



UNIVERSIDADE
E D U A R D O
MONDLANE

Faculdade de Ciências

Departamento de Ciências Biológicas

Curso de Biologia Marinha, Aquática e Costeira

Culminação de estudos II

Variante: Trabalho de investigação

Quebra de dormência e germinação de sementes de gramíneas nativas que ocorrem em áreas industriais

Autor:

Lourindo Paulo Manhique



UNIVERSIDADE
E D U A R D O
MONDLANE

Faculdade de Ciências

Departamento de Ciências Biológicas

Curso de Biologia Marinha, Aquática e Costeira

Culminação de estudos II

Variante: Trabalho de investigação

Quebra de dormência e germinação de sementes de gramíneas nativas que ocorrem em áreas industriais

Discente:

Lourindo Paulo Manhique

Supervisores:

Prof. Doutor Orlando Quilambo

Prof^a. Doutora Célia Martins

Mestre Sónia Ventura Guilundo

Mestre Milton Pinho

Maputo, Março de 2024

Agradecimentos

Em primeiro lugar agradeço à Deus pelo dom da vida, ajuda e proteção durante o meu percurso académico.

Aos meus pais José Miguel Manhique e Talita Maria Timana, pelo amor e apoio que me foi concedido durante o meu percurso académico.

Estendo também os meus agradecimentos ao Grupo de Fisiologia Vegetal do Departamento de Ciências Biológicas da Universidade Eduardo Mondlane em especial a Mestre Sónia Guilundo pela oportunidade concedida, orientação e auxílio.

Aos meus colegas e amigos Sílvio César Caetano e Faustino César, pelo companheirismo e apoio.

Declaração de Honra

Declaro por minha honra que este trabalho de final do curso de licenciatura em Biologia Marinha, Aquática e Costeira é resultado da minha investigação pessoal e da orientação dos meus supervisores, e que todas as fontes utilizadas para a elaboração estão devidamente referenciadas. Que o mesmo nunca foi apresentado para a obtenção de qualquer grau académico nesta Universidade ou em qualquer outra instituição.

Assinatura



(Lourindo Paulo Manhique)

Dedicatória

Dedico este trabalho aos meus pais José Miguel Manhique e Talita Maria Timana.

Resumo

O uso de gramíneas nativas em áreas industriais para a restauração de solos contaminados tem sido apontado como uma alternativa viável. Entretanto, a dormência das suas sementes constitui uma barreira para o seu uso.

A expressão da dormência em gramíneas tropicais está associada à causas fisiológicas presentes em sementes recém colhidas ou à causas físicas relacionadas às restrições impostas pelo tegumento como a absorção de oxigênio e água pelas sementes.

O presente trabalho teve como objectivo avaliar a eficiência de diferentes métodos de quebra de dormência de sementes de gramíneas nativas que ocorrem em áreas industriais da Província de Maputo, nomeadamente. *Chloris virgata*, *Eragrostis sp.*, *Panicum maximum* e *Urochloa mosambicensis*. O trabalho foi conduzido em delineamento casualizado (DC), totalizando 6 tratamentos: ácido sulfúrico durante 5,10 e 15 minutos e água destilada a 60°C durante 5,10 e 15 minutos distribuídos em 3 repetições que resultaram em 18 unidades experimentais.

O melhor tratamento para a superação de dormência foi o de imersão das sementes em ácido sulfúrico, durante 10 minutos em ambos os substratos (papel e areia respetivamente) para *Chloris virgata* (16.7 e 13.3) %, *Eragrostis sp.* (36.7 e 30.0) %, *Panicum maximum* (40.0 e 26.7) % e durante 5 minutos para *Urochloa mosambicensis* (33.3 e 26.7) %.

Palavras-chave: Escarificação química, plantas nativas, sementes, solos contaminados.

Lista de abreviaturas e siglas

ABA - Ácido Abscísico

DC - Delineamento Casualizado

G% - Percentagem de germinação

H0 - Hipótese nula

H1 - Hipótese alternativa

H₂SO₄ - Ácido sulfúrico

IVG - Índice de velocidade de germinação

SD – Desvio padrão

\bar{x} - Média amostral

r – Coeficiente de correlação

Lista de figuras

Figura 1: Mapa de localização do parque industrial de beluluane.

Figura 2: Peso de mil sementes *Chloris virgata*, *Eragrostis sp.* *Panicum maximum* e *Urochloa mosambicensis*.

Figura 3: Percentagem de germinação das sementes de *Chloris virgata* nos diferentes tratamentos.

Figura 4: Percentagem de germinação das sementes de *Eragrostis sp* nos diferentes tratamentos.

Figura 5: Percentagem de germinação das sementes de *Panicum maximum* nos diferentes tratamentos.

Figura 6: Médias percentuais de germinação das sementes de *Panicum maximum* nos diferentes tratamentos.

Figura 7: Índice de Velocidade de Germinação (IVG) das sementes de *Chloris virgata*, *Eragrostis sp.*, *Panicum maximum* e *Urochloa mosambicensis*.

Lista de tabelas

Tabela 1 – Tratamentos pré-germinativos para superação de dormência de *Chloris virgata*, *Eragrostis sp.*, *Panicum maximum* e *Urochloa mosambicensis*

Tabela 2 – Correlação entre a duração do tratamento com a G% e o IVG.

Índice

| | |
|---|------|
| Agradecimentos | III |
| Declaração de Honra..... | IV |
| Dedicatória..... | V |
| Resumo | VI |
| Lista de abreviaturas e siglas | VII |
| Lista de figuras..... | VIII |
| 1. Introdução..... | 3 |
| 1.1. Problema..... | 5 |
| 1.2. Justificativa do estudo | 6 |
| 2. Objectivos..... | 7 |
| 2.1. Objectivo geral | 7 |
| 2.2. Objectivos específicos..... | 7 |
| 2.3. Hipóteses | 8 |
| 3. Área de estudo | 9 |
| 4. Material..... | 10 |
| 4.1. Reagentes | 10 |
| 4.2. Material vegetal..... | 10 |
| 5. Metodologia..... | 11 |
| 5.1. Colecta das amostras | 11 |
| 5.2. Teste de germinação..... | 11 |
| 5.3. Peso de mil sementes..... | 11 |
| 5.4. Tratamento controle | 12 |
| 5.5. Escarificação química | 12 |
| 5.6. Tratamento térmico | 12 |
| 6. Análise de dados..... | 13 |
| 6.1. Percentagem de germinação (G%)..... | 13 |
| 6.2. Índice de Velocidade de germinação (IVG)..... | 13 |
| 7. Resultados..... | 14 |
| 7.1. Peso de mil sementes..... | 14 |
| 7.2. Percentagem de germinação das sementes (G%)..... | 14 |
| 7.3. Índice de velocidade de germinação (IVG)..... | 18 |
| 7.4. Correlação entre a duração do tratamento com a percentagem de germinação e o índice de germinação..... | 21 |
| 8. Discussão..... | 22 |

| | |
|---|----|
| 8.1. Peso de mil sementes..... | 22 |
| 8.2. Percentagem de germinação das sementes (G%)..... | 22 |
| 8.3. Índice de velocidade de germinação (IVG)..... | 23 |
| 8.4. Correlação entre a duração do tratamento com a percentagem de germinação e o índice de germinação..... | 23 |
| 9. Conclusão | 25 |
| 10. Limitações..... | 26 |
| 11. Referências bibliográficas..... | 27 |
| 12. Apêndices..... | 31 |

1. Introdução

As sementes são o principal veículo de reprodução das plantas e o facto de resultarem de reprodução sexuada permite a variabilidade genética das populações (Borguetti, 2000; Ferreira *et al.*, 2022).

Na germinação de sementes ocorrem à hidratação proteica, mudanças estruturais subcelulares, respiração, síntese de macromoléculas e alongação celular. Esses acontecimentos se desencadeiam com a recuperação das actividades pós-maturação e exposição da radícula. Para isso é fundamental o ambiente favorável, sementes viáveis e ausência de dormência (Guimarães *et al.*, 2006; Moraes, 2007).

