas, reduzindo a perda de água por evapotranspiração e a captura de CO<sub>2</sub>, em um nível que não compromete criticamente a fotossíntese. O déficit hídrico estimula a redução da abertura dos estômatos, reduzindo a perda de água ao passo que reduz a fotossíntese em um nível relativamente baixo (CRAUFURD *et al.*, 1999). Experimentos de Kang e Zhang (2004), usando técnicas de irrigação do tipo secagem parcial da rizosfera (PRD), ao proceder a irrigação controlada e alternada de partes das raízes, verificou-se uma redução no uso da água utilizada, sem redução na taxa fotossintética, pois notou-se que sob estresse hídrico os estômatos de fato não se abriram totalmente, o que reduziu a evapotranspiração, ao passo que as trocas gasosas e processos fotossintéticos continuaram a acontecer.

Tabela 2 - Valores médios do tamanho de parte aérea e raiz, em centímetros, aos 10 dias em estufa após a semeadura (Teste de contagem final), sob diferentes tipos de tratamentos de pré-condicionamento germinativos.

Condicionante	Parte Aérea		Raiz	
	Sem Estresse	Com Estresse	Sem Estresse	Com Estresse
Controle	6,144 Aa	2,062 Ab	10,226 Aa	11,452 Aa
Hidropriming	4,484 Ca	2,007 Ab	6,381 Ba	6,043 Ca
Nitroprussiato	5,258 Ba	1,773 Ab	8,154 ABa	8,908 Ba
Peróxido H.	4,742 BCa	1,967 Ab	6,332 Bb	10,122 ABa

Letras iguais, maiúsculas comparando os tratamentos em cada estresse e minúsculas comparando os estresses em cada tratamento indicam ausência de diferenças entre os tratamentos de acordo com o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Do autor (2023).

Segundo Vieira *et al.* (2010, p. 37) a capacidade de absorção e o tamanho do sistema radicular da cultura são os fatores determinantes para inferir sobre a quantidade de água absorvida e transpirada. Conforme na Tabela 2, o estresse induzido por PEG não afetou o comprimento da raiz principal, com ou sem os tratamentos pré germinativo das sementes, e no caso do Peróxido de Hidrogênio (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) a [100 µmol/l], a resposta foi positiva, o que pode indicar um aumento do tamanho médio da raiz mesmo sob estresse hídrico, ou seja, houve melhora no desempenho da semente em produzir raízes em relação a semente não submetida aos demais tratamentos pré germinativos. O efeito dos três tratamentos não influenciou os valores médios relativos à parte aérea sob a condição de estresse. Os valores superiores de comprimento da raiz comparado ao da parte aérea indicam que houve predominância do eixo hipocótilo-radícula em detrimento ao epicótilo, regiões que dividem o eixo embrionário das dicotiledôneas em parte aérea e raiz.

Os valores médios de massa fresca e massa seca das raízes quando sob estresse induzido por PEG não demonstraram diferenças significativas entre os tratamentos (TABELA 3), o que indica que o desempenho em relação à absorção de água foi o mesmo entre todos os tratamentos. De acordo com o experimento realizado, os tratamentos pré germinativos não tiveram influência sobre esta variável. Assim como no que diz respeito à massa fresca e massa seca da parte aérea (TABELA 4), em que plântulas sob condição de estresse induzida por PEG tiveram o mesmo desempenho, pré embebidas ou não.

Tabela 3 - Valores médios de Massa fresca e Massa seca de raízes de plântulas de amendoim, ao décimo dia em estufa após a sementeira (Teste de contagem final), sob diferentes tratamentos de pré-condicionamento germinativos.

