



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO SEMIÁRIDO  
UNIDADE ACADÊMICA DE TECNOLOGIA DO DESENVOLVIMENTO  
CURSO DE ENGENHARIA DE BIOSISTEMAS**

**HIGOR CANDIDO RAMOS**

**TRATAMENTO DE SEMENTES DE MILHO COM PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO:  
ANÁLISE FISIOLÓGICA E SANITÁRIA**

**SUMÉ - PB**

**2022**

**HIGOR CANDIDO RAMOS**

**TRATAMENTO DE SEMENTES DE MILHO COM PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO:  
ANÁLISE FISIOLÓGICA E SANITÁRIA**

**Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Biosistemas, do Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido, da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Biosistemas.**

**Orientador: Professor Dr. José George Ferreira Medeiros.**

**SUMÉ - PB**

**2022**



R175t Ramos, Higor Candido.

Tratamento de sementes de milho com peróxido de hidrogênio: análise fisiológica e sanitária. / Higor Candido Ramos. - 2022.

29 f.

Orientador: Professor Dr. José George Ferreira Medeiros.

Monografia - Universidade Federal de Campina Grande; Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido; Curso de Engenharia de Biosistemas.

1. Sanidade de sementes de milho. 2. Qualidade sanitária de sementes. 3. Tratamento de sementes. 4. Peróxido de hidrogênio - sementes. 5. Tecnologia de sementes. 6. Sementes de milho. 7. Zea Mays L. - sementes. 8. Produção do milho - importância econômica. 9. Controle alternativo de sementes. I. Medeiros, José George Ferreira. II. Título.

CDU: 631.53.01(043.1)

**Elaboração da Ficha Catalográfica:**

Johnny Rodrigues Barbosa  
Bibliotecário-Documentalista  
CRB-15/626

**HIGOR CANDIDO RAMOS**

**TRATAMENTO DE SEMENTES DE MILHO COM PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO:  
ANÁLISE FISIOLÓGICA E SANITÁRIA**

**Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Biosistemas, do Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido, da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Biosistemas.**

**BANCA EXAMINADORA:**

---

**Professor Dr. José George Ferreira Medeiros.  
Orientador - UATEC/CDSA/UFCG**

---

**Professor Dr. Edvaldo Eloy Dantas Junior.  
Examinador I - UATEC/CDSA/UFCG**

---

**Professr Dra. Thamires Kelly Nunes Carvalho.  
Examinadora II - Faculdade dos Palmares - FAP**

**Trabalho aprovado em: 05 de abril de 2022.**

**SUMÉ - PB**

*Aos meus queridos pais,*

*dedico.*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus pela permissão chegar até aqui e nunca soltar minha mão, dando forças para seguir diante de inúmeros empecilhos pelo caminho.

A minha família por sempre me apoiar nos estudos, em especial aos meus pais Maria José e Francinaldo que por mais das dificuldades sempre me ajudaram e apoiaram, também aos meus queridos irmãos Saulo, Felipe e Frank pelo apoio. A minha cunhada Michelli por todo carinho sempre.

Ao meu orientador, Prof<sup>o</sup> Dr. José George Ferreira Medeiros, pela oportunidade de participar das atividades no LAFISA (Lab. de Fitossanidade do Semiárido-CDSA/UFCG), pela amizade, paciência e ensinamentos que foram de grande valia.

Aos meus amigos que tenho como inspiração, Ariana, Mariana, Caio, Hélder, Flaviana e Rosália pelas palavras e suporte sempre que precisei. E todos que de alguma forma fizeram parte desse percurso dividindo momentos e aprendizados: Ana Clara, Álberi, Thiago, Gabriel, Matheus, Ionara e Júlio. A Mirelle Sampaio por incentivar e nortear no início! A todos amigos por cada sorriso que serviu de combustível.

Aos colegas do LAFISA pelos momentos de trabalho, descontração e ajuda nos experimentos: Danniely, Hugo e Gaby.

Á todos os professores e funcionários do CDSA/ UFCG, que contribuíram de alguma forma para execução dos trabalhos e na minha formação acadêmica.

Á todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado!

## RESUMO

A qualidade sanitária das sementes de milho (*Zea mays* L.) é um requisito que assume grande importância para a produção agrícola, uma vez que os microrganismos fitopatogênicos associados a elas poderão causar anomalias e lesões nas plantas, bem como a deterioração das sementes e a baixa produtividade. No entanto, os maiores danos são causados pela ação dos fungos durante o processo de germinação. Assim, objetivou-se com essa pesquisa analisar as sementes de milho no âmbito fisiológico e sanitário, submetidas a diferentes doses de peróxido de hidrogênio. As sementes de milho foram coletadas nos municípios de Camalaú -PB. Para o teste de sanidade, as sementes receberam os seguintes tratamentos: T1: testemunha (sementes não tratadas); T2: fungicida dicarboximida (240 g i.a./100 kg de sementes); T3, T4, T5, T6, T7, T8, T9, T10: imersão das sementes em solução aquosa a 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0% de peróxido de hidrogênio (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) por cinco minutos, respectivamente. A quantidade total da solução utilizada (água destilada + peróxido de hidrogênio) foi de 100 mL para cada solução dos tratamentos. No teste de germinação foi utilizado os mesmos tratamentos descritos no teste de sanidade. O delineamento utilizado nos experimentos da análise sanitária e fisiológica foi o inteiramente casualizado (DIC). Realizou-se análise de regressão para os dados quantitativos com a significância dos modelos verificados pelo teste F ( $p \leq 0,05$ ). Foram identificados nas sementes de milho os seguintes fungos: *Aspergillus flavus* (34%), *Aspergillus niger* (14%), *Penicillium* sp. (20%), *Cladosporium* sp. (10%), *Fusarium* sp. (37%) e *Colletotrichum* sp. (4%). As concentrações de 4, 6, 8 e 10% do peróxido de hidrogênio foram eficientes na redução dos fungos: *Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger*, *Penicillium* sp., *Cladosporium* sp., *Fusarium* sp. e *Colletotrichum* sp. Houve uma redução de 3% na germinação quando as sementes foram submetidas as concentrações de 6, 8 e 10% do peróxido de hidrogênio. O vigor das sementes de milho submetidas aos tratamentos foi 80,3%, considerado como vigor médio. A concentração de peróxido de hidrogênio a 4% foi eficiente na qualidade sanitária e fisiológica das sementes de milho.

**Palavras-chave:** Sanidade de sementes; Controle alternativo; Qualidade de sementes.

CANDIDO, H. R. **Treatment of corn seeds with hydrogen peroxide:** physiological and sanitary analysis. Sumé-PB, 2022. 27f. Monograph (Graduate in Biosystems Engineering) – Federal University of Campina Grande.