Muitas vezes a semente não germina, mesmo sob condições favoráveis e neste caso a semente encontra-se em estado de dormência. Este estado é caracterizado pelo facto de sementes viáveis não germinarem por um período de tempo mesmo em condições ambientais favoráveis para a sua dispersão natural (Taiz e Zeiger, 2004; Souza Junior e Brancalion, 2020).

Este fenómeno é comum em cerca de dois terços das plantas e trata-se de um mecanismo evolutivo que procura resguardar a perpetuação da espécie, pois faz com que as sementes se mantenham viáveis por longos períodos de tempo (Mori *et al.*, 2012;). Assim, garante uma distribuição da germinação ao longo do tempo impedindo a germinação durante períodos adversos, o que poderia causar riscos de extinção, além de aumentar a dispersão da semente por distâncias geográficas maiores (Taiz e Zeiger, 2013; Santos *et al.*, 2015; Ferreira *et al.*, 2022).

Há duas causas básicas para dormência: a imposta pelo tegumento e a dormência primária. A primeira envolve a interferência na absorção de água, nas trocas gasosas, a presença de inibidores, como a cumarina, ácido abscísico e a prevenção à saída dos mesmos presentes no embrião; Entretanto, a segunda envolve o balanço entre substâncias inibidoras e promotoras da germinação, como as fito hormonas (Bewley e Black, 1994; Taiz *et al.*, 2017).

A escolha de tratamentos eficientes para a superação da dormência varia pelos fatores mencionados anteriormente. Deste modo, são vários os métodos que podem ser empregados para a superação da mesma, porém os mais utilizados são tratamentos químicos, térmicos e mecânicos (Lima *et al.*, 2015; Souza Junior e Brancalion, 2020).

A quebra da dormência por métodos químicos quer para uso laboratorial quer industrial, tem sido investigada, designadamente a utilização de ácido sulfúrico (H₂SO₄). A utilização do calor tem sido igualmente investigada como método para a redução da dormência (Ellis *et al.*, 1985; Brasil, 1992).

Os mecanismos de quebra de dormência têm por finalidade romper a barreira que algumas espécies apresentam em relação a germinação. Estudos relacionados aos métodos existentes no mercado, e aos impactos que esses causam na semente são relevantes, pois a semente poderá ser utilizada de acordo com seu máximo poder germinativo. A aplicação e a forma de como irão interagir dentro da semente irão variar de acordo com as espécies (Alves *et al.*, 2000; Ferreira *et al.*, 2022).

Estudos têm demonstrado a eficiência do uso do tratamento químico, com imersão de sementes em ácido sulfúrico por diferentes períodos de tempo, a fim de superar a dormência de sementes de espécies de gramíneas forrageiras como Usberti e Martins (2007) testaram os efeitos da escarificação com ácido sulfúrico por 5, 10 e 15 minutos em sementes de *Brachiaria brizantha*, *Brachiaria humidicola* e afirmaram que a escarificação aumenta a germinação em *Brachiaria brizantha*, porém, é deletéria em *Brachiaria humidicola*.

A utilização do calor tem sido igualmente investigada como método para a redução da dormência. Dutra *et al.* (2015) observaram que o *Panicum maximum cv. tanzânia* e milênio respondem positivamente à diferentes combinações de temperatura e períodos de exposição das sementes, e o tratamento a 70°C por cerca de 15h é recomendado para superar a dormência com melhor desempenho de germinação, já para a *cv. mombaça* não recomendam o tratamento térmico que tem efeito negativo sobre as sementes.

O estudo da dormência das sementes e os fatores que a controlam são úteis para estimar o tempo e a densidade de germinação de plantas. O objectivo deste estudo foi determinar pré-tratamentos de sementes químicos e térmico, para a quebra de dormência de sementes de *Chloris virgata*, *Eragrostis sp.*, *Panicum maximum* e *Urochloa mosambicensis*.

1.1.Problema

A dormência é um mecanismo de defesa das sementes contra as variações do ambiente, as quais dificultam ou impedem sua atividade metabólica normal (Marcos Filho, 2005).

Porém, este mecanismo não é vantajoso em viveiros onde se deseja que grandes quantidades de sementes germinem em curto espaço de tempo, permitindo a produção de mudas uniformes (Medeiros Filho *et al.*, 2002).

Sementes de certas plantas com valor económico e de muitas plantas silvestres, tidas como viáveis, nem sempre germinam quando colocadas em condições ambientais consideradas amplamente favoráveis; elas apresentam um período de repouso persistente e são classificadas de dormentes (Toledo e Marcos Filho, 1997).

A dormência de sementes em espécies de gramíneas não permite a generalização de causas, as quais podem ocorrer isolada ou simultaneamente. Cicero (1986) relatou evidências de que sementes de *Panicum* spp. e de *Brachiaria* spp. Apresentam combinações de causas para a dormência (embriões imaturos, impermeabilidade a gases e inibidores de germinação). Para distintas causas, diferentes métodos de quebra de dormência são utilizados na aceleração da germinação.

Surgindo assim a questão:

Qual é o melhor método para a quebra de dormência e germinação de sementes de gramíneas nativas que ocorrem em áreas industriais?

1.2. Justificativa do estudo

A dormência ainda é um dos menos conhecidos aspectos da biologia de sementes, particularmente devido ao fato de estar relacionada, não a uma, mas sim a múltiplas causas (Finkelstein *et al.* 2008).

Actualmente a dormência ainda é relacionada à capacidade ou potencial da semente de produzir plântulas num prazo considerado razoável ou ideal por aquele que semeou. É certo que pesquisas são necessárias para enriquecer o referencial teórico a respeito de técnicas e novos conhecimentos a respeito dos mecanismos envolvidos no controle e superação da dormência (Cardoso, 2009).

Informações referentes ao melhor método para a quebra de dormência e germinação de sementes de gramíneas nativas (*Chloris virgata*, *Eragrostis sp.*, *Panicum maximum* e *Urochloa mosambicensis*) que ocorrem em áreas industriais são muito escassas principalmente em Moçambique.

Nessa perspectiva, o presente estudo pretende contribuir para o aumento do conhecimento sobre o melhor método para a quebra de dormência e germinação de sementes de gramíneas nativas (*Chloris virgata*, *Eragrostis sp.*, *Panicum maximum* e *Urochloa mosambicensis*) que ocorrem em áreas industriais, fornecendo deste modo dados sobre a taxa de germinação e o índice de velocidade de germinação destas sementes nos diferentes tratamentos, contribuindo deste modo para um melhor manejo destas espécies.

2. Objectivos

2.1.Objectivo geral

- Avaliar a eficiência de diferentes métodos de quebra de dormência de sementes de gramíneas nativas que ocorrem em áreas industriais.

2.2.Objectivos específicos

- Determinar a taxa de germinação das sementes de *Chloris virgata*, *Eragrostis sp.*, *Panicum maximum* e *Urochloa mosambicensis* submetidas a escarificação com ácido sulfúrico durante 5,10 e 15 minutos e água destilada a 60°C durante 5,10 e 15 minutos;
- Determinar o índice de velocidade de germinação das sementes de *Chloris virgata*, *Eragrostis sp.*, *Panicum maximum* e *Urochloa mosambicensis* submetidas a escarificação com ácido sulfúrico durante 5,10 e 15 minutos e água destilada a 60°C durante 5,10 e 15 minutos;
- Correlacionar a duração do tratamento com a taxa de germinação e o índice de germinação das sementes de *Chloris virgata*, *Eragrostis sp.*, *Panicum maximum* e *Urochloa mosambicensis*;
- Comparar a eficiência dos dois métodos na quebra de dormência das sementes de *Chloris virgata*, *Eragrostis sp.*, *Panicum maximum* e *Urochloa mosambicensis*;

2.3.Hipóteses

Predição: Existem actualmente diversos métodos para a quebra de dormência, como a esscarificação química, física, e imersão em água quente. Esses tratamentos consistem em desenvolver estrias ou minúsculas fendas no tegumento ou até mesmo o seu amolecimento, desde que não atinjam o embrião, com o intuito de facilitar a entrada de água e gases no interior da semente, promovendo dessa forma o início do processo germinativo (Galle, 2018).

H0: Os métodos químicos e térmicos são eficientes na quebra de dormência das sementes de *Chloris virgata*, *Eragrostis sp.*, *Panicum maximum* e *Urochloa mosambicensis*.

