



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL  
CAMPUS DE LARANJEIRAS DO SUL  
CURSO DE AGRONOMIA**

**PAULO CEZAR QUEIROZ CHAPIESKI**

**CONCENTRAÇÕES DE ÁCIDO SULFÚRICO NA SUPERAÇÃO DE  
DORMÊNCIA DE SEMENTES DE *Fragaria x ananassa* Duch.**

**LARANJEIRAS DO SUL**

**2017**

**PAULO CEZAR QUEIROZ CHAPIESKI**

**CONCENTRAÇÕES DE ÁCIDO SULFÚRICO NA SUPERAÇÃO DE  
DORMÊNCIA DE SEMENTES DE *Fragaria x ananassa* Duch.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul, como requisito para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Roberson Dibax

**LARANJEIRAS DO SUL**

**2017**

## PROGRAD/DBIB - Divisão de Bibliotecas

Chapieski, Paulo Cezar Queiroz  
Concentrações de ácido sulfúrico na superação de  
dormência de sementes de fragaria x ananassa duch./  
Paulo Cezar Queiroz Chapieski. -- 2017.  
27 f.:il.

Orientador: Roberson Dibax.  
Trabalho de conclusão de curso (graduação) -  
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de  
agronomia , Laranjeiras do Sul, PR, 2017.

1. Escarificação química. 2. Germinação. 3. Vigor .  
I. Dibax, Roberson, orient. II. Universidade Federal da  
Fronteira Sul. III. Título.

**PAULO CEZAR QUEIROZ CHAPIESKI**

**CONCENTRAÇÕES DE ÁCIDO SULFÚRICO NA SUPERAÇÃO  
DE DORMÊNCIA DE SEMENTES DE *Fragraria x ananassa*  
Duch**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado como requisito para obtenção de grau de Bacharel em Agronomia com Ênfase em Agroecologia da Universidade Federal da Fronteira Sul - Campus Laranjeiras do Sul (PR).

Orientador: Prof. Dr. Roberson Dibax

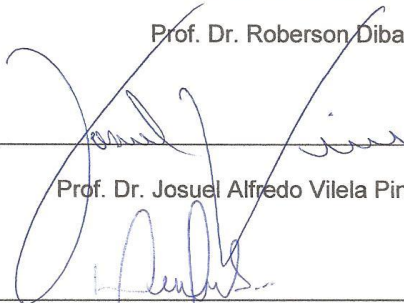
Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e aprovado pela banca em:

16 / 02 / 2017

**BANCA EXAMINADORA**



Prof. Dr. Roberson Dibax



Prof. Dr. Josuel Alfredo Vilela Pinto - UFFS

  
Engº. Agrônomo Diones Bartoski dos Santos

## Agradecimentos

À Deus,

Aos meus pais Adilson Chapieski e Renesci Lamar Queiroz Chapieski e minha namorada Larissa Schlichting da Silva por todo o apoio e confiança que depositaram em mim, bem como os demais familiares.

À todos os meus professores que não mediram esforços em incentivar e passar seu conhecimento ao longo da graduação exercendo papel fundamental na minha caminhada até aqui.

Aos meus amigos e colegas que sempre me apoiaram e ajudaram nos momentos de dificuldades, inclusive na execução deste trabalho.

E por fim, ao meu professor e orientador e amigo Roberson Dibax por me oferecer todo auxílio possível, conhecimento, conselhos, dedicação e paciência para a realização deste trabalho.

## RESUMO

As sementes de morango *Fragaria x ananassa* Duch, apresentam a característica de dormência exógena, sendo necessário para a sua germinação estratégias de superação de dormência. O experimento foi realizado no laboratório de fisiologia vegetal nas dependências da Universidade Federal da Fronteira Sul. No presente trabalho foi realizada a escarificação química com ácido sulfúrico nas concentrações de 0, 20, 40, 60, 80 e 100%. Após 7 dias foram avaliadas a (%) emergência e vigor o qual foram utilizados os métodos de primeira contagem, identificando as plântulas normais no 7º dia pós semeadura e índice de velocidade de emergência determinados com a metodologia das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009) . O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente ao acaso, com seis tratamentos e quatro repetições de 50 sementes por unidades experimentais. De acordo com os resultados obtidos o tratamento com ácido sulfúrico mostrou-se eficaz na superação da dormência e proporcionou aumento na porcentagem de germinação (48% de plântulas normais na concentração de 80% de ácido sulfúrico) e a velocidade de emergência. Os melhores resultados observados foram obtidos com a utilização da concentração de 80% de ácido sulfúrico, no qual observou-se emergência de 48% e vigor de 1,5. No entanto a concentração de 100% de ácido sulfúrico foi responsável pela morte de 60,5% das sementes.