## ABSTRACT

The sanitary quality of maize (*Zea mays* L.) seeds is a requirement that is of great importance for agricultural production, since the phytopathogenic microorganisms associated with them can cause anomalies and lesions in plants, as well as seed deterioration and low productivity. However, the greatest damage is caused by the action of fungi during the germination process. Thus, the objective of this research was to analyze corn seeds in the physiological and sanitary scope, submitted to different doses of hydrogen peroxide. Corn seeds were collected in the municipalities of Camalaú-PB. For the sanity test, the seeds received the following treatments: T1: control (untreated seeds); T2: dicarboximide fungicide (240 g a.i./100 kg of seeds); T3, T4, T5, T6, T7, T8, T9, T10: immersion of seeds in 0.5% aqueous solution; 1.0; 1.5; 2.0; 4.0; 6.0; 8.0 and 10.0% hydrogen peroxide (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) for five minutes, respectively. The total amount of solution used (distilled water + hydrogen peroxide) was 100 mL for each treatment solution. In the germination test, the same treatments described in the sanity test were used. The design used in the experiments of sanitary and physiological analysis was completely randomized (DIC). Regression analysis was performed for quantitative data with the significance of the models verified by the F test ( $p \leq 0.05$ ). The following fungi were identified in the corn seeds: *Aspergillus flavus* (34%), *Aspergillus niger* (14%), *Penicillium* sp. (20%), *Cladosporium* sp. (10%), *Fusarium* sp. (37%) and *Colletotrichum* sp. (4%). The concentrations of 4, 6, 8 and 10% of hydrogen peroxide were efficient in the reduction of fungi: *Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger*, *Penicillium* sp., *Cladosporium* sp., *Fusarium* sp. and *Colletotrichum* sp. There was a 3% reduction in germination when the seeds were submitted to concentrations of 6, 8 and 10% of hydrogen peroxide. The vigor of corn seeds submitted to the treatments was 80.3%, considered as average vigor. The concentration of 4% hydrogen peroxide was efficient in the sanitary and physiological quality of corn seeds.

**Keywords:** seed sanity; alternative control; seed quality.

## LISTA DE GRÁFICOS

- Gráficos -** Incidência de *Aspergillus flavus* (A), *Aspergillus niger* (B), *Penicillium* sp. (C), *Cladosporium* sp. (D), *Fusarium* sp. (E) e *Colletotrichum* sp. (F) em sementes de *Zea mays* submetidas a diferentes doses de Peróxido de Hidrogênio (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>). F = fungicida..... 19
- Gráficos -** Percentual da primeira contagem de germinação (A) germinação (B) de sementes de *Zea mays* submetidas a diferentes doses de Peróxido de Hidrogênio (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>). F = fungicida; PC-TGE = primeira contagem do teste de germinação; PC-TEA = primeira contagem do teste de envelhecimento acelerado; GER-TGE = Germinação do teste de germinação; GER-TEA = Germinação no teste de envelhecimento acelerado..... 21
- Gráficos -** Percentual de sementes mortas (A) e duras (B) de sementes de *Zea mays* submetidas a diferentes doses de Peróxido de Hidrogênio (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>). F = fungicida; SM-TGE = sementes mortas no teste de germinação; SM-TEA = sementes mortas no teste de envelhecimento acelerado; SD-TGE = sementes duras no teste de germinação; SD-TEA = sementes duras no teste de envelhecimento acelerado..... 22
- Gráficos -** Comprimento da parte aérea (A) raiz (B) e plântula (C) de *Zea mays* submetidas a diferentes doses de Peróxido de Hidrogênio (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>). F = fungicida; CPA-TGE = comprimento de parte aérea no teste de germinação; CPA-TEA = comprimento de parte aérea no teste de envelhecimento acelerado; CPR-TGE = comprimento de raiz no teste de germinação; CPR-TEA = comprimento de raiz no teste de envelhecimento acelerado; CPL-TGE = comprimento de plântula no teste de germinação; CPL-TEA = comprimento de plântula no teste de envelhecimento acelerado..... 23

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>11</b>
2.1	OBJETIVO GERAL.....	11
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	11
<b>3</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>12</b>
3.1	ASPECTOS BOTÂNICOS DO MILHO ( <i>ZEA MAYS</i> L.).....	12
3.2	SEMENTES CRIOULAS DE MILHO.....	12
3.3	IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DA PRODUÇÃO DO MILHO.....	13
3.4	QUALIDADE DE SEMENTES DE MILHO.....	13
<b>3.4.1</b>	<b>Qualidade sanitária.....</b>	<b>14</b>
3.5	PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO.....	14
<b>3.5.1</b>	<b>Espécies reativas de Oxigênio - ROS.....</b>	<b>15</b>
<b>4</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>16</b>
4.1	LOCALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO.....	16
4.2	OBTENÇÃO DAS SEMENTES DE MILHO CRIOULO.....	16
4.3	TESTE DE SANIDADE.....	16
4.4	TESTE DE GERMINAÇÃO.....	17
4.5	TESTE DE ENVELHECIMENTO ACELERADO.....	17
4.6	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	18
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>19</b>
<b>6</b>	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>24</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>25</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.), é uma monocotiledônea, pertencente a família Poaceae, Subfamília Panicoidae, gênero *Zea* e espécie *Zea mays* L. (UNIVAG, 2012). É uma planta herbácea, monoica, que tem ao mesmo tempo, flores masculinas (pendão ou flecha) e feminina (espiga). Porém, ambas têm estruturas diferentes, o ciclo se completa entre 130 a 140 dias, caracterizando uma planta anual (SOUZA et al., 2013). É uma das culturas mais importantes no Brasil, servindo de base da alimentação humana e animal por possuir altos teores nutricionais, com potencialidade tanto em grandes como pequenas áreas de cultivo e diferentes climas, possui também uma ampla gama de cultivares com características e diversas finalidades (RIBEIRO, 2014). Usado in natura e processado para diversos fins, suas propriedades compõem na área animal ração, produção de cerveja, flocos, pipoca, indústria farmacêutica, entre outras. Cerca de 15% da produção do país é destinada para consumo humano diretamente (ABIMILHO, 2019).

A variedade crioula quando comparada a outras cultivares comerciais apresenta uma redução na produtividade, tendo em vista a variabilidade genética e de fácil adaptação (ARAÚJO et al., 2002). Sendo assim, uma alternativa eficiente para sistemas de cultivo com um menor uso de tecnologias, diminuindo custos para pequenos produtores (SANDRI et al., 2008).

O Brasil está em terceiro lugar no mundo dos maiores produtores de milho, tendo em vista quantidades de hectares e total de produção, levando em conta sua grande importância econômica e social, ele é consumido em larga escala desde as grandes produções quanto em pequenos produtores de agricultura familiar (MÔRO et al., 2015).

A qualidade das sementes tem uma grande importância por ser o ponta pé inicial para o sucesso da cultura, manter suas propriedades e características visando uma produção significativa (GAZOLA, 2014). Diversos fatores formam os pilares, genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários, fazem com que tenha um bom processo de desenvolvimento desde emergência contando com fatores que possam contribuir negativamente seu crescimento (MARCOS FILHO, 2015).