H1: Apenas um dos métodos é eficiente na quebra de dormência das sementes de *Chloris virgata*, *Eragrostis sp.*, *Panicum maximum* e *Urochloa mosambicensis*.

4. Material

- Copos de Becker
- Envelopes de papel
- Espátula
- Luvas
- Papel filtro
- Placa de aquecimento
- Placas de Petri
- Pinça
- Termómetro

4.1.Reagentes

- Água destilada
- Ácido sulfúrico (H₂SO₄) concentrado (98%)

4.2.Material vegetal

- Sementes das espécies *Chloris virgata*, *Eragrostis sp.*, *Panicum maximum* e *Urochloa mosambicensis*.

5. Metodologia

5.1. Colecta das amostras

As sementes foram colectadas nas áreas do Parque Industrial da Matola nos meses de Janeiro e Fevereiro de 2023.

As inflorescências foram colectadas manualmente, usando-se o método de transectos imaginários, de forma a cobrir o máximo das áreas seleccionadas, foram colectadas amostras em diversos pontos aleatórios. A época de colheita coincidiu com o momento em que aproximadamente a terça parte das espiguetas tinham-se desprendido das inflorescências, de forma a colectar-se apenas as maduras (Brown, 1982).

As sementes foram mantidas em envelopes de papel à temperatura ambiente até serem utilizadas. A limpeza foi realizada por meio de peneiras de forma a obter-se sementes puras, que foram então acondicionadas em sacos de papel (Allred, 1982).

5.2. Teste de germinação

O teste de germinação, determina numa amostra a proporção de sementes vivas e capazes de produzir plantas normais e saudáveis. O princípio do teste consiste em submeter as sementes a todas as condições favoráveis possíveis relativamente à humidade, temperatura, oxigénio e substrato, durante um determinado período de tempo (Propinigis, 1985; Baskin e Baskin, 2004).

Este teste foi realizado em dois tipos de substratos: areia em bandejas e papel absorvente em placas de Petri, sendo que foram realizadas três repetições de 30 sementes. A areia grossa foi previamente esterilizada a 200 graus por 2 horas, e humedecida com a quantidade de água destilada referente a 50% da capacidade de campo. Nas placas de Petri a quantidade de água utilizada, é equivalente a 2,5 vezes a massa do papel não hidratado. As placas de Petri foram colocadas no laboratório a temperatura ambiente. A duração da experiência foi de 21 dias e teve o resultado expresso em percentagem de plântula normal.

5.3. Peso de mil sementes

Peso de mil sementes é um parâmetro que permite a comparação da qualidade de diferentes lotes de sementes, e o peso da amostra de trabalho para análise de pureza. Essa informação também permite conhecer o estado de maturidade da semente e sua sanidade (Brasil, 2009).

Para a análise do peso de mil sementes, foram pesadas oito repetições de 100 sementes, sendo que o resultado foi obtido através do peso médio das oito repetições e multiplicando esse valor por 10.

5.4. Tratamento controle

As sementes de *Chloris virgata*, *Eragrostis sp.*, *Panicum maximum* e *Urochloa mosambicensis*, foram colocadas para germinar sem nenhum tratamento pré-germinativo. O substrato de germinação foi humedecido com água destilada.

5.5. Escarificação química

As sementes de *Chloris virgata*, *Eragrostis sp.*, *Panicum maximum* e *Urochloa mosambicensis*, foram submetidas à escarificação química por imersão em H₂SO₄ concentrado (98%) durante 5,10 e 15 minutos e, em seguida, lavadas em água corrente durante 5 minutos e secas à temperatura ambiente (Tabela1).

5.6. Tratamento térmico

As sementes de *Chloris virgata*, *Eragrostis sp.*, *Panicum maximum* e *Urochloa mosambicensis*, foram imersas em 50 ml de água aquecida a 60° C, num copo de Becker durante 5,10 e 15 minutos (Tabela1).

Tabela 1 – Tratamentos pré-germinativos para a superação de dormência de *Chloris virgata*, *Eragrostis sp.*, *Panicum maximum* e *Urochloa mosambicensis*

| Tratamentos | Descrição Dos Tratamentos |
|-------------|--|
| Controle | Sem nenhum tratamento pré-germinativo. |
| T1 | Escarificação química com H ₂ SO ₄ por 5 minutos. |
| T2 | Escarificação química com H ₂ SO ₄ por 10 minutos. |
| T3 | Escarificação química com H ₂ SO ₄ por 15 minutos. |
| T4 | Imersão em água a 60°C por 5 minutos. |
| T5 | Imersão em água a 60°C por 10 minutos. |
| T6 | Imersão em água a 60°C por 15 minutos. |

Após a aplicação dos tratamentos nas sementes, em cada placa de Petri foram colocadas 30 sementes e regadas conforme a necessidade.

6. Análise de dados

6.1. Percentagem de germinação (G%)

O número de sementes germinadas foi registrado diariamente e a percentagem de germinação será calculada para cada placa de Petri de acordo com a seguinte fórmula (Laboriau,1983):

Taxa de germinação = (número de sementes germinadas / número total de sementes) ×100

6.2. Índice de Velocidade de germinação (IVG)

O índice determinado de acordo com a fórmula proposta por Maguire (1962).

$$IVE = \frac{E1 + E2 + \dots + En}{N1 + N2 + \dots + Nn}$$

Onde:

IVE = índice velocidade de emergência;

E1, E2, ... En = número de plântulas normais emergidas a cada dia;

N1, N2, ... Nn = número de dias decorridos da sementeira, da primeira até a última contagem.

O trabalho foi conduzido em delineamento casualizado (DC), totalizando 6 tratamentos distribuídos em 3 repetições que resultaram em 18 unidades experimentais.

Foram calculadas as médias semanais da G% e IVG para cada semana. Foi testada a normalidade dos dados através do teste Shapiro Wilk para ver se estes seguem uma distribuição normal. Visto que estes não seguiam uma distribuição normal, foram usados testes não paramétricos de análises de variância (ANOVA) a nível de significância de 0.05, para verificar a variação da G% e IVG ao longo das semanas.

A comparação dos dados G% e IVG foi realizada através do teste do Teste Kruskal-Wallis.

Os dados obtidos foram organizados numa folha Excel do programa Microsoft Office 2013.

Os resultados foram analisados estatisticamente com auxílio do software GraphPad Prism 8.

7. Resultados

7.1. Peso de mil sementes

O peso de mil sementes foi de 1.59 gramas para *Chloris virgata*, 1.75 gramas para *Eragrostis sp* 1.90 gramas para *Panicum maximum* e 4.03 gramas para *Urochloa mosambicensis*. Segundo Brasil (2009) as sementes foram classificadas como pequenas por terem peso menor que 200g.

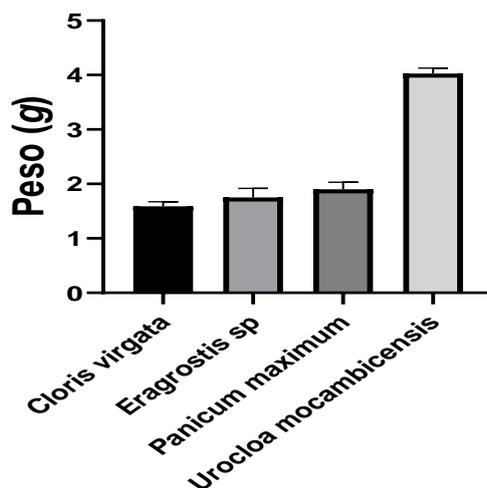


Figura 2: Peso de mil sementes *Chloris virgata*, *Eragrostis sp*, *Panicum maximum* e *Urochloa mosambicensis*. Cada barra indica a média de 1000 sementes pesadas \pm desvio padrão.

As análises estatísticas mostraram que houve diferenças significativas no Peso de mil sementes das espécies *Chloris virgata*, *Eragrostis sp.*, *Panicum maximum* e *Urochloa mosambicensis* ($p < 0.0001$) (Figura 2).