Condicionante	Massa Fresca		Massa Seca	
	Sem Estresse	Com Estresse	Sem Estresse	Com Estresse
Controle	0,641 Aa	0,1012 Ab	0,0555 Aa	0,0187 Ab
Hidropriming	0,171 Ca	0,07 Ab	0,0392 Ca	0,0134 Ab
Nitroprussiato	0,281 Ba	0,1162 Ab	0,0392 Ba	0,0113 Ab
Peróxido H.	0,244 BCa	0,1057 Ab	0,0229 BCa	0,0190 Ab

Letras iguais, maiúsculas comparando os tratamentos em cada estresse e minúsculas comparando os estresses em cada tratamento indicam ausência de diferenças entre os tratamentos de acordo com o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Do autor (2023).

Tabela 4 - Valores médios de Massa fresca e Massa seca de parte aérea de plântulas de amendoim, em gramas, ao décimo dia em estufa após a semeadura (Teste de contagem final), sob diferentes tratamentos de pré-condicionamento germinativos.

Condicionante	Massa Fresca		Massa Seca	
	Sem Estresse	Com Estresse	Sem Estresse	Com Estresse
Controle	1,888 Aa	0,5925 Ab	0,397 Aa	0,380 Aa
Hidropriming	1,228 Ca	0,6357 Ab	0,418 Aa	0,377 Aa
Nitroprussiato	1,527 Ba	0,7937 Ab	0,42 Aa	0,436 Aa
Peróxido H.	1,265 Ca	0,6857 Ab	0,328 Aa	0,400 Aa

Letras iguais, maiúsculas comparando os tratamentos em cada estresse e minúsculas comparando os estresses em cada tratamento indicam ausência de diferenças entre os tratamentos de acordo com o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Do autor (2023).

É importante mencionar que durante o tratamento pré-germinativo em estufa BOD o processo de oxigenação das soluções provocou a agitação mecânica das sementes, causadas pela aeração no recipiente, ocasionando o rompimento do tegumento em parte das sementes, o que pode ter influenciado na redução da taxa de germinação desses tratamentos, uma vez que sementes de leguminosas sem o tegumento são consideradas material inerte (BRASIL, 2009). Outro fator importante que ocorreu nesse processo foi a remoção do fungicida de contato aplicado após a colheita, evidenciado pela coloração avermelhada das sementes que se perdeu durante a embebição em estufa BOD, que lavou a semente. Isso as tornou suscetíveis ao ataque de patógenos e desenvolvimento de microrganismos fitopatogênicos em parte dos tratamentos durante o teste de germinação, o que causou a deterioração de sementes e plântulas. É necessário aprofundar mais neste tema, visto que ainda não há uma padronização de tratamento pré-germinativo de sementes para muitas culturas de importância agrônômica, inclusive o amendoim. É interessante testar diferentes moléculas com potencial condicionante, em diferentes concentrações e em diferentes potenciais osmóticos das soluções e constatar em quais desses eventos é possível melhorar o desempenho de sementes e plântulas.

## 5 CONCLUSÃO

As sementes de amendoim que receberam o tratamento de pré condicionamento germinativo por 24 horas com soluções contendo Água ( $H_2O$ ); Peróxido de Hidrogênio ( $H_2O_2$ ) a  $[100 \mu\text{mol/l}]$ ; e Nitroprussiato de sódio (SNP) a  $[100 \mu\text{mol/l}]$  não apresentaram melhora no desempenho germinativo e nos testes de vigor (Primeira contagem e Contagem final) sob a condição de estresse hídrico induzido por Polietilenoglicol (PEG) com potencial osmótico de  $-0,6 \text{ MPa}$ .

O tegumento que recobre os cotilédones desta espécie é extremamente frágil, o que torna o tratamento de pré condicionamento germinativo um desafio para a cultura do amendoim, visto que danos mecânicos são causados durante o processo de embebedimento aerado das sementes.