O uso do peróxido de hidrogênio (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) para promover a germinação e melhorar seu processo é uma alternativa que tem sido utilizada em pesquisas a nível mundial (BARBA-ESPIN et al., 2010). —

Portanto, sendo a qualidade das sementes um fator determinante na produção do milho, objetivou-se analisar as sementes no âmbito fisiológico e sanitário, embebidos com doses diferentes de peróxido de hidrogênio.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar a qualidade fisiológica e sanitária de sementes de milho submetidas a diferentes concentrações de peróxido de hidrogênio.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar a eficácia do uso de peróxido de hidrogênio em diferentes concentrações no desempenho germinativo;
- Identificar e quantificar espécies fúngicas em sementes de *Zea mays*;
- Verificar a influência do peróxido de hidrogênio no vigor das sementes.

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 ASPECTOS BOTÂNICOS DO MILHO (*ZEА MAYS L.*)

De acordo com a classificação botânica, o milho é pertencente à ordem Gramineae, família Gramineae, sub-família Panicoideae, gênero *Zea*, espécie *Zea mays*. O Gênero *Zea* é considerado monotípico por conter uma única espécie, ou seja, *Zea mays* L. (SRB. 2001). A sua reprodução é alógama com a polinização cruzada, algumas características podem ser alteradas de acordo com alguns parâmetros, como: temperatura, luz, vento entre outros (PORTO, 2019)

A classificação e dada como cariopse e tem como um conjunto as seguintes partes: pericarpo, endosperma e embrião. O período de início do processo germinativo ocorre na média de cinco ou seis dias de acordo com alguns aspectos que irão ser importantes, são eles, temperatura e umidade (BARROS et al., 2014).

O aparelho reprodutor masculino (pendão) é encontrado na parte mais alta da planta, essa característica facilita a disseminação do pólen, com algumas ramificações. Já o aparelho reprodutor feminino (espiga) se encontra mais abaixo, onde recebe o pólen para acontecer o cruzamento, pode ter a produção de mais de uma espiga (FORNASIERI FILHO, 2007).

#### 3.2 SEMENTES CRIOULAS DE MILHO

As sementes crioulas são manejadas principalmente por comunidades quilombolas, indígenas, ribeirinhos, pequenos produtores rurais entre outros, assim podendo serem chamadas também de sementes nativas. São sementes que não sofreram nenhuma técnica de modificação genética, mantendo suas características (BARBOSA et al., 2015).

De um modo geral, as sementes crioulas produzem uma menor quantidade em relação as sementes que são comerciais. Porém, possuem uma grande importância por serem uma fonte de variabilidade genética que podem ser exploradas na busca por genes tolerantes e/ou resistentes a alguns fatores bióticos e abióticos (ARAÚJO; NASS, 2002).

O uso de sementes crioulas diminui a dependência dos produtores a cultivares comerciais, diminuindo também a incidência do tratamento com agrotóxicos na cultura. Tendo uma menor necessidade de ser adquiridas sementes híbridas ou transgênicas por parte da agricultora familiar, sendo importante o resgate da tradição de cultivar a semente crioula e preservar as existentes (SANTOS et al., 2017)

### 3.3 IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DA PRODUÇÃO DO MILHO

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de milho, na safra (2020/2021) atingiu uma produção de 87 milhões de toneladas, com uma redução de 15,1% em relação a safra de (2019/2020). Em relação a exportação, teve um montante de 20,9 milhões de toneladas (CONAB 2022).

Os estados que mais produziram na safra (2020/2021), foram Mato Grosso, Paraná, Goiás, Minas Gerais e Mato Grosso do Sul, os dados sobre a produção do Mato Grosso são bastante expressivos, sendo maior que a produção total das outras regiões (CONAB 2022). No ranking do valor bruto da produção do Brasil, entre os cinco produtos produzidos nas lavouras, o milho se encontra na segunda posição com R\$ 124 bi em 2021 (BRASIL, 2022)

A importância econômica do milho, é dada cuja suas múltiplas formas de utilização e ser de fácil adaptação em diferentes climas, é considerada como umas das cultivares mais dissipadas e com uma grande produção no Brasil. Superando culturas como arroz e trigo, sua produção teve crescimento expressivo mundialmente (MIRANDA, 2018).

É uma cultura que tanto pode ser produzida por pequenos agricultores, médios e grandes produtores, sendo de grande importância e como um dos principais insumos na agroindústria do Brasil (PINHEIRO, 2016).

Para os pequenos produtores, é de grande valor para subsistência devido ao alto valor nutricional e por ser utilizado de forma prática para o consumo humano na forma de milho cozido/assado e também na forma muitos derivados. Os principais produtos são cuscuz, canjica, angu, cremes, entre outros (GALVÃO et al., 2017).

### 3.4 QUALIDADE DE SEMENTES DE MILHO

Na produção agrícola, a qualidade de sementes é um fator primordial a ser considerado na implantação da cultura do milho, havendo consenso sobre a importância de estudos relacionados a germinação, ao vigor e à necessidade de avaliá-las em relação a qualidade fisiológica e sanitária das sementes (STEFANELLO, 2014). O desempenho satisfatório de uma lavoura depende de alguns fatores, o mais importante deles é a utilização de sementes de ótima qualidade, conseqüentemente geram plantas de alto vigor, que terão um desempenho eminente no campo (FRANÇA NETO et al., 2016).

Os danos causados por colhedoras e outros implementos, podem ter efeitos negativos na qualidade, uma semente sujeita à danificações mecânicas pode perder suas funções,

tornando-se inviáveis para o plantio, assim estando mais susceptível às condições adversas do meio ambiente ou servindo de porta de entrada para patógenos (PESKE, et al, 2003).

A garantia de sementes de milho com pureza genética é de grande importância, pois ela pode ser afetada durante a produção, provocado principalmente por polinizadores não controlados. A determinação da pureza é complicada, pois geralmente as contaminações não provocam alterações fenotípicas, especialmente em plantas de polinização cruzada (RAMOS, 2004).

### **3.4.1 Qualidade sanitária**

A análise sanitária é realizada pelo teste de sanidade que determina o estado de uma amostra de sementes, sendo importantes por diversas razões, entre elas, os patógenos avaliados podem ser transmitidos pela semente servindo de inoculo inicial para o desenvolvimento da doença no campo (FRANÇA NETO et al., 2016).

Sementes de milho infectadas e/ou contaminadas faz parte de um importante veículo disseminador e eficiente meio de sobrevivência de patógenos. Diversas doenças que sucede na cultura do milho são causadas por fungos transmitidos pelas sementes, onde a presença desses microrganismos pode causar o seu apodrecimento e a morte de plântulas (GOULART et al., 2000).

As sementes infectadas procedem em problemas de deterioração em pós semeadura, no tombamento de plântulas, no tempo da velocidade de emergência, no vigor das plantas e produção de microtoxinas (EMBRAPA, 2017). A semente é o principal insumo agrícola, ela transporta para o campo todo o potencial genético da espécie, e, para que este se expresse, é necessário, dentre outros fatores, que a semente possua alto potencial fisiológico e inexistência de patógenos (RAMOS, 2014).