7.2. Percentagem de germinação das sementes (G%)

Neste estudo, para o tratamento controle, as sementes de *Chloris virgata*, *Eragrostis sp.*, *Panicum maximum* e *Urochloa mosambicensis*, registraram germinação nula.

Na espécie *Chloris virgata*, verificou-se que o melhor tratamento para a quebra de dormência foi H_2SO_4 , por 10 minutos em ambos os substratos. A maior percentagem de germinação foi de 16.7% na placa de Petri com papel e 13.3% em areia (Figuras 3 A e B).

Na Figura 3, observa-se que os menores valores para a superação de dormência foram encontrados nos tratamentos utilizando a imersão em água quente, em ambos os substratos. Sendo que o melhor resultado foi encontrado no tempo de 10 minutos em ambos os substratos, com o percentual médio de germinação de 13.3% no papel e 10.0% em areia, onde o substrato papel apresentou-se favorável a um maior percentual de germinação.

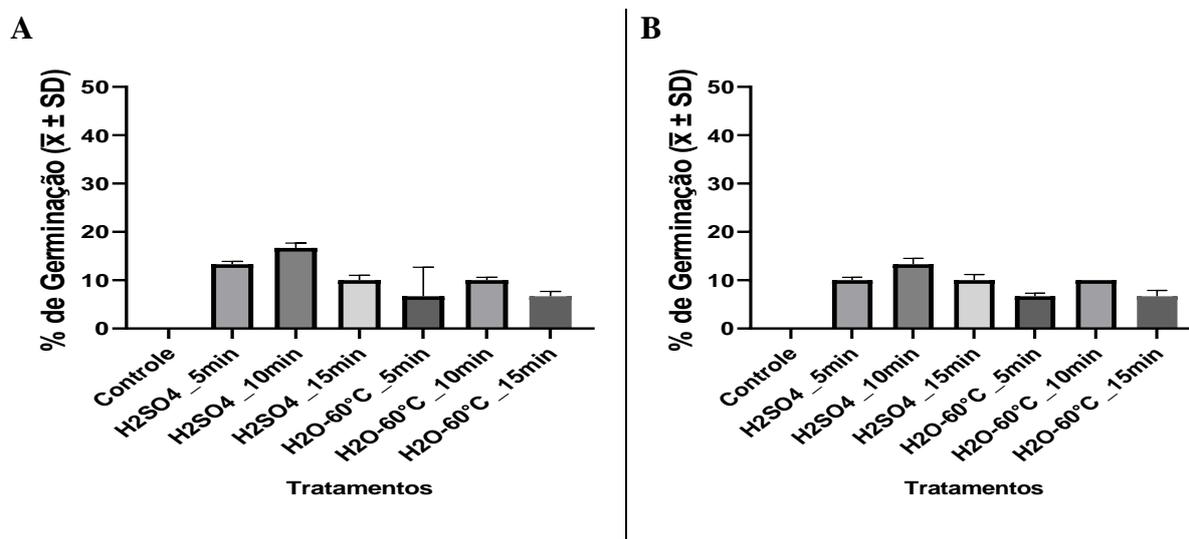


Figura 3: Percentagem de germinação das sementes de *Chloris virgata* nos diferentes tratamentos. A- placa de Petri com papel; B- areia.

A análise de variância, pelo Teste de Kruskal Wallis, mostrou diferenças significativas entre os tratamentos ($p = 0.0252$). Onde o tratamento em ácido sulfúrico a 10 minutos foi significativamente maior que o tratamento em água quente a 15 minutos ($p = 0.0256$), e para o substrato areia não houve diferenças significativas entre os tratamentos ($p > 0.05$) (Figura 3).

Na espécie *Eragrostis sp.*, o melhor tratamento para a quebra de dormência foi o de H₂SO₄, por 10 minutos em ambos os substratos, a maior percentagem de germinação foi de 36.7% na placa de Petri com papel e 30.0% em areia (Figuras 4 A e B).

Na Figura 4 é possível observar que os menores valores para a superação de dormência foram encontrados nos tratamentos utilizando a imersão em água quente, em ambos os substratos. O melhor resultado foi encontrado no tempo de 5 minutos, no papel com germinação de 16.7% na placa de petri com papel e na placa com areia, o melhor resultado foi encontrado no tempo de 5 e 10 minutos, com uma germinação de 10.0% onde o substrato papel apresentou-se favorável a uma maior percentagem de germinação.

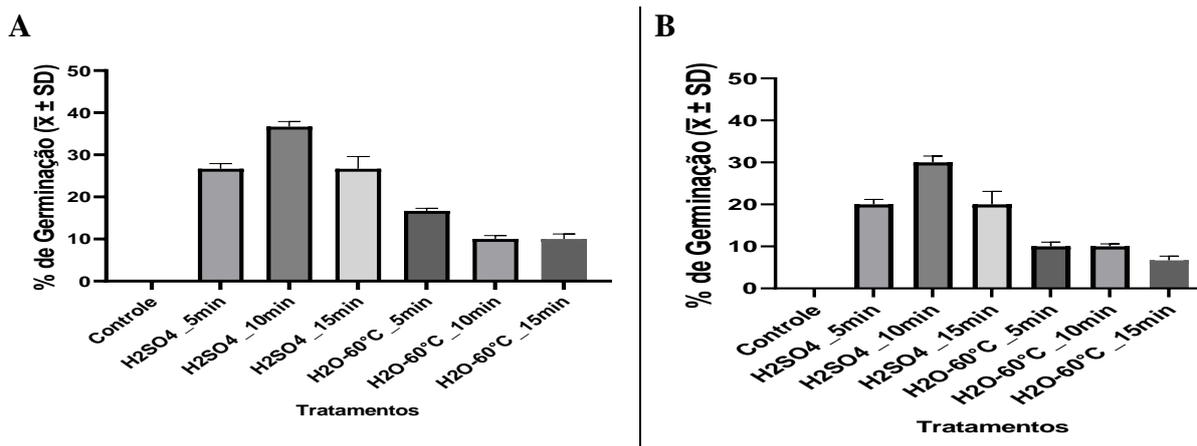


Figura 4: Percentagem de germinação das sementes de *Eragrostis sp* nos diferentes tratamentos. A- placa de Petri com papel; B- areia.

A análise de variância, pelo Teste de Kruskal Wallis, mostrou diferenças significativas entre os tratamentos ($p = 0.0115$). Sendo que o tratamento em ácido sulfúrico a 10 minutos foi significativamente maior que o tratamento em água quente a 15 minutos ($p = 0.0184$).

Para o substrato areia não houve diferenças significativas entre os tratamentos ($p > 0.05$) (Figura 4).

Na espécie *Panicum maximum*, o melhor tratamento para a quebra de dormência foi o de H₂SO₄, por 10 minutos em ambos os substratos, a maior percentagem de germinação foi de 40.0% na placa de Petri com papel e 26.7% em areia (Figuras 5 A e B).

Nas Figuras 5 A e B foi possível também observar que os menores valores para a superação de dormência foram encontrados nos tratamentos utilizando a imersão em água quente, em ambos os substratos. Sendo que o melhor resultado foi encontrado no tempo de 10 minutos, tendo como substrato papel com 20.0% de germinação. Entretanto na placa com areia, o melhor resultado foi no tempo de 10 e 15 minutos, com uma percentagem de germinação de 13.3% onde o substrato papel apresentou-se favorável a um maior percentual de germinação.