**Palavras-chave:** Escarificação química. Germinação. Vigor

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – a) sementes devidamente separadas nos béqueres b) pesagem dos papéis mata-borrão.....	18
Figura 2 – Sementes pesadas após processo secagem na estufa a 105° C. ....	19
Figura 3 – a) Identificação dos tratamentos b) acomodação das sementes dentro dos gerbox®.....	19
Figura 4 – Avaliação das plântulas normais retiradas do tratamento 4 (R3). ....	21
Figura 5 – plântula anormal devido ao não desenvolvimento de raiz.....	22
Figura 6 – Sementes mortas no tratamento 5 com 100% de concentração de H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> . .....	23
Figura 7 - Efeito do ácido sulfúrico na quebra de dormência e germinação de sementes de morango (Fragaria x ananassa Duch) após 28 dias.....	24
Figura 8 - Índices de velocidade de emergência de sementes (IVE) de Fragaria ananassa Duch. após 28 dias em diferentes concentrações de H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> . ....	25

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Efeito do ácido sulfúrico na quebra de dormência e germinação de sementes de morango (Fragaria x ananassa Duch) após 28 dias.....	23
Tabela 2. Médias dos índices de velocidade de emergência de sementes de Fragaria ananassa Duch. após 28 dias em diferentes concentrações de H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .....	24



## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	10
2. OBJETIVOS .....	11
2.1. OBJETIVO GERAL .....	12
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	12
3. JUSTIFICATIVA .....	12
4. REFERENCIAL TEÓRICO .....	12
4.1. MORANGUEIRO: DESCRIÇÃO .....	12
4.2. IMPORTÂNCIA AGRONÔMICA E ECONÔMICA .....	13
4.3. MELHORAMENTO GENÉTICO DO MORANGUEIRO .....	14
4.4. IMPORTÂNCIA DA GERMINAÇÃO DAS SEMENTES DO MORANGUEIRO .....	15
4.5. MÉTODOS DE SUPERAÇÃO DA DORMÊNCIA DE SEMENTES DE MORANGUEIRO .....	16
5. MATERIAL E MÉTODOS .....	17
5.1 OBTENÇÃO DO MATERIAL VEGETAL E LOCAL DE REALIZAÇÃO DOS EXPERIMENTOS .....	17
5.2 EFEITO DO ÁCIDO SULFÚRICO NA SUPERAÇÃO DE DORMÊNCIAS DAS SEMENTES DE <i>Fragaria ananassa</i> Duch. ....	18
5.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	20
7. CONCLUSÕES .....	25
8. REFERÊNCIAS .....	26

## 1. INTRODUÇÃO

O morangueiro, pertencente à família Rosaceae. O morango cultivado *Fragaria x ananassa* Duch foi obtido através do cruzamento de duas espécies originárias das Américas (*Fragaria virginiana* x *Fragaria chiloensis*). No século XVII cultivou-se, em fileiras alternadas, *F. chiloensis*, trazida do Chile e *F. virginiana*, a partir do que se obtiveram híbridos classificados como *F. ananassa*. É uma planta perene, que possui hábito de crescimento rasteiro e características herbáceas (EMBRAPA, 2005).

O morango é uma fruta amplamente apreciada pelos consumidores, devido ao sabor agradável, aroma, coloração e propriedades nutricionais e medicinais. Apresenta elevado teor de vitamina C e ácido fólico, além de poder antioxidante relacionado aos compostos fenólicos e pigmentos e alta quantidade de ácido elágico, componente este com propriedades antimutagênicas e anticancerígenas (COCCO, 2010).

Apesar de ser típico de países frios, o morangueiro adapta-se amplamente às mais diversas condições climáticas, graças à grande diversidade genética, que conta com inúmeras variedades e híbridos em todo o mundo. Hoje, é a espécie de maior expressão econômica entre as pequenas frutas. (COCCO, 2010).

No Brasil, a cultura encontra-se difundida em regiões de clima temperado e subtropical, onde se produz morango para consumo *in natura* e também para industrialização. Trata-se de uma importante atividade econômica, principalmente em pequenas propriedades rurais que utilizam mão-de-obra familiar (RADMANN, 2006).