## **3.5 PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO**

O peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ ) é uma molécula reativa que desempenha um papel duplo nos processos fisiológicos, são eles desenvolvimento das plantas e resistência ao estresse. A relação mútua entre as funções positivas e negativas desempenhadas pelo  $H_2O_2$  em sistemas biológicos depende da concentração, das condições fisiológicas e das especificidades dos processos afetados pelo  $H_2O_2$  (WOJTYLA L et al., 2016).

Assim, é um desafio distinguir claramente entre os papéis benéficos (sinalizadores) e maléficos (causando danos) desempenhados pelo  $H_2O_2$ . É também um desafio considerável separar os papéis de  $H_2O_2$  de outras espécies reativas de oxigênio (EROS) como ânion superóxido ( $O_2^-$ ) e radical hidroxila ( $\cdot OH$ ), que podem coexistir e ser convertidos um no outro por meio de reações espontâneas e catalisadas (WOJTYLA L et al., 2016).

### **3.5.1 Espécies reativas de Oxigênio - ROS**

Em sementes, ROS são habitualmente consideradas como moléculas tóxicas e seu acúmulo pode levar a danificar as células e aos distúrbios nos processos de desenvolvimento e germinação (BAILLY, 2004). Nas plantas, o peróxido de hidrogênio é uma molécula considerada uma espécie reativa de oxigênio (ERO), obtida como resultado de muitos processos moleculares. Essa molécula pode ser resultante de vários tipos de estresse, bióticos ou abióticos, podem ser eles: déficit hídrico, baixas ou altas temperaturas e excesso de radiação (NEILL; DESIKAN; HANCOCK, 2002).

As ROS são metabólitos importantes e estão relacionados aos processos de crescimento e desenvolvimento das plantas (FINKEL, 2003). Altas concentrações de ROS podem ser maléficas causando estresse oxidativo, mas também pode mostrar resultados benéficos como uma elevada porcentagem de germinação e plântulas com vigor (SCHOPFER et al., 2001).

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 LOCALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO

A pesquisa foi realizada no Laboratório de Fitossanidade do Semiárido - LAFISA, pertencente à Unidade Acadêmica de Tecnologia do Desenvolvimento, do Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido, da Universidade Federal de Campina Grande, em Sumé – PB, desenvolvida no período de novembro de 2021 a fevereiro de 2022.

### 4.2 OBTENÇÃO DAS SEMENTES DE MILHO CRIOULO

As sementes de milho crioulo foram adquiridas através de doação por agricultor familiar do município de Camalaú-PB (S7° 53' 10" W36° 49' 25"), as sementes foram colhidas na safra 2021 e armazenadas em garrafas tipo pet. Foi determinado o percentual de umidade das sementes, utilizando o medidor Intrutherm® MUG-650.

### 4.3 TESTE DE SANIDADE

As sementes foram previamente separadas, em seguida submetidas aos seguintes tratamentos: T1: testemunha (sementes não tratadas); T2: fungicida dicarboximida (240 g i.a./100 kg de sementes); T3, T4, T5, T6, T7, T8, T9, T10: imersão das sementes em solução aquosa a 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0% de peróxido de hidrogênio (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) por cinco minutos, respectivamente. A quantidade total da solução utilizada (água destilada + peróxido de hidrogênio) foi de 100 mL para cada solução dos tratamentos.

Após a aplicação dos tratamentos, as sementes foram incubadas em placas de Petri (90 x 15 mm) contendo dupla camada de papel filtro esterilizado, umedecido com água destilada esterilizada (ADE) e mantidas em incubação a temperatura ambiente de 28 ± 3°C por um período de sete dias.

A avaliação da incidência de fungos nas sementes de milho do lote, foi realizada a partir da visualização dos fungos sobre as mesmas através do método de incubação em papel de filtro (ZAUZA et al., 2007).

A detecção e identificação dos fungos foi realizada com auxílio de microscópio ótico e estereoscópio, sendo comparadas às descrições constantes na literatura (MATHUR e KONGSDAL, 2003).

#### 4.4 TESTE DE GERMINAÇÃO

Foram utilizados os mesmos tratamentos da análise sanitária, descritos anteriormente (item 4.3). Após a aplicação dos tratamentos, as sementes foram submetidas ao teste de germinação em câmara tipo Biochemical Oxygen Demand (B.O.D.) regulada em regime de temperatura 30°C e fotoperíodo de doze horas.

As sementes foram distribuídas em papel Germitest, previamente esterilizado em estufa a 120 °C por 2 horas. O volume de água destilada utilizado para embebição do papel foi equivalente a 2,5 vezes o peso do substrato (BRASIL, 2009).

Foram analisadas no teste de germinação as seguintes variáveis:

- a) Primeira contagem da germinação: A contagem é feita no quinto dia, após a instalação do experimento.
- b) Germinação: Germinação de sementes em teste de laboratório é a emergência e desenvolvimento das estruturas essenciais do embrião, demonstrando sua aptidão para produzir uma planta normal, sob condições favoráveis de campo (BRASIL, 2009). No sétimo dia, as sementes são novamente contadas para saber a quantidade foi germinada ao final do teste.
- c) Percentual de sementes mortas: Classificadas como sementes mortas aquelas que, ao final do teste de germinação estiverem úmidas, com aspecto macio e, em alguns casos, atacadas por microrganismos, além de emitirem secreções com aspecto purulento (BRASIL, 2009).
- d) Percentual de sementes duras: Consideradas como sementes duras aquelas que não absorverem água e apresentarem ao final do teste de germinação um aspecto enrijecido, sendo os dados expressos em porcentagem (BRASIL, 2009).
- e) Comprimento de plântulas: Ao final do teste de germinação, o comprimento de plântulas normais de cada repetição foi determinado com o auxílio de uma régua graduada em centímetros, sendo os resultados expressos em centímetros por comprimento de parte aérea, comprimento de raiz e plântula (BRASIL, 2009).

#### 4.5 TESTE DE ENVELHECIMENTO ACELERADO

Envelhecimento acelerado - Foram utilizadas caixas tipo gerbox (11,5 x 11,5 x 3,5 cm) com telas (mini-câmaras), onde as sementes (100 unidades por tratamento) foram distribuídas

de maneira a formar uma camada uniforme. Para condução do teste de envelhecimento acelerado foram adicionados ao fundo de cada caixa plástica 50 mL de água destilada. As caixas foram tampadas e mantidas na estufa regulada na temperatura de 41°C, por 48 horas.