A

B

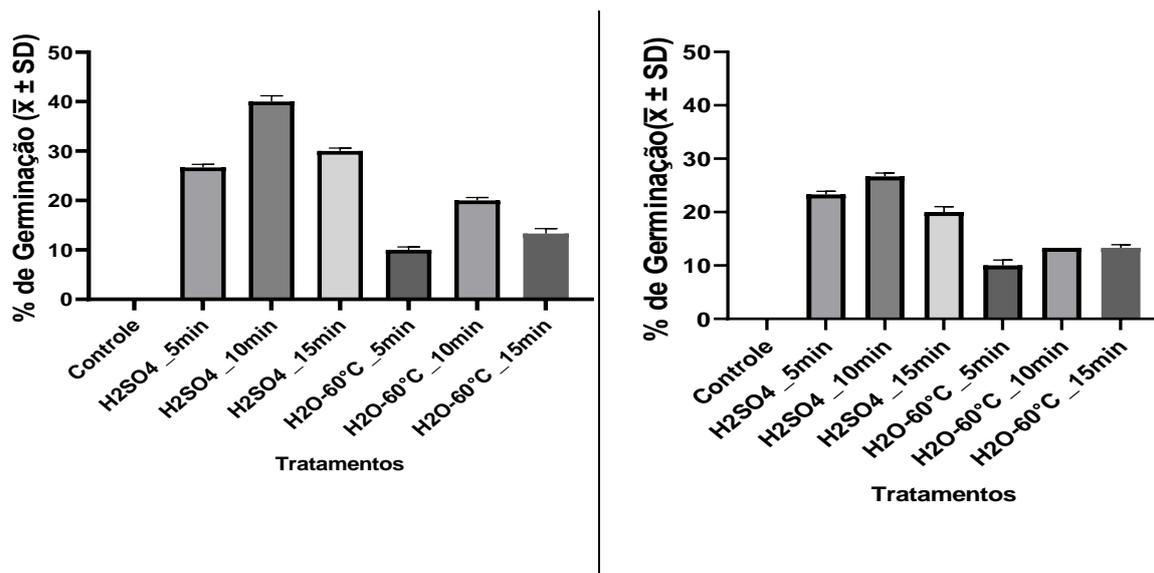


Figura 5: Percentagem de germinação das sementes de *Panicum maximum* nos diferentes tratamentos. A- placa de Petri com papel; B- areia.

A análise de variância, pelo Teste de Kruskal Wallis, mostrou diferenças significativas entre os tratamentos ($p = 0.0062$). Onde o tratamento em ácido sulfúrico a 10 minutos foi significativamente maior que o tratamento em água quente a 5 minutos ($p = 0.0103$).

Para o substrato areia, a análise de variância pelo Teste de Kruskal Wallis, mostrou diferenças significativas entre os tratamentos ($p = 0.0083$). Onde o tratamento em ácido sulfúrico a 10 minutos foi significativamente maior que o tratamento em água quente a 5 minutos ($p = 0.0168$) (Figura 5).

Na espécie *Urochloa mosambicensis*, o melhor tratamento para a quebra de dormência foi o de H_2SO_4 , por 10 minutos em ambos os substratos, a maior percentagem de germinação foi de 33.3% na placa de Petri com papel e 26.7% em areia (Figuras 6 A e B).

Nas Figuras 6 A e B foi possível também observar que os menores valores para a superação de dormência foram encontrados nos tratamentos utilizando a imersão em água quente, em ambos os substratos, sendo que foi observada uma germinação de 20.0% no tempo de 5 minutos em papel e 16.7% em areia, onde o substrato papel apresentou-se favorável a um maior percentual de germinação.

A

| B

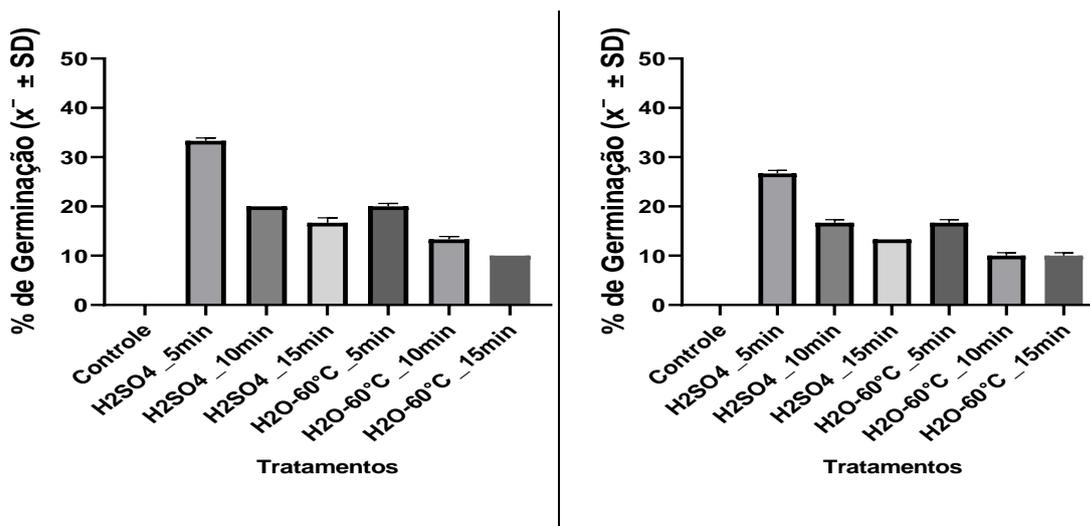


Figura 6: Percentagem de germinação das sementes de *Urochloa mocambicensis* nos diferentes tratamentos. A- placa de Petri com papel; B- areia.

A análise de variância, pelo Teste de Kruskal Wallis, mostrou diferenças significativas entre os tratamentos ($p = 0.0086$). Onde o tratamento em ácido sulfúrico a 5 minutos foi significativamente maior que o tratamento em água quente a 15 minutos ($p = 0.0095$).

Para o substrato areia, a análise de variância pelo Teste de Kruskal Wallis, mostrou diferenças significativas entre os tratamentos ($p = 0.0084$). Onde o tratamento em ácido sulfúrico a 5 minutos foi significativamente maior que o tratamento em água quente a 10 e 15 minutos respectivamente ($p = 0.0148$; $p = 0.0333$) (Figura 6).

7.3. Índice de velocidade de germinação (IVG)

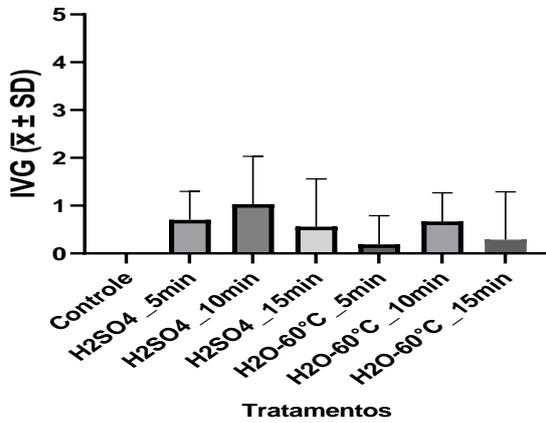
No tratamento controle, as sementes de *Chloris virgata*, *Eragrostis sp.*, *Panicum maximum* e *Urochloa mosambicensis*, registraram um Índice de velocidade de germinação nulo.

De acordo com os resultados, a espécie *Panicum maximum*, apresentou maior índice de Velocidade de Germinação (IVG) seguido da *Eragrostis sp.*, e da *Urochloa mosambicensis*. A espécie *Chloris virgata* apresentou índice de Velocidade de Germinação (IVG) relativamente menor.

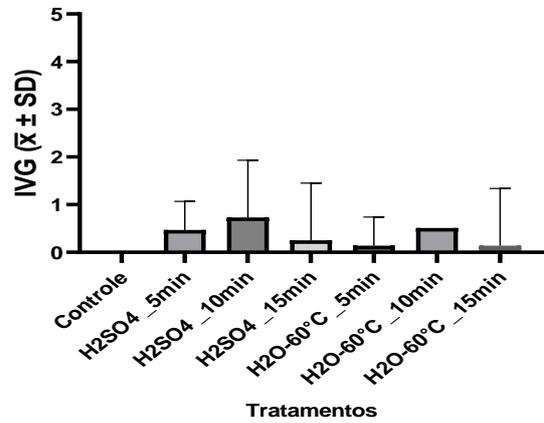
O tratamento que apresentou maior índice de Velocidade de Germinação (IVG) foi o de imersão das sementes em ácido sulfúrico (H₂SO₄), sendo que o melhor resultado foi encontrado no tempo de 10 minutos em ambos os substratos para *Chloris virgata*, *Eragrostis sp.*, *Panicum maximum* e 5 minutos para *Urochloa mosambicensis*., onde o substrato papel apresentou-se

favorável a um maior índice de Velocidade de Germinação (IVG), com IVG de 3.52 para *Panicum maximum* > 3.19 para *Eragrostis sp.* > 2.11 Para *Urochloa mosambicensis* > 1.03 para *Chloris virgata*.