A busca por alternativas rentáveis pelos pequenos produtores fez com que, no ano de 2008, a área plantada com morango no Brasil crescesse cerca de 10% (VAILAT et al., 2010).

A elevada procura por frutos do morangueiro na última década representou um dos maiores aumentos na taxa de consumos entre as pequenas frutas. Seguindo essa tendência, espera-se aumento contínuo da produção, preço de venda e consumo de morango nos próximos anos (GALVÃO, 2014).

Segundo a Secretaria de Estado de Agricultura e do Abastecimento – SEAB (2012), a produção de morango paranaense em 2012 foi de 17990 toneladas cultivadas em uma área de 615ha, sendo o município de Laranjeiras do Sul responsável por 17 toneladas. Cerca de 50% da produção do Estado provém de

pequenas cidades da Região Metropolitana de Curitiba. Com mão de obra familiar, as propriedades variam entre 0,2 e 2,0 ha, gerando em torno de 550 serviços diretos e indiretos por hectare plantado (VAILATI et al., 2010).

O Instituto Agrônomo de Campinas e a Universidade da Flórida utilizam de técnicas de cruzamento dentro do processo de melhoramento do morangueiro, coletam os pseudofrutos provenientes do cruzamento e extraem os aquênios com a ajuda de um liquidificador, as sementes viáveis são então separadas e colocadas para secar. As plantas originadas dessas sementes que apresentam características desejadas pelo melhorista, principalmente quanto a qualidade dos frutos, tolerância a doenças e potencial produtivo são levadas ao campo para serem observadas minuciosamente e posteriormente replicadas (GALVÃO, 2014).

Tendo em vista esta etapa de germinação dentro do processo de melhoramento, é possível constatar a sua importância para a conclusão de um trabalho de melhoramento de morangos visto que é necessário haver o cruzamento de genótipos de interesse.

No entanto, os aquênios, considerados as sementes do morango, possuem dormência tegumentar ocasionada pela impermeabilidade da água na testa e no pericarpo caracterizado como dormência exógena. Além disso, o pericarpo funciona como uma barreira, impedindo a expansão e germinação do embrião devido a sua espessura (GALVÃO, 2014).

Devido a essas condições é necessário que se realize um processo que possibilite a germinação da semente.

Para a germinação *in vitro* de sementes de morango EIDAN (2012) concluiu em seu trabalho que para haver germinação *in vitro* deve-se retirar as camadas externas do aquênio por meio de métodos de escarificação mecânica ou química. Os tratamentos com escarificação com lixa comercial e imersão em solução de ácido sulfúrico 10% por 10 minutos apresentaram respectivamente, 84,3 e 62,6% de germinação.

## **2. OBJETIVOS**

## 2.1. OBJETIVO GERAL

Verificar o efeito das concentrações de ácido sulfúrico na superação de dormência na germinação de sementes de morangueiro (*Fragaria ananassa*)

## 2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar a concentração do ácido sulfúrico mais apropriada para a quebra de dormência das sementes de morango
- Determinar a concentração de ácido sulfúrico que permita a germinação sem danificar as plântulas.
- Comparar o vigor das sementes de morango em resposta as diferentes concentrações de ácido sulfúrico.

## 3. JUSTIFICATIVA

O morango (*Fragaria ananassa*), possui grande potencial econômico devido a importância na olericultura e seu valor de comercialização, podendo ser uma importante fonte de renda para agricultores da região de Laranjeiras do Sul. A quebra de dormência de sementes de *Fragaria ananassa* será de grande importância para futuros trabalhos de melhoramento genético convencional a partir da hibridação (cruzamento) entre genótipos de interesse agrônômico e obtenção de linhagens superiores de morangueiros, visto que para o produtor, a propagação sexuada não é recomendada. A necessidade de estudos envolvendo a quebra de dormência e germinação de sementes de morangueiro caracteriza-se de fundamental importância devido a escassez de trabalhos relacionados ao tema.

## 4. REFERENCIAL TEÓRICO

### 4.1. MORANGUEIRO: DESCRIÇÃO

O morangueiro pertencente à família Rosaceae. O morango cultivado *Fragaria x ananassa* Duch foi obtido através do cruzamento de duas espécies originárias das

Américas (*Fragaria virginiana* x *Fragaria chiloensis*). No século XVII cultivou-se, em fileiras alternadas, *F. chiloensis*, trazida do Chile e *F. virginiana*, a partir do que se obtiveram híbridos classificados como *F. ananassa* (EMBRAPA, 2005). É uma planta perene, que possui hábito de crescimento rasteiro e características herbáceas. Pertence a divisão Magnoliophyta, Classe Magnoliopsida, Subclasse Rosidae, Ordem Rosales, Família Rosaceae, Gênero *Fragaria* L. e espécie *Fragaria x ananassa* Duch (FRANQUEZ, 2008).