## REFERÊNCIAS

- AGUIAR, A. T. E. *et al.* **Boletim 200**: Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas. 7. ed. Campinas: IAC, 2014. 452 p.
- AZEVEDO, B. M. *et al.* Manejo da irrigação na cultura do amendoim. **Magistra**, [Bahia], v. 26, n. 1, p. 11-18, jan./mar. 2014. Disponível em: <https://www3.ufrb.edu.br/magistra/index.php/magistra/article/view/433>. Acesso em: 07 ago. 2022.
- BARRETO, L. F.; SCALOPPI, E. A. G.; BARRETO, M. Manejo de doenças na cultura do amendoim. In: SILVA, R. P.; SANTOS, A. F.; CARREGA, W. C. (eds.). **Avanços na produção de amendoim**. 1. ed. Jaboticabal: Funep, 2019. p. 99-112.
- BARROS, T. T. V. **Osmocondicionamento e tolerância ao estresse térmico na germinação de sementes de girassol**. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2017.
- BIODIESELBR. **PróAlcool – Programa Brasileiro de Álcool**. mar. 2012. Disponível em: <https://www.biodieselbr.com/proalcool/pro-alcool/programa-etanol#:~:text=O%20PRO%C3%81LCOOL%20foi%20um%20programa,de%20ve%C3%ADculos%20a%20%C3%A1lcool%20hidratado>. Acesso em: 18 dez. 2022.
- BRADFORD, K. J. Manipulation of seed water relations via osmotic priming to improve germinations under stress conditions. **HortScience**, [United States], v. 21, n. 5, p. 1105-1112, Oct. 1986. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/310055523\\_Manipulation\\_of\\_seed\\_water\\_relations\\_via\\_osmotic\\_priming\\_to\\_improve\\_germination\\_under\\_stress\\_conditions](https://www.researchgate.net/publication/310055523_Manipulation_of_seed_water_relations_via_osmotic_priming_to_improve_germination_under_stress_conditions). Acesso em: 02 jan. 2023.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399 p.
- CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Os resultados da safra 2017/18**: A receita bruta e líquida operacional dos produtores de algodão, amendoim e soja. Brasília: Conab, 2018. p. 36-48.
- CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Tabela de dados – Produção e balanço de oferta e demanda de grãos. 2023. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>. Acesso em: 07 ago. 2022.
- COSTA, B. J.; ZAGONEL, G. F. Potencial do óleo de amendoim como fonte de biodiesel. In: SANTOS, R. C.; FREIRE, R. M. M.; SUASSUNA, T. M. F. **Amendoim, o produtor pergunta, a EMBRAPA responde**. Brasília: EMBRAPA, 2009. p. 211-220.
- COUTINHO, W. M. *et al.* Qualidade sanitária e fisiológica de sementes de milho submetidas a termoterapia e condicionamento fisiológico. **Fitopatologia Brasileira**, [Brasília], v. 32, n. 6, p. 458- 464, dez. 2007. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/fb/a/hXbB3dvSck3cMYWWnqLcp5m/?lang=pt>. Acesso em: 07 ago. 2022.

CRAUFURD, P. Q. *et al.* Effect of temperature and water deficit on water-use efficiency, carbon isotope discrimination, and specific leaf area in peanut. **Crop Science**, [United States], v. 39, n. 1, p. 136-142, Jan. 1999. Disponível em: <https://acess.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.2135/cropsci1999.0011183X003900010022x>. Acesso em: 02 jan. 2023.

DELOUCHE, J. C. Observations on Seed Deterioration. **Proceedings of the Short Course for Seedsmen**, 127. Apr. 1964. Disponível em: <https://scholarsjunction.msstate.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1126&context=seedsmen-short-course>. Acesso em: 12 fev. 2023.

FANAN, S.; NOVENBRE, A. D. L. C. Condicionamento fisiológico de sementes de berinjela. **Bragantia**, [Campinas], v. 66, n. 4, p. 675-683, 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/brag/a/GNpbjFPMQrGp4HcpPK3GWLw/?lang=pt&format=html>. Acesso em: 05 jan. 2023.