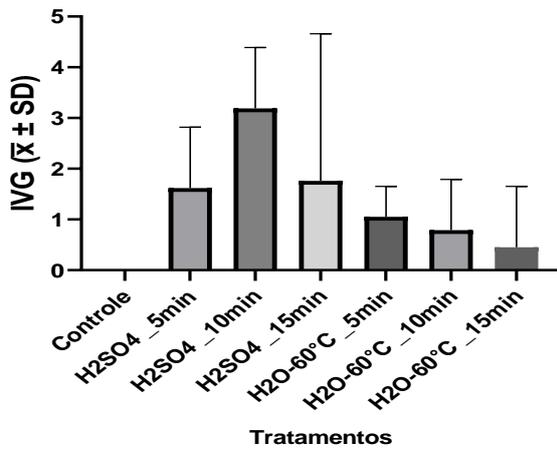
A



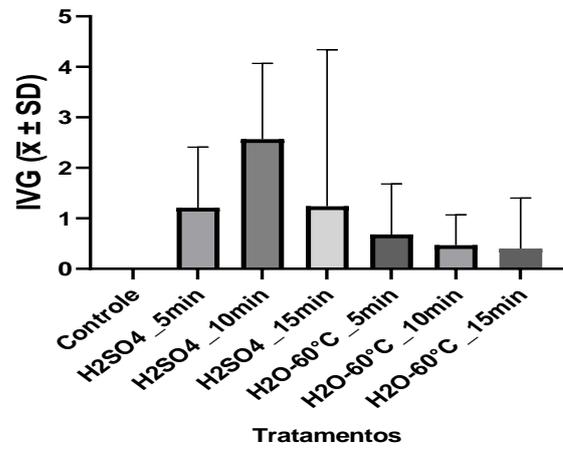
B



A



B



A

B

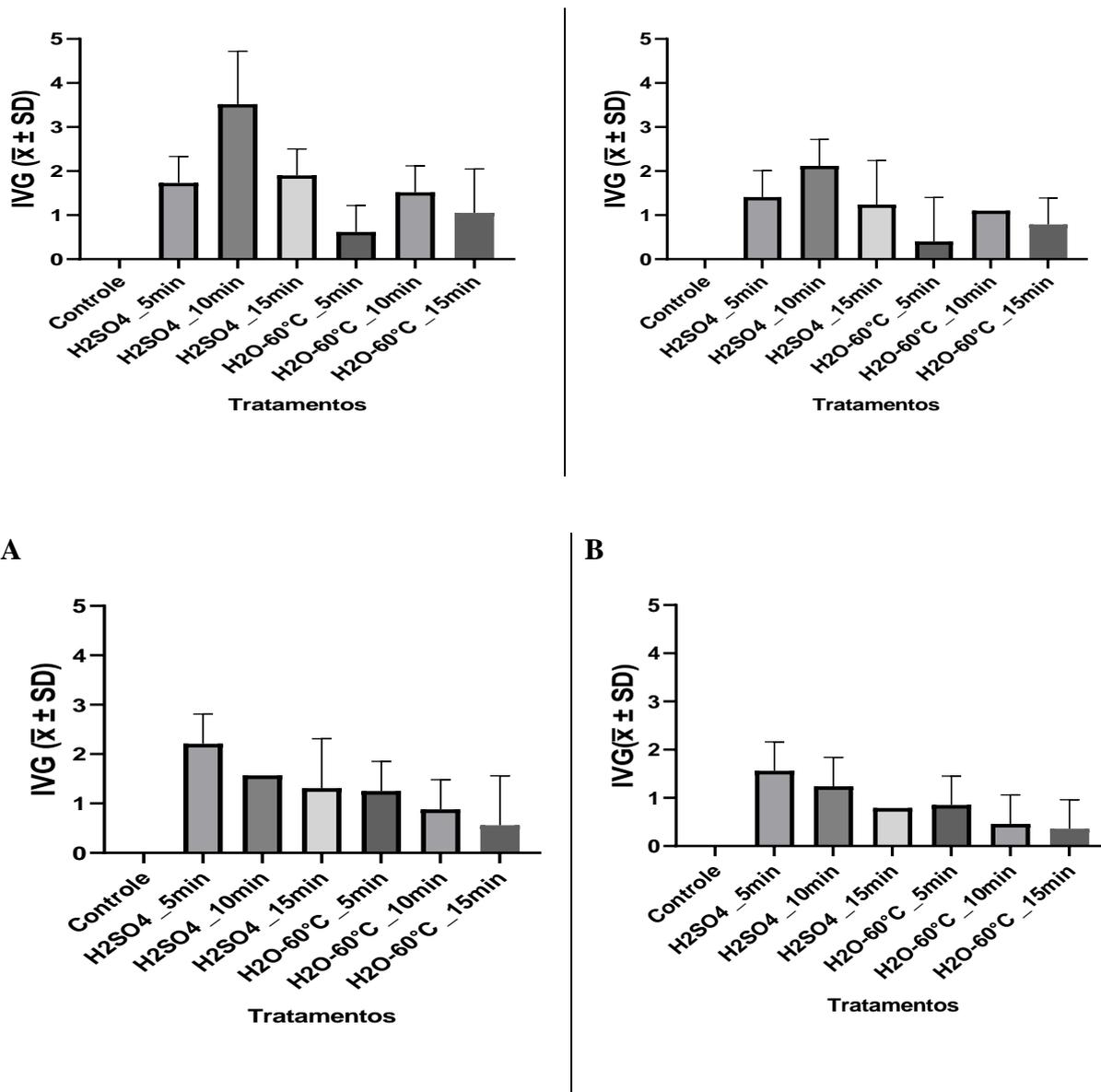


Figura 7: Índice de Velocidade de Germinação (IVG) das sementes de *Chloris virgata*, *Eragrostis sp.*, *Panicum maximum* e *Urochloa mosambicensis*. A- placa de Petri com papel; B- areia.

Em areia, a espécie *Eragrostis sp.*, apresentou maior índice de Velocidade de Germinação, com IVG de 2.7 > 2.16 para *Panicum maximum* > 1.56 para *Urochloa mosambicensis* > 0.73 para *Chloris virgata*.

Ainda na Figura 7, foi possível observar que os tratamentos utilizando a imersão em água quente, foram encontrados menores valores para índice de Velocidade de Germinação (IVG) em ambos os substratos, sendo que o melhor resultado foi encontrado no tempo de 10 minutos em ambos os substratos, para *Chloris virgata*, *Eragrostis sp.*, *Panicum maximum* e 5 minutos

para *Urochloa mosambicensis*., onde o substrato papel apresentou-se favorável a um maior índice de Velocidade de Germinação (IVG) (Figura 7).

7.4. Correlação entre a duração do tratamento com a percentagem de germinação e o índice de germinação

Para o substrato papel, o teste mostrou que houve correlação fraca negativa entre o tempo e a G% ($r = -0.1864$) e o IVG ($r = -0.1328$).

Para o substrato areia, o teste mostrou que houve correlação fraca negativa entre o tempo e a G% ($r = -0.1471$) e o IVG ($r = -0.1662$).

A

| Correlação | Tempo vs. G% | Tempo vs. IVG |
|------------|--------------|---------------|
| r | -0,1864 | -0,1328 |

B

| Correlação | Tempo vs. G% | Tempo vs. IVG |
|------------|--------------|---------------|
| r | -0,1471 | -0,1662 |

Tabela 2 – Correlação entre a duração do tratamento com a G% e o IVG. A- placa de Petri com papel; B- areia.

8. Discussão

8.1. Peso de mil sementes

As sementes foram classificadas pequenas de acordo com as Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009) por possuírem valor inferior a 200 gramas. As sementes estudadas apresentaram baixo peso provavelmente por terem menor quantidade de endosperma (Proginis, 1985).

Por outro lado, segundo o mesmo autor, a dimensão das sementes é um bom indicador da sua capacidade germinativa. Assim, dentro do mesmo lote, as sementes mais pequenas apresentam um menor poder germinativo comparativamente às sementes de tamanho médio ou grande.