O receptáculo floral ou pseudofruto, que apresenta polpa avermelhada, contém os frutos verdadeiros, chamados de aquênios assemelhando-se a pequenas sementes de coloração escura e que ficam presos ao receptáculo (COCCO, 2010).

A reprodução pode ser feita de maneira vegetativa, através dos estolões que formam as mudas comerciais ou sexuada por meio das sementes que estão contidas nos aquênios. A propagação utilizada comercialmente é a vegetativa, em quanto que as sementes são utilizadas para o melhoramento genético da espécie (COCCO, 2010).

#### 4.2. IMPORTÂNCIA AGRONÔMICA E ECONÔMICA

O morango é uma fruta amplamente apreciada pelos consumidores, devido ao sabor agradável, aroma, coloração, propriedades nutricionais e medicinais. Apresenta elevado teor de vitamina C e ácido fólico, além de poder antioxidante relacionado aos compostos fenólicos e pigmentos e alta quantidade de ácido elágico, componente este com propriedades antimutagênicas e anticancerígenas (COCCO, 2010).

Apesar de ser típico de países frios, o morangueiro adapta-se amplamente às mais diversas condições climáticas, graças à grande diversidade genética, que conta com inúmeras variedades e híbridos em todo o mundo. Hoje, é a espécie de maior expressão econômica entre as pequenas frutas (RADMANN, 2006).

No Brasil, a cultura encontra-se difundida em regiões de clima temperado e subtropical, onde se produz morango para consumo *in natura* e também para industrialização. Trata-se de uma importante atividade econômica, principalmente em pequenas propriedades rurais que utilizam mão-de-obra familiar (RADMANN, 2006).

A busca por alternativas rentáveis pelos pequenos produtores fez com que, no ano de 2008, a área plantada com morango no Brasil crescesse cerca de 10% (VAILAT et al., 2010).

A elevada procura por frutos do morangueiro na última década representou um dos maiores aumentos na taxa de consumo entre as pequenas frutas. Seguindo essa tendência, espera-se um aumento contínuo da produção, preço de venda e consumo de morango nos próximos anos (GALVÃO, 2014).

Segundo a Secretaria de Estado de Agricultura e do Abastecimento – SEAB (2012), a produção de morango paranaense em 2012 foi de 17990 toneladas cultivadas em uma área de 615ha, sendo o município de Laranjeiras do Sul responsável por 17 toneladas. Cerca de 50% da produção do Estado provém de pequenas cidades da Região Metropolitana de Curitiba. Com mão de obra familiar, as propriedades variam entre 0,2 e 2,0 ha, gerando em torno de 550 serviços diretos e indiretos por hectare plantado (VAILATI et al., 2010).

#### 4.3. MELHORAMENTO GENÉTICO DO MORANGUEIRO

Devido à importância comercial da cultura, os produtores têm adotado novas tecnologias, visando principalmente o aumento da produtividade, entre elas a introdução de novas cultivares. As características da planta comumente consideradas nos programas de melhoramento do morangueiro são: produtividade, vigor, hábito de frutificação (sensibilidade ao fotoperíodo), tempo e uniformidade de maturação, resistência ao frio, resistência a geadas (flores), tolerância a altas temperaturas, período de dormência e resistência a doenças e pragas. E as características do fruto são: flavor (sabor e aroma), tamanho, simetria, formato, firmeza e cor da polpa e da epiderme, brilho, fácil separação do cálice, teor de vitaminas, teor de sólidos solúveis, acidez e resistência a podridões (CASTRO, 2004).

O melhoramento do morangueiro provavelmente foi iniciado quando índios desconhecidos que habitavam o Chile, ainda na América pré-Colombiana, selecionaram plantas silvestres com frutos de excepcional tamanho. Os primeiros cruzamentos possivelmente foram realizados por Duchesneem 1760, quando estudava e caracterizava as espécies de morangueiro existentes (CASTRO, 2004). No Brasil, os trabalhos de melhoramento genético do morangueiro iniciaram em 1941, sendo que no Sul do Brasil, os trabalhos de melhoramento genético do morangueiro iniciaram no início da década de 1950, na Estação Experimental de Pelotas. Já na década de 1990, foram lançadas as cultivares Vila Nova, Santa Clara e Bürkley, a

primeira de duplo propósito e as duas últimas destinadas ao processamento industrial, desenvolvidas na Embrapa Clima Temperado (CASTRO, 2004).