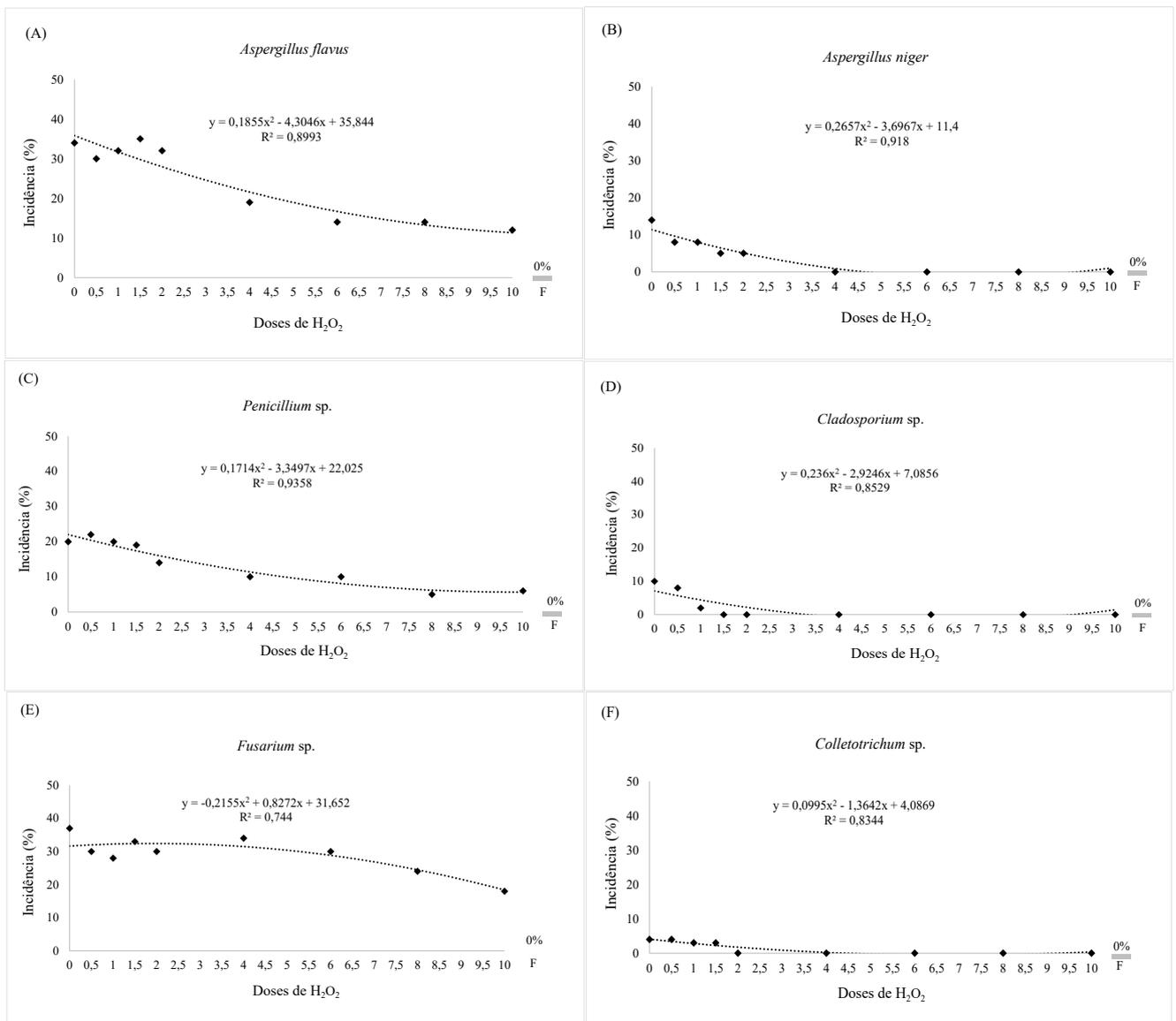
#### 4.6 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISE ESTATÍSTICA

O delineamento utilizado nos experimentos da análise sanitária e fisiológica foi o inteiramente casualizado (DIC). Os testes de sanidade consistiram em dez tratamentos, distribuídos em cinco repetições de vinte sementes cada e os testes fisiológicos também consistiram de dez tratamentos, sendo quatro repetições de vinte cinco sementes. Os dados foram submetidos à análise de variância. Realizou-se análise de regressão para os dados quantitativos com a significância dos modelos verificados pelo teste F ( $p \leq 0,05$ ).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos Gráficos, encontram-se a incidência de fungos e a eficiência do uso de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> nas sementes de milho oriundas do município de Camalaú-PB. Foi verificada a ocorrência dos seguintes fungos: *Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger*, *Penicillium* sp., *Cladosporium* sp., *Fusarium* sp. e *Colletotrichum* sp.

**Gráficos** - Incidência de *Aspergillus flavus* (A), *Aspergillus niger* (B), *Penicillium* sp. (C), *Cladosporium* sp. (D), *Fusarium* sp. (E) e *Colletotrichum* sp. (F) em sementes de *Zea mays* submetidas a diferentes doses de Peróxido de Hidrogênio (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>). F = fungicida.



Observou-se uma redução significativa a partir das concentrações de 4,0% de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> em todos os fungos que foram analisados, o tratamento mais eficaz foi o T10 com concentração de 10,0% de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> com uma eficácia de reduzir o crescimento em relação a testemunha.

A ocorrência de *Aspergillus flavus* (Figura 1A) na concentração 4,0% de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, foi reduzida em relação a testemunha, sendo a dose de 10,0% de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> mais eficiente.

Em relação ao resultado sobre a análise do crescimento de *Aspergillus niger* (Figura 1B) os tratamentos mostraram eficácia em relação a testemunha, e a partir da concentração 4,0% proporcionou um comportamento de efeito similar ao fungicida dicarboximida.

O mesmo foi observado com o fungo *Cladosporium* sp. (Figura 1D) a partir da concentração 1,5% de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, e na incidência do *Colletotrichum* sp. (Figura 1F) a partir da concentração 2,0% de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> não foi detectado a presença do fungo. Segundo Nandi et al. (2017), o H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> exerce atividade antimicrobiana combatendo uma vasta variedade de microrganismos, indicando ser eficiente em interferir no processo de infecção dos patógenos.

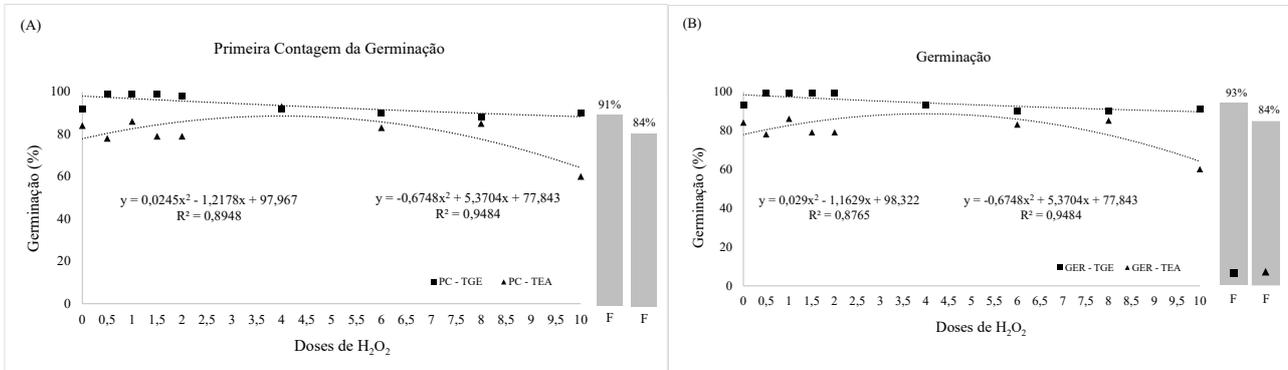
O fungo *Penicillium* sp. (Figura 1C) obteve uma redução significativa a partir da concentração de 2,0% de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, sendo viável o tratamento quando comparado com a testemunha. Efeito semelhante foi verificado em relação ao *Fusarium* sp., quando apresentou uma redução a partir de 4,0% da solução de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>.