FARIA, R. T. *et al.* Irrigação da cultura do amendoizeiro. *In*: SILVA, R. P.; SANTOS, A. F.; CARREGA, W. C. (eds.). **Avanços na produção de amendoim**. 1. ed. Jaboticabal: Funep, 2019. p. 177-188.

FERRARI NETO, J.; COSTA, C. H. M.; CASTRO, G. S. A. Ecofisiologia do amendoim. **Scientia Agraria Paranaensis**, [Paraná], v. 11, n. 4, p. 1-13, dez. 2012. Disponível em: <https://saber.unioeste.br/index.php/scientiaagraria/article/view/6033/5748>. Acesso em: 18 dez. 2022.

FIESP – FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Agronegócio do amendoim no Brasil: Produção, Transformação e Oportunidades. FIESP, São Paulo, 2019.

GODOY, J. G. *et al.* Amendoim. *In*: AGUIAR, A. T. E. *et al.* (eds.). **Boletim 200**: Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas. 7. ed. Campinas: IAC, 2014. p. 22-27.

GODOY, J. G. *et al.* **IAC Sempre Verde** - Cultivar de amendoim para mercado de orgânicos, nov. 2019b.

GODOY, J. G. *et al.* Melhoramento genético do amendoim no IAC: resultados recentes e perspectivas. *In*: SILVA, R. P.; SANTOS, A. F.; CARREGA, W. C. (eds.). **Avanços na produção de amendoim**. 1. ed. Jaboticabal: Funep, 2019. p. 23-30.

HARO, R. J.; CARREGA, W. C. Efeitos do estresse hídrico na cultura do amendoim. *In*: SILVA, R. P.; SANTOS, A. F.; CARREGA, W. C. (eds.). **Avanços na produção de amendoim**. 1. ed. Jaboticabal: Funep, 2019. p. 55-66.

HEYDECKER, W.; GIBBINS, B. M. The 'priming' of seeds. **Acta Horticulturae**, [Belgium], v. 83, p. 213–224, 1978. Disponível em: [https://www.ishs.org/ishs-article/83\\_29](https://www.ishs.org/ishs-article/83_29). Acesso em: 07 ago. 2022.

HEYDECKER, W.; HIGGINS, J.; GULLIVER, R. Accelerated Germination by Osmotic Seed Treatment. **Nature**, [United Kingdom], v. 246, p. 42–44, Nov. 1973. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/246042a0>. Acesso em: 02 jan. 2023.

HUANG, L. *et al.* Brassinosteroid Priming Improves Peanut Drought Tolerance via Eliminating Inhibition on Genes in Photosynthesis and Hormone Signaling. **Genes**, [Switzerland], v. 11, n. 8, 919, Aug. 2020. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-4425/11/8/919> Acesso em: 07 ago. 2022.

KANG, S.; ZHANG, J. Controlled alternate partial root-zone irrigation: its physiological consequences and impact on water use efficiency. **Journal of Experimental Botany**, [United Kingdom], v. 55, n. 407, p. 2437-2446, Nov. 2004. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15361526/>. Acesso em: 18 jan. 2023

KHAN, A. A. *et al.* Matricconditioning of Vegetable Seeds to Improve Stand Establishment in Early Field Plantings. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, [United States], v. 117, n. 1, p. 41-47, Jan. 1992. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/268050235\\_Matricconditioning\\_of\\_Vegetable\\_Seeds\\_to\\_Improve\\_Stand\\_Establishment\\_in\\_Early\\_Field\\_Plantings](https://www.researchgate.net/publication/268050235_Matricconditioning_of_Vegetable_Seeds_to_Improve_Stand_Establishment_in_Early_Field_Plantings). Acesso em: 22 jan. 2023.

KILIC, S.; KAHRAMAN, A. The mitigation effects of exogenous hydrogen peroxide when alleviating seed germination and seedling growth inhibition on salinity-induced stress in barley. **Polish Journal of Environmental Studies**. [Poland], v. 25, n. 3, p. 1053-1059, Mar. 2016. Disponível em: <http://www.pjoes.com/The-Mitigation-Effects-of-Exogenous-Hydrogen-Peroxide-when-Alleviating-Seed-Germination-and-Seedling-Growth-Inhibition-on-Salinity-Induced-Stress-in-Barley,61852,0,2.html>. Acesso em: 22 jan. 2023.