Segundo Castro (2014), vários trabalhos mostram que cruzamentos entre diferentes espécies de *Fragaria* são importantes para estudos genéticos e também para a ampliação da base genética do morangueiro cultivado. O principal objetivo para o melhoramento é introduzir características únicas presentes nas espécies silvestres nas cultivares comerciais. Além disso existem royalties pagos aos melhoristas pela proteção de cultivares, haja vista a grande dificuldade de obtenção destas (GALVÃO, 2014).

A firmeza da polpa e a resistência da epiderme são características de extrema importância, especialmente para as cultivares destinadas à produção de fruto para consumo in natura, pois, além de permitir melhor manuseio e transporte, conservam as qualidades organolépticas por mais tempo, aumentando significativamente o período de comercialização (OLIVEIRA et al., 2012).

As espécies silvestres mais utilizadas em cruzamentos são *F. chiloensis* e *F. virginiana*, octóploides ( $2n=8x=56$ ), que hibridizam facilmente com as demais cultivares, fazendo com que seja o caminho mais fácil e rápido para incorporar caracteres importantes as novas cultivares (GALVÃO 2014).

É grande a diversidade de germoplasma de *Fragaria* existente no mundo e que pode ser coletado e utilizado no melhoramento, tendo em vista os atributos para a maioria dos caracteres que influenciam no crescimento e desenvolvimento da cultura (FRANQUEZ, 2008).

#### 4.4. IMPORTÂNCIA DA GERMINAÇÃO DAS SEMENTES DO MORANGUEIRO

O Instituto Agrônomo de Campinas e a Universidade da Florida em suas técnicas de cruzamento dentro do processo de melhoramento do morangueiro, coletam os frutos provenientes do cruzamento e extraem as sementes com a ajuda de um liquidificador, as sementes viáveis são então separadas e colocadas para secar. As plantas originadas dessas sementes que apresentam boa qualidade, principalmente quanto aos frutos, são levadas ao campo para serem observadas minuciosamente (GALVÃO, 2014).

A propagação do morangueiro deve ser feita por sementes, quando se busca o melhoramento genético da espécie. Essa forma favorece a recombinação de genes,

aumentando a variabilidade genética das populações, permitindo, assim, a probabilidade de aparecerem indivíduos superiores (ANTUNES, 2011).

Considerando o processo de melhoramento constata-se a importância da germinação das sementes afim de obter novas gerações provenientes dos cruzamentos dos genótipos selecionados.

No entanto, os aquênios, considerados as sementes do morango, possuem dormência tegumentar ocasionada pela impermeabilidade da água na testa e no pericarpo. Além disso, o pericarpo funciona como uma barreira, impedindo a expansão e germinação do embrião devido a sua espessura (GALVÃO, 2014).

#### 4.5. MÉTODOS DE SUPERAÇÃO DA DORMÊNCIA DE SEMENTES DE MORANGUEIRO

As sementes do morangueiro possuem resistência a germinação, devido a impermeabilidade do pericarpo que impede a entrada de água, expansão e germinação do embrião (GALVÃO, 2014). Devido a essas condições é necessário que se realize um processo que possibilite a germinação da semente.

Por meio de experimento, Eidan (2012) mostrou que as sementes de morango não expostas a fotoperíodo tiveram germinação praticamente nula, o que comprova que são fotoblasticas positivas, necessitando de um fotoperíodo de 16 horas.

Para a retirada dos aquênios os frutos colhidos são misturados e colocados em um jarro de liquidificador próprio para a extração de sementes. Completa-se um quarto do jarro com água para então liga-lo por 10-15 segundos em três vezes. Após alguns segundos, a polpa irá para a parte superior do jarro e as sementes viáveis irão para parte inferior (GALVÃO, 2014).

Para a germinação *in vitro* de sementes de morango Eidan (2012) utilizou meio de cultura MS com 25% de concentração de sais minerais, acrescido de 30g/L de sacarose, 0,1 g/L de myo-inositol e 6g/L de ágar. O pH do meio ajustado em 5,8 e os meios esterilizados em autoclave a 120 °C durante 20 minutos.