A análise sanitária permitiu verificar a micoflora associada às sementes de *Z. mays*, coletadas no município de Camalaú-PB, com efeitos relevantes do H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> avaliado sobre o controle fúngico, avaliando a qualidade sanitária do lote de sementes.

Os fungos do gênero *Penicillium* são prejudiciais em lotes de sementes armazenados com umidade elevada. As colônias desse fungo apresentam crescimento lento a moderado na superfície da semente, com extensa esporulação de coloração geralmente verde a azulada (GOULART, 2000). As espécies de *Aspergillus* são indicadoras da deterioração das sementes e grãos, causando danos, descoloração e alterações nutricionais (VECHIATO, 2013).

Em relação a primeira contagem de germinação, no teste de germinação, observou-se que as concentrações 0,5%; 1,0%; 1,5% e 2,0% e 4,0% de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> não ocasionou efeito negativo quando comparado a testemunha (figura 2A), a mesma variável no teste de envelhecimento acelerado, as concentrações de 0,5%; 1,5%; 2,0%; 6,0% e 10,0% ocasionaram uma redução na germinação (Gráfico A).

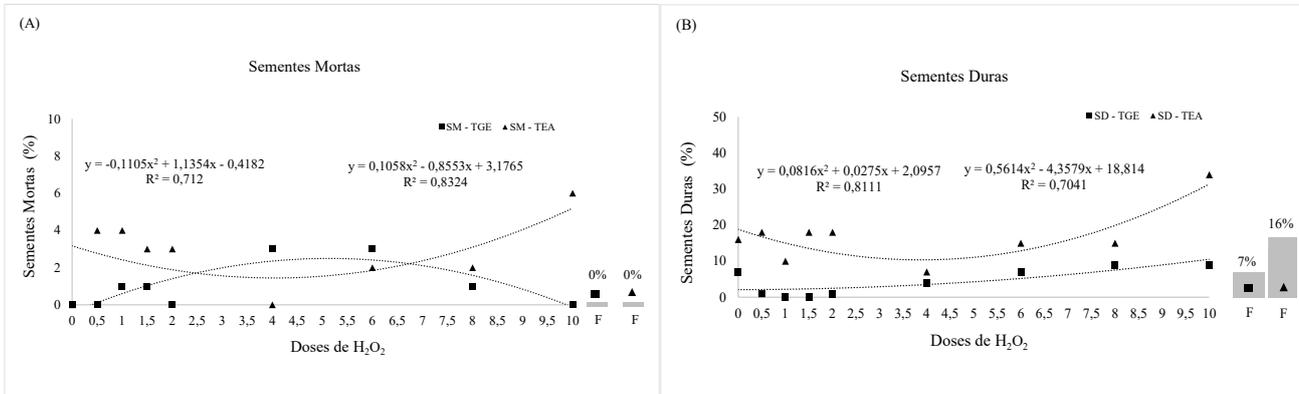
**Gráficos** - Percentual da primeira contagem de germinação (A) germinação (B) de sementes de *Zea mays* submetidas a diferentes doses de Peróxido de Hidrogênio (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>). F = fungicida; PC-TGE = primeira contagem do teste de germinação; PC-TEA = primeira contagem do teste de envelhecimento acelerado; GER-TGE = Germinação do teste de germinação; GER-TEA = Germinação no teste de envelhecimento acelerado.



Analisando o número de sementes mortas (Figura 3A) do TGE, observou-se que as maiores variações ocorreram nos tratamentos de concentração 4,0% e 6,0% de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> foram as dosagens que teve uma maior quantidade de sementes mortas em comparação com a testemunha. Já em relação a quantidade de sementes duras do TGE (Figura 3B) as doses que tiveram uma maior eficiência foi das concentrações 0,5%; 1,0%; 1,5% e 2,0% de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, as outras doses mostraram um maior número de sementes duras.

No TEA ocorreu um maior número de sementes mortas no geral, podendo ser observado a menor incidência na concentração de 4,0% de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, resultando no mesmo comportamento da testemunha. Na análise dos números de sementes duras também foi observado uma expressiva incidência, as concentrações que teve diminuição foram 1,0%; 4,0%; 6,0% e 8,0%, com ênfase na concentração de 4,0% de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>.