8.2. Percentagem de germinação das sementes (G%)

No tratamento controlo as sementes de *Chloris virgata*, *Eragrostis sp.*, *Panicum maximum* e *Urochloa mosambicensis*, registraram germinação nula, indicando a presença de dormência nas sementes.

O melhor tratamento para a superação de dormência foi o de imersão das sementes em ácido sulfúrico (H₂SO₄), sendo que o melhor resultado foi encontrado no tempo de 10 minutos em ambos os substratos para *Chloris virgata*, *Eragrostis sp.*, *Panicum maximum* e 5 minutos para *Urochloa mosambicensis*.

Estes resultados corroboram com os resultados obtidos por Silva e Souza (2014), numa experiência com *B. brizanta* cv Marandu, em que o tratamento utilizando o ácido sulfúrico (H₂SO₄), apresentou uma maior germinação quando comparado ao tratamento térmico com a imersão em água quente, por diversos períodos. Cardoso *et al.* (2014) também relatam que ao comparar os dois métodos aqui descritos, em sementes de *Brachiaria Brizanta* cv Marandu, que o tratamento que obteve maior valor germinativo foi o utilizando o ácido sulfúrico.

Conforme Souza (2007) e Silva *et al.* (2014), as espécies do género *Brachiaria* possuem um tegumento duro e impermeável que pode influenciar os mecanismos de embebição e germinação, e o uso do H₂SO₄ confirmou que essa estrutura está presente nesta espécie, e que foi possível remover o tegumento com o ácido sulfúrico, melhorando a percentagem de germinação, o que provavelmente aconteceu neste estudo.

Estes resultados contrastam também com os obtidos por Toledo *et al.* (1995), segundo os quais verificaram em diferentes cultivares de *Panicum maximum* que a germinação das sementes escarificadas com H₂SO₄, foi inferior a das não escarificadas, mesmo quando não houve diferenças estatísticas significativas

Os menores valores para a quebra de dormência foram encontrados nos tratamentos utilizando a imersão em água quente, em ambos os substratos.

Segundo Grus *et al.* (1984) a principal limitação ao emprego do calor, como método de superação da dormência de sementes, reside no fato de que tal procedimento reduzir a viabilidade das sementes, tanto através da morte como por danos provocados ao embrião. Mesmo quando o tempo de imersão em água quente inferior a 1 e 2 minutos (menos do que o tempo implementado no presente estudo), tem sido relatada a morte de praticamente todas as sementes de espécies com dormência associada à impermeabilidade do tegumento (Maeda e Lago, 1986; Martins, 2019).

8.3.Índice de velocidade de germinação (IVG)

O Índice de Velocidade de Germinação (IVG) sofreu influência dos tratamentos no presente estudo, onde o tratamento que apresentou maior índice de Velocidade de Germinação (IVG) foi o de imersão das sementes em ácido sulfúrico (H₂SO₄), sendo que a maior percentagem resultado foi encontrado no tempo de 10 minutos em ambos os substratos para *Chloris virgata*, *Eragrostis sp.*, *Panicum maximum* e 5 minutos para *Urochloa mosambicensis*.

Estes resultados corroboram com os resultados obtidos por Cardoso *et al.* (2014) em *B. brizantha* MG-5 Vitória nos quais as sementes escarificadas com H₂SO₄ apresentaram maiores índices de velocidade de germinação em comparação à testemunha.

Corroboram também com os resultados obtidos por Carvalho (2015) com sementes de *Brachiaria brizantha*, cv. Marandu, nos quais o pré-tratamento com H₂SO₄ permitiu melhoria nos caracteres germinativos quando comparado ao tratamento sem ácido, mostrando que tal tratamento além de aumentar a germinação, possibilita que a mesma ocorra de forma acelerada.

8.4.Correlação entre a duração do tratamento com a percentagem de germinação e o índice de germinação

Tanto no substrato papel, assim como no substrato areia, o teste mostrou que houve correlação fraca negativa entre o tempo e a G% e o IVG. Ou seja, quanto maior o tempo de imersão menor será a G% e o IVG.

Estes resultados corroboram com os resultados obtidos por Galle (2018) testou os efeitos da escarificação com ácido sulfúrico por 5, 10 e 15 minutos em sementes de *Brachiaria brizantha* cv *Marandu*, e obtive os menores resultados no tratamento em ácido sulfúrico por 15 minutos.

9. Conclusão

O melhor tratamento para a superação de dormência foi o de imersão das sementes em ácido sulfúrico, durante 10 minutos em ambos os substratos (papel e areia respectivamente) para *Chloris virgata* (16.7 e 13.3) %, *Eragrostis sp.* (36.7 e 30.0) %, *Panicum maximum* (40.0 e 26.7) % e durante 5 minutos para *Urochloa mosambicensis* (33.3 e 26.7) %.

O tratamento que apresentou maior índice de Velocidade de Germinação (IVG) foi o de imersão das sementes em ácido sulfúrico (H_2SO_4), onde o substrato papel apresentou-se favorável a um maior índice de Velocidade de Germinação (IVG), com IVG de 3.52 para *Panicum maximum* > 3.19 para *Eragrostis sp.* > 2.11 Para *Urochloa mosambicensis* > 1.03 para *Chloris virgata*.

Em areia, a espécie *Eragrostis sp.*, apresentou maior índice de Velocidade de Germinação, com IVG de 2.7 > 2.16 para *Panicum maximum* > 1.56 para *Urochloa mosambicensis* > 0.73 para *Chloris virgata*.

10. Limitações

O presente estudo teve como limitações a falta do reagente tetrazólio, que é usado para determinar a viabilidade das sementes.

11. Referências bibliográficas

- Alves, M.C.S. Medeiros-Filho, S. Andrade-Neto, M; Teofilo, E.M. (2000). Superação da dormência em sementes de *Bauhinia monandra* Britt. e *Bauhiniaungulata* L. - *Caesalpinoideae*. V.22, N.2, pp.139-144. Londrina, Revista Brasileira de Sementes.
- Baskin, C.C. & Baskin, J.M. (1998). Seeds: ecology, biogeography and evolution of dormancy and germination. 666p. San Diego, Academic Press.
- Baskin, C. C., Baskin, J. M. (2001) Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination. 666p. San Diego, Academic Press.
- Baskin, C.C. & Baskin, J.M. (2004). A classification system for seed dormancy. *Seed Science research*, 14: 1-16.
- Popinigis, F. Fisiologia da semente. Brasília: s.n., 1985. 289 p.
- Brancalion, P. H. S., Marcos Filho, J. (2008) Distribuição da germinação no tempo: causas e importância para a sobrevivência das plantas em ambientes naturais. *Informativo Abrates*, v. 18, p. 11-17.
- Bewley, J.D. & Black, M. (1994). Seeds: Physiology, Development and germination. 2ª edição, 445p. , New York. Plenum Press.
- Borghetti, F. (2000). Ecofisiologia da germinação das sementes, V.8, N.1, pp. 149-180. Brasília, Universa.
- Brasil (1992) Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Regras para análise de sementes. 365p. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV.
- Cardoso, V.J.M. (2009) Conceito e classificação da dormência em sementes., *Oecologia Brasiliensis* V.13, N.4, pp.619-631.
- Carvalho, N. M. de; Nacagawa, J. (2000) Sementes: ciência, tecnologia e produção. Funep, 4ª edição. 588 p.
- Carvalho, N. M.; Nakagawa, J. (2012) Sementes: ciência, tecnologia e produção. 5ª edição., p. 590. Jaboticaba, Funep.
- Castro, P. R. C. ; Kluge, R. A. ; Peres, L. E. P. (2005) Manual de fisiologia vegetal: teoria e prática. Piracicaba: Agronômica Ceres.
- Cícero, S.M. (1986) Dormência de sementes. In: *Semana de Atualização em Produção de Sementes*, Piracicaba, Trabalhos apresentados. Pp 41-74. Campinas: Fundação Cargill.