LANTERI, S. *et al.* Effects of controlled deterioration and osmoconditioning on germination and nuclear replication in seeds of pepper (*Capsicum annum L.*). **Annals of Botany**, [United Kingdom], v. 77, n. 6, p. 591-597, Jun. 1996. Disponível em: <https://academic.oup.com/aob/article/77/6/591/2389819>. Acesso em: 07 ago. 2022.

MARCOS FILHO, J. Testes de vigor: importância e utilização. *In*: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D., FRANÇA NETO, J.B. (eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p. 1-21.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Londrina: Abrates, 2015. 659 p.

MARTINS, R.; PÉREZ, L. H. AMENDOIM: inovação tecnológica e substituição de importações, Brasil, 1996-2005. **Informações Econômicas**, [São Paulo], v. 36, n. 12, p. 7-19, dez. 2006. Disponível em: <http://www.iea.sp.gov.br/ftpiea/ie/2006/tec1-1206.pdf>. Acesso em: 14 dez. 2022.

MASETTO, T. E. *et al.* Condicionamento osmótico de sementes de *Sesbania virgata* (CAV.) pers (FABACEAE). **Cerne**, [Lavras], v. 19, n. 4, p. 629-636, out./dez. 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cerne/a/4ffCDJmYPZ4MftCMxg9Lw8F/?lang=pt>. Acesso em: 02 jan. 2023.

MINGOTTE, F.; MORELLO, O. F.; LEMOS, L. B. Amendoim: Origem, classificação e produção. In: SILVA, R. P.; SANTOS, A. F.; CARREGA, W. C. (eds.). **Avanços na produção de amendoim**. 1. ed. Jaboticabal: Funep, 2019. p. 1-17.

NASCIMENTO, J. P. B.; DANTAS, B. F.; MEIADO, M. V. Hydropriming changes temperature thresholds for seed germination of tree species from the Caatinga, a Brazilian tropical dry forest. **Journal of Seed Science**, [Londrina], v. 43, e202143004, Dec. 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/jss/a/VFqqvzTKSrDGQVPgwwYX3mS/>. Acesso em: 07 ago. 2022.

NOGUEIRA, R. J. M.; TÁVORA, F. J. A. F. Ecofisiologia do amendoim. In: DOS SANTOS, R.C. **O agronegócio do amendoim no Brasil**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2005. p. 71-122.

NUNES, R. F.; PAULA, D. C. G.; MARTINS, M. G. Produção de biodiesel do óleo de amendoim por transesterificação metílica e aplicação da superfície de resposta. **Scientia Plena**, [Sergipe], v. 17, n. 4, p. 044201, abr. 2021. Disponível em: <https://www.scientiaplena.org.br/sp/article/view/6110>. Acesso em: 07 ago. 2022.

OLIVEIRA JUNIOR, L. C. **Tratamento pré-germinativo de sementes florestais com peróxido de hidrogênio**. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2017.

OLIVEIRA, T. F. *et al.* Priming *Urochloa ruziziensis* (R.Germ. & Evrard) seeds with signalling molecules improves germination. **Journal of Seed Science**, [Londrina], v. 44, p. e202244044, 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/jss/a/ZDh44TWLWFJppxGM8Jdn68vP/>. Acesso em: 02 jan. 2023.

PIGHINELL, ALMT. "Extração mecânica de óleos de amendoim e de girassol para produção de biodiesel via catálise básica." (2007). Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/882698/extracao-mecanica-de-oleos-de-amendoim-e-de-girassol-para-producao-de-biodiesel-via-catalise-basica>. Acesso em: 10 mar. 2023.