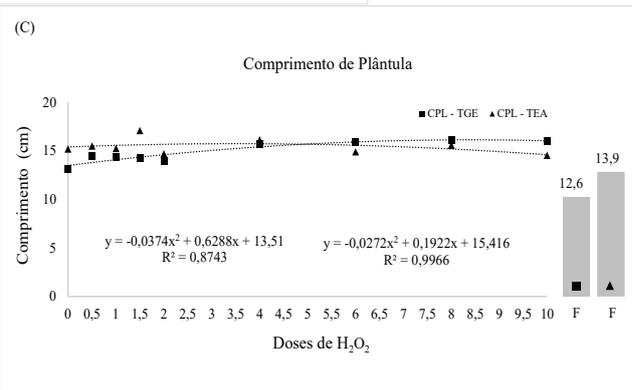
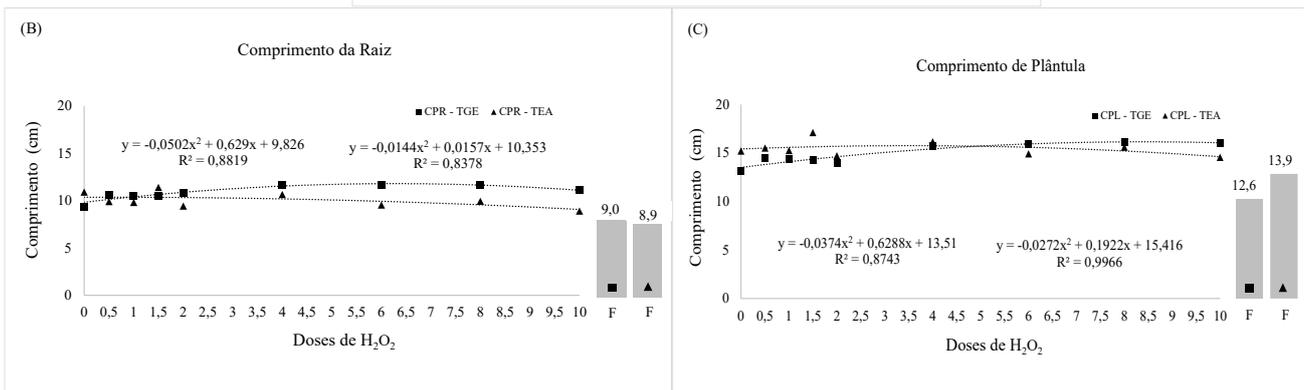
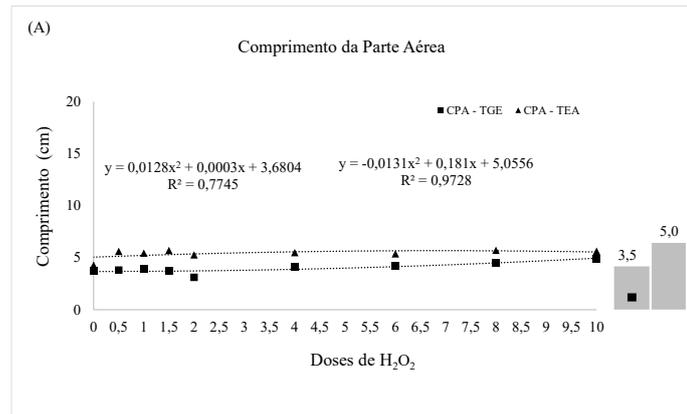
**Gráficos** - Percentual de sementes mortas (A) e duras (B) de sementes de *Zea mays* submetidas a diferentes doses de Peróxido de Hidrogênio (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>). F = fungicida; SM-TGE = sementes mortas no teste de germinação; SM-TEA = sementes mortas no teste de envelhecimento acelerado; SD-TGE = sementes duras no teste de germinação; SD-TEA = sementes duras no teste de envelhecimento acelerado.



Os comprimentos da parte aérea, radicular e plântula do milho do TGE foi verificado que as doses de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> foram eficazes, assim proporcionando um crescimento das variáveis em comparação a testemunha, com também um comportamento semelhante ao do fungicida, de acordo com esses resultados obtidos, as concentrações de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> influenciaram positivamente o crescimento das plântulas de milho.

O comportamento das medidas do TEA, na parte aérea as concentrações ajudaram no crescimento em relação a testemunha, já no comprimento da parte radicular e plântula a concentração que teve melhor desempenho foi a de 1,5% de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>.

**Gráficos** - Comprimento da parte aérea (A) raiz (B) e plântula (C) de *Zea mays* submetidas a diferentes doses de Peróxido de Hidrogênio ( $H_2O_2$ ). F = fungicida; CPA-TGE = comprimento de parte aérea no teste de germinação; CPA-TEA = comprimento de parte aérea no teste de envelhecimento acelerado; CPR-TGE = comprimento de raiz no teste de germinação; CPR-TEA = comprimento de raiz no teste de envelhecimento acelerado; CPL-TGE = comprimento de plântula no teste de germinação; CPL-TEA = comprimento de plântula no teste de envelhecimento acelerado.



## 6 CONCLUSÕES

Foram identificados nas sementes de milho os seguintes fungos: *Aspergillus flavus* (34%), *Aspergillus niger* (14%), *Penicillium* sp. (20%), *Cladosporium* sp. (10%), *Fusarium* sp. (37%) e *Colletotrichum* sp. (4%).

As concentrações de 4, 6, 8 e 10% do peróxido de hidrogênio foram eficientes na redução dos fungos: *Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger*, *Penicillium* sp., *Cladosporium* sp., *Fusarium* sp. e *Colletotrichum* sp.

Houve uma redução de 3% na germinação quando as sementes foram submetidas as concentrações de 6, 8 e 10% do peróxido de hidrogênio.

O vigor das sementes de milho submetidas aos tratamentos foi 80,3%, considerado como vigor médio.

A concentração de peróxido de hidrogênio a 4% foi eficiente na qualidade sanitária e fisiológica das sementes de milho.

## REFERÊNCIAS

- ABIMILHO- Associação Brasileira das indústrias de milho. O cereal que enriquece a alimentação humana. Disponível em: <http://www.abimilho.com.br/milho/cereal>. Acesso em: 02 de fev. 2022.
- ARAÚJO, P. M.; NASS, L. L. Caracterização e avaliação de populações de milho crioulo. *Scientia Agrícola*, v.59, n.3, p.589-593, 2002
- BARBA-ESPIN G, DIAZ-VIVANCOS P, CLEMENTE-MORENO MJ, ALBACETE A, FAIZE L, FAIZE M, PÉREZ-ALFOCEA F, HERNÁNDEZ JA. Interação entre peróxido de hidrogênio e hormônios vegetais durante a germinação e o crescimento inicial de plântulas de ervilha. *Ambiente da célula vegetal*. 2010 Jun;33(6):981-94. doi: 10.1111/j.1365-3040.2010.02120.x. Epub 2010 20 de janeiro. PMID: 20102539.
- BARROS, J. F. C. CALADO, J. G. **A cultura do milho**. Universidade de Évora. Departamento de fitotecnia, 2014.
- BARBOSA, V. L.; VIDOTTO, R. C.; ARRUDA, T. P.; Erosão Genética e Segurança Alimentar. *Anais... SICI– Simpósio Internacional de Ciências Integradas*, Realizado na UNAERP – Campus Guarujá, Artigo, p.03, 2015
- BAILLY, C. Active oxygen species and antioxidants in seed biology. *Seed Science Research, Wageningen*, v. 14, n. 2, p. 93-107, 2004.
- BRASÍLIA. MAPA. **Valor da produção agropecuária de 2021 está estimado em R\$ 1,113 trilhão**. 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/pt-br/noticias/valor-da-producao-agropecuaria-de-2021-esta-estimado-em-r-1-113-trilhao>. Acesso em: 24 mar. 2022.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Regras para análise de sementes. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 2009. 399p.
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento . 5º Levantamento Grãos Safra 2020/2021. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/gaos/boletim-da-safra-de-gaos>. Acesso em: 15 de mar de 2022.
- EMBRAPA. **Reunião Técnica Anual da Pesquisa do Milho**. Indicações técnicas para o cultivo de milho e de sorgo no Rio Grande do Sul : safras 2017/2018 e 2018/2019 / LXII Reunião Técnica Anual da Pesquisa do Milho; XLV Reunião Técnica Anual da Pesquisa do Sorgo. Brasília-DF, 2017.
- FORNASIERI FILHO, D. Manual da cultura do milho. **Jaboticabal**: Funep, 2007. 576 p.

FRANÇA-NETO, J. B; et al. Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade. Londrina-PR, 2016. *Documentos 380* (82 p.) ISSN 2176-2937.