- Dallwitz, M.J. (1990). Gramíneas da África Austral. Memórias da Pesquisa Botânica da África do Sul. 58:437. Pretória, National Botanic Gardens/Botanical Research Institute.
- Dutra, J. D.; Rodrigues, A. P. D. A. C.; Pereira, S. R.; Laura, V. A. (2015) Heat treatment to overcome seeds dormancy of *Panicum maximum* cultivars (Poaceae). African Journal of Agricultural Research, v. 10, n. 50, p. 4616-4622.
- Ellis, R.H.; Hong, T.D. e Roberts, E.H. (1985) - Handbook of seed technology for genebanks: compendium of specific germination information and test recommendations. V.2, N.1: 211-667. Roma: IBPGR.
- Floriano E. P. (2004) Germinação e dormência de sementes florestais. Santa Rosa. Caderno Didático n. 2 (1), p. 19.
- Ferreira, G.; Pegorin, P., Seraphim, R. G.; Torres, A. M., Ferreira, J. J. S.; Delgado, T.; Mendes, C. R. L. G.; Valerio, Z.; Neves, T. G.; Silva, A. P. R.; Souza, E. P.; Honorio, A. B. M.; Corrêa, P. L. C.; Pereira, A. E.; e Cardoso, C. P. (2022). Dormência de sementes: provocações e reflexões. In *repositorio.unesp.br*. Unesp/Instituto de Biociências de Botucatu.
- Finch-Savage, G. Leubner-Metzger & WE. (2006). Dormência de sementes e controle de germinação. Novo Fitologista, 171: 501-523.
- Finkelstein, R.; Reeves, W.; Ariizumi, T. & Steber, C. (2008). Molecular aspects of seed dormancy. *Annual Review Plant Biology*, 59: 387-415.
- Galle, NBC (2018). Avaliação de métodos para superação da dormência em sementes de Brachiaria (SYN Urochloa) brizantha cv. Marandu. 50 Pp. Monografia (Graduando em Engenharia Agrícola e Ambiental) – Universidade Federal de Mato Grosso.
- Gibbs, R.G.E; Watson L.; Koekemoer, M.; Smook, L.; Barker, N.P.; Anderson, H.M. e Mcivor, JG (1992). Urochloa mosambicensis(Hack.) Dandy. Pudoc Scientific Publishers, 4:230-231.
- Guimaraes, R.M.; Oliveira, J.A.; Vieira, A.R. (2006) Aspectos fisiológicos de sementes. Informe Agropecuário, v. 27, n. 232, p.40-50, Belo Horizonte.
- Laboriau, L.G. (1983). A germinação das sementes. Secretaria Geral da OEA, 174p. Washington.
- Marcos Filho, J.; Cicero, S.M.; Silva, W.R. (1987) Avaliação da qualidade das sementes. Piracicaba: FEALQ, 230p., P. 55-56.
- Marcos Filho, J. (2005) Fisiologia de sementes de plantas cultivadas. FEALQ, V.12, Piracicaba.

- Marcos Filho, J. (2015) Fisiologia de sementes de plantas cultivadas. Biblioteca de Ciências Agrárias Luiz de Queiroz, p. 495. Piracicaba: Fealq
- Maguire, J. D. (1962) Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. Crop Science, Madison, V.2, N.2, pp.176-177.
- Medeiros Filho, S., Franca, E. A., Innecco, R. (2002) Germinação de sementes de *Operculina macrocarpa* (L.) Farwel e *Operculina alata* (Ham.) Urban. Revista Brasileira de Sementes, V.24, N.2, pp.102-10.
- Medeiros Filho, S., Franca, E. A., Innecco, R. (2002) Germinação de sementes de *Operculina macrocarpa* (L.) Farwel e *Operculina alata* (Ham.) Urban. Revista Brasileira de Sementes, v. 24, n. 2, p.102-10.
- Martins, M. G., (2019) Dormência e qualidade fisiológica de sementes de *Panicum maximum* 62 p. (Dissertação - Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina.
- Mori, E. S., Pina-Rodrigues, F. C. M., Freitas, N. P. (2012) Sementes florestais Guia para germinação de 100 espécies nativas. N.1. São Paulo: Instituto Refloresta.
- Moraes, J.V. (2007) Morfologia e germinação de sementes de *Poecilanthe parviflora* Bentham (FABACEAE - FABOIDEAE). 88 p. Dissertação (Mestrado) – Curso de Agronomia, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Unesp.
- Piroli, E. L., Custodio, C. C., Rocha, M. R. V. D., e Udenal, J. L. (2005) Germinação de sementes de canafístula *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. tratadas para superação da dormência. In: **Colloquium Agrariae**, v.1, n.1, p.13-1.

- Santos, C. E. M., Morgado, M. A. D., Matias, R. G. P., Wagner Junior, A., Bruckner, C. H. (2015) Germination and emergence of passion fruit (*Passiflora edulis*) seeds obtained by self-and open-pollination. Acta Scientiarum. Agronomy, V.37, N.4, pp. 489-493.
- Smiderli, O.J. e Gianluppi, V. (2009) - *Análise de Sementes de Gramíneas Forrageiras Tropicais*. Boa Vista-RR: Embrapa Roraima, (Documento 13), 16 pp.
- Souza Junior, C. N., e Brancalion, P. H. S. (2020). *Sementes & Mudas: guia para propagação de árvores brasileiras* (2.ed.). Oficina de Textos.
- Taiz, L., Zeiger, E., Moller, I. M., & Murphy, A. (2017). *Fisiologia e desenvolvimento vegetal* (6.ed.). Artmed.
- Taiz, L. e Zeiger, E. (2004) - *Fisiologia Vegetal*. 3 Ed, 719 p. Porto Alegre: Artmed Editora

- Taiz, L., Zeiger, E. (2013) *Fisiologia Vegetal*. 5.ed. 954p. Porto Alegre: Artemed.
- Torres, I. C. (2008) Presença e tipos de dormência em sementes de espécies arbóreas da Floresta Ombrófila Densa. (Tese de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal – UFSM, Florianópolis – SC).
- Usberti, R.; Martins, L. (2007) Sulphuric acid scarification effects on *Brachiaria brizantha*, *B. humidicola* and *Panicum maximum* seed dormancy release. **Revista brasileira de sementes**, v. 29, n. 2, p. 143-147.

12. Apêndices

Tabela 1: Tabela apresentando o P values de comparação múltipla do Teste Kruskal-Wallis com $\alpha=0,05$ no papel.

| Espécie | Dunn's multiple comparisons test | Adjusted P Value |
|-------------------------------|--|------------------|
| <i>Chloris virgata</i> | H ₂ SO ₄ _10min vs. H ₂ O-60°C _5min | 0,0256 |
| <i>Eragrostis sp</i> | H ₂ SO ₄ _10min vs. H ₂ O-60°C _15min | 0,0184 |
| <i>Panicum maximum</i> | H ₂ SO ₄ _10min vs. H ₂ O-60°C _5min | 0,0103 |
| <i>Urochloa mosambicensis</i> | H ₂ SO ₄ _5min vs. H ₂ O-60°C _15min | 0,0095 |

Tabela 2: Tabela apresentando o P values de comparação múltipla do Teste Kruskal-Wallis com $\alpha=0,05$ na areia.

| Espécie | Dunn's multiple comparisons test | Adjusted P Value |
|-------------------------------|---|------------------|
| <i>Panicum maximum</i> | H ₂ SO ₄ _10min vs. H ₂ O-60°C _5min | 0,0168 |
| <i>Urochloa mosambicensis</i> | H ₂ SO ₄ _5min vs. H ₂ O-60°C _10min | 0,0148 |
| | H ₂ SO ₄ _5min vs. H ₂ O-60°C _15min | 0,0333 |

Tabela 3: Tabela apresentando o P values de comparação múltipla do Teste de ANOVA com $\alpha=0,05$ para o peso de mil sementes.

| Tukey's multiple comparisons test | Adjusted P Value |
|--|------------------|
| <i>Cloris virgata vs. Eragrostis sp</i> | <0,0001 |
| <i>Cloris virgata vs. Panicum maximum</i> | <0,0001 |
| <i>Cloris virgata vs. Urocloa mocambicensis</i> | <0,0001 |
| <i>Eragrostis sp vs. Panicum maximum</i> | <0,0001 |
| <i>Eragrostis sp vs. Urocloa mocambicensis</i> | <0,0001 |
| <i>Panicum maximum vs. Urocloa mocambicensis</i> | <0,0001 |