RASBAND, W. S. ImageJ. National Institutes of Health, Bethesda, Maryland, USA. 1997. Disponível em: <http://imagej.nih.gov/ij>. Acesso em: 18 jan. 2023.

RNC – REGISTRO NACIONAL DE CULTIVARES. *Arachis hypogea* L. 2023. Disponível em: [https://sistemas.agricultura.gov.br/snpc/cultivarweb/cultivares\\_registradas.php](https://sistemas.agricultura.gov.br/snpc/cultivarweb/cultivares_registradas.php). Acesso em: 22 set. 2022.

SALAH, S. M. *et al.* Seed priming with polyethylene glycol regulating the physiological and molecular mechanism in rice (*Oryza sativa* L.) under nano-SnO stress. **Scientific Reports**, [United Kingdom], v. 5, p. 14278, Sep. 2015. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/srep14278>. Acesso em: 19 out. 2022.

SALLIS, G. Produção de sementes de amendoim. In: SILVA, R. P.; SANTOS, A. F.; CARREGA, W. C. (eds.). **Avanços na produção de amendoim**. 1. ed. Jaboticabal: Funep, 2019. p. 189-196.

SANTOS, M. C. A. *et al.* CONDICIONAMENTO OSMÓTICO DE SEMENTES - **Revista Caatinga**, [Mossoró], v. 21, n. 2, abr./jun. 2008, p. 1-6. Disponível em: <https://periodicos.ufersa.edu.br/caatinga/article/view/156>. Acesso em: 19 out. 2022.

SANTOS, R. C. *et al.* Produtividade de grãos e óleo de genótipos de amendoim para o mercado oleoquímico. **Revista Ciência Agronômica**, [Fortaleza], v. 43, n. 1, p. 72–77, 2012. Disponível em: <http://ccarevista.ufc.br/seer/index.php/ccarevista/article/view/1564>. Acesso em: 07 ago. 2022.

SANTOS, R. C. *et al.* **Recomendações técnicas para o cultivo de amendoim precoce no período das águas**. Embrapa-Algodão: Campina Grande. 1996. 21 p.

SARTO, D. O. C. C. **Condições de armazenamento e conservação do potencial fisiológico de sementes de diferentes cultivares de amendoim**. Tese (Doutorado em Fitotecnia) USP - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2019. 110 p.

SCHNEIDER, C. A.; RASBAND, W. S.; ELICEIRI, K. W. NIH Image to ImageJ: 25 years of image analysis. **Nature methods**, [United Kingdom], v. 9, n. 7, p. 671-675, Jun. 2012. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/nmeth.2089>. Acesso em: 02 jan. 2023.

SILVA, T. A. *et al.* Condicionamento fisiológico de sementes de soja, componentes de produção e produtividade. **Ciência Rural**, [Santa Maria], v. 46, n. 2, p. 227-232, fev. 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/Xp7JrgCmKkZPcHtqqTmZrBC/?lang=pt>. Acesso em: 07 ago. 2022.

TEKRONY, D. M.; EGLI, D. B. Relationship of Seed Vigor to Crop Yield: A Review. **Crop Science**, [United States], v. 31, n. 3, p. 816-822, May 1991. Disponível em: <https://access.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.2135/cropsci1991.0011183X003100030054x>. Acesso em: 22 ago. 2022.

VALLS, J. F. M.; SIMPSON, C. E. Taxonomy natural distribution, and attributes of *Arachis*. In: KERRIDGE, P. C.; HARDY, B. (Eds). **Biology and agronomy of forage *Arachis***. Cali: CIAT. 1994. p. 1–18.

VIEIRA, E. L. *et al.* **Manual de Fisiologia Vegetal**. São Luis: EDUFMA, 2010. p. 37.

ZULFIQAR, F. Effect of seed priming on horticultural crops, **Scientia Horticulturae**, [Netherlands], v. 286, p. 110197, Aug. 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304423821003046>. Acesso em: 19 jan. 2023.