FERREIRA, A. L. A.; MATSUBARA, L. S. Radicais livres: conceitos, doenças relacionadas, sistema de defesa e estresse oxidativo. **Revista Associação Médica Brasileira**, São Paulo, v. 43, n. 1, p. 61-68, 1997.

FINKEL, T. Oxidant signals and oxidative stress. **Current Opinion in Cell Biology**, v.15, p. 247-245. 2003.

GAZOLA, D.; ZUCARELI, C.; CAMARGO, M. C.. Comportamento germinativo de sementes de cultivares de milho sob condições de hipóxia. **Científica, Jaboticabal**, v.42, n.3, p.224–232, 2014.

GALVÃO, J. C. C.; BORÉM, A.; PIMENTEL, M. A. **Milho: do plantio à colheita**. 2ª ed. Editora UFV, Universidade Federal de Viçosa. 382p. Viçosa –MG, 2017.

GOULART, A. C. P; MELO FILHO, G. A. **Quanto custa tratar as sementes de soja, milho e algodão com fungicidas?** Dourados, MS. 2000. *Documentos* ( 1-24 p.) ISSN 1516-845X.

MARTHUR, S. B.; KONGSDAL, O. Common laboratory seed health testing methods for detecting fungi. **Basserdorf: International Seed Testing Association**, 425p. 2003.

MÔRO, G. V.; FRITSCHÉ –NETO, R. Importância e usos do milho no Brasil. *In: BORÉM, A; GALVÃO, J.C.C.; PIMENTEL, M, A. Milho do plantio à colheita. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2015. cap.1, p 9-23.*

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de Sementes de Plantas Cultivadas**. 2ª edição. ABRATES, Londrina, 2015.

MIRANDA, R. A. de. Uma história de sucesso da civilização. **A Granja**, v. 74, n. 829, p. 24 27, jan. 2018.

NANDI, M.; PERVEZ, Z.; ALAM, M.S.; ISLAM, M.S.; MAHMUD, M.R. (2017) - Efeito do tratamento com peróxido de hidrogênio na saúde e qualidade de sementes de pimenta. **Revista Internacional de Patologia Vegetal**, vol. 8, n. 1, p. 1-6. <http://dx.doi.org/10.3923/ijpp.2017.8.13>

NEILL, S.; DESIKAN, R.; HANCOCK, J. Hydrogen peroxide signalling. **Current Opinion in Plant Biology**, Saint Louis, v. 5, p. 388-395, 2002.

OGAWA, K.; IWABUCH, M. Um mecanismo para promover a germinação de sementes de *Zinnea elegans* por peróxido de hidrogênio. **Fisiologia da célula vegetal**, v.42, p. 286-91, 2001.

PESKE, S.T.; ROSENTHAL, M.D.; ROTA, G.R.M. **Sementes: Fundamentos Científicos e Tecnológicos**. 1. ed. Pelotas: UFPel, 2003.

PORTO, H. C. **Atividade antifúngica de extratos vegetais e análise fisiológica em sementes de milho crioulo (*Zea mays* L.)** Sumé – PB, 2019. 40 f. Monografia (Graduação em Tecnologia em Agroecologia) – Universidade Federal e Campina Grande.

PINHEIRO, A. P. F. Efeito do tratamento de sementes com ozônio na cultura do milho. TCC (Graduação) – Curso de Engenharia Agrônômica, Universidade de Brasília, Brasília- DF, p.43, 2016.

RAMOS, N, P. **Determinação da pureza varietal em lotes de sementes de milho através de marcadores morfológicos e microssatélites**. 2004. Tese (Doutorado em agronomia). Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Piracicaba-SP, 2004.

RAMOS, D.P.; BARBOSA, R.M.; VIEIRA, B.G.T.L.; PANIZZI, R.C.; VIEIRA, R.D. Infecção por *Fusariumgraminearum* e *Fusariumverticillioides* em sementes de milho. **Pesq. Agropec. Trop.**, Goiânia, v.44, n.1, p.24-31, jan./mar. 2014.

RIBEIRO, Sergio Silva. Cultura do milho no Brasil. *Revista Científica Semana Acadêmica*. Fortaleza, v. 01, n. 49, p. 1-13, mar. 2014. Disponível em: <https://semanaacademica.org.br/artigo/cultura-do-milho-no-brasil>. Acesso em: 9 fev. 2022.

SANTOS, M. S.; BARROS, M. K. L. V.; BARROS, H. M. M.; BAROSI, K. X.; CHICÓ, L. R. Sementes crioulas: Sustentabilidade no semiárido paraibano. **Revista Agrarian Academy, Centro Científico Conhecer** - Goiânia, v. 4, n. 7; p. 403, 2017.

SANDRI, C.A.; TOFANELLI, M.B.; Milho crioulo: uma alternativa para rentabilidade no campo. **Pesquisa agropecuária Tropical**, v.38, n.1, p. 59-61, mar. 2008.

SOUZA, T. de; ALMEIDA, J. S. de; PIO, A. T.; BUSCARIOLI, A. L.; ROCHA, R. M.; POSSA, J.; TRINDADE, D. V. 2012. Melhoramento Genético do Milho.

SCHOPFER, P., PLACHY, C., AND FRAHRY, G. (2001). Release of reactive oxygen intermediates (superoxide radicals, hydrogen peroxide, and hydroxyl radicals) and peroxidase in germinating radish seeds controlled by light, gibberellin, and abscisic acid. **Plant Physiol.** 125, 1591–1602. doi: 10.1104/pp.125.4.1591.

SRB (Sociedade Rural Brasileira) Agricultura - generalidades criar e plantar - texto milho. 2001. Disponível em: <http://www.criareplantar.com.br/agricultura/lerTexto.php?categoria=46&id=670>. Acesso em: 12 de fev. 2022.

STEFANELLO, R. **Composição química e qualidade de sementes de variedades crioulas de milho no armazenamento.** 118f. Tese (Doutorado em Agronomia), Universidade Federal de Santa Maria, 2014.

UNIVAG AGRONOMIA. Botânica do milho. Disponível em: <https://pt.scribd.com/doc/93479433/MILHO-Botanica>. Acesso em: 9 de fevereiro de 2022.

VECHIATO, M. H.; PARISI, J. J. D. **Importância da qualidade sanitária de sementes de florestais na produção de mudas.** *Biológico*, São Paulo, v.75, n. 1, p. 27-32, 2013.

WOJTYLA Ł, LECHOWSKA K, KUBALA S AND GARNCZARSKA M (2016) Diferentes modos de ação do peróxido de hidrogênio durante a germinação de sementes. **Planta Science** 7:66. doi: 10.3389/fpls.2016.00066.

ZAUZA, E. A. V.; ALFENAS, A. C.; MAFIA, R. G. **Esterilização, preparo de meios de cultura e fatores associados ao cultivo de fitopatógenos.** *In:* ALFENAS, A. C.; MAFIA, R. G. (Eds.). *Métodos em fitopatologia*. Viçosa: UFV, 2007. p. 23-51.