Concluiu-se no mesmo trabalho que para que haja a germinação *in vitro* deve-se retirar as camadas externas do aquênio por meio de métodos de escarificação mecânica ou química. Os tratamentos com escarificação com lixa comercial e imersão em solução de ácido sulfúrico 10% por 10 minutos apresentaram respectivamente 84,3 e 62,6% de germinação. A adição de GA3 no meio de cultura apresentou



resultado significativo quando os aquênios foram armazenados sob refrigeração por 2 meses (EIDAN, 2012).

Çalışkan et al. (2012) utilizou tratamentos com GA3 em concentrações de 500 e 1000ppm por 24h na germinação de sementes de figo, obtendo resultados de até 100% de sucesso.

## 5. MATERIAL E MÉTODOS

### 5.1 OBTENÇÃO DO MATERIAL VEGETAL E LOCAL DE REALIZAÇÃO DOS EXPERIMENTOS

Antes da execução do presente trabalho, foi realizado um experimento preliminar no laboratório de fisiologia vegetal nas dependências da Universidade Federal da Fronteira Sul, campus Laranjeiras do Sul – PR, no qual os aquênios do morango da variedade Albion foram submetidos ao tratamento com ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) nas concentrações de 5, 10 e 15% dentro dos períodos de tempo de 5, 10 e 15 minutos. Apesar dos tratamentos com maior concentração de  $H_2SO_4$  e maior tempo de imersão apresentarem números superiores de plântulas normais chegando a média de 5,5% (15min. a 15% de concentração), não foi o suficiente para apresentar resultado significativo quando submetido ao teste de Tukey a 5%. Observou-se ainda uma grande porcentagem de sementes duras, ou seja, que ainda apresentam dormência, que neste caso chegou a média de 89,5%. Levando em consideração esses resultados, foi constatado que concentração de  $H_2SO_4$  não foi suficiente para romper o tegumento, sendo necessário aumentar as concentrações de  $H_2SO_4$ .

Os aquênios de *Fragaria x ananassa* Duch da variedade Albion foram adquiridos de um produtor do município de Laranjeiras do Sul e levados ao Laboratório para o processo de preparo do material vegetal. Os pseudofrutos foram higienizados com água corrente durante 5 minutos, após acondicionados em um jarro de liquidificador juntamente com 1 litro de água, onde foi ligado em baixa velocidade por 2 minutos afim de que as sementes não fossem danificadas. Os aquênios foram então coados em uma peneira e lavados em água corrente, por fim dispostos em papel toalha e postos para secar em temperatura ambiente por 24 horas.

## 5.2 EFEITO DO ÁCIDO SULFÚRICO NA SUPERAÇÃO DE DORMÊNCIAS DAS SEMENTES DE *Fragaria ananassa* Duch.

Nos tratamentos da escarificação química com o ácido sulfúrico, as sementes foram acondicionadas em béqueres (Figura1) e imersas com o ácido sulfúrico durante 10 min com as respectivas concentrações de 20, 40, 60, 80 e 100% e posteriormente lavadas em água destilada para retirar completamente os resíduos. Os aquênios foram submetidos à germinação em caixas de plástico gerbox<sup>®</sup> sobre o substrato composto de duas folhas de papel mata-borrão, umidificados com água destilada em quantidade pesando 2,5 vezes o peso do papel (Figura 1).

Figura 1 – a) sementes devidamente separadas nos béqueres b) pesagem dos papeis mata-borrão.



Fonte: Elaborado pelo autor

Paralelamente ao teste de germinação foi realizado a obtenção da umidade dos aquênios, utilizando o método da estufa a 105<sup>o</sup> C seguindo orientações das Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009) (Figura 2).

Figura 2 – Sementes pesadas após processo secagem na estufa a 105° C.



Fonte: Elaborado pelo autor

Os tratamentos foram identificados e incubados em BOD ajustada com um fotoperíodo de 16 horas e temperatura de 25°C, seguindo a metodologia utilizada por Eidan (2012) (Figura 3).

Figura 3 – a) Identificação dos tratamentos b) acomodação das sementes dentro dos gerbox®.



Fonte: Elaborado pelo autor

Os tratamentos permaneceram incubados por um período de 28 dias, e após este período foi feita a contagem final do número de plântulas normais, sementes mortas, sementes duras e plântulas anormais, sendo realizada a primeira contagem no 7º dia conforme instruções da Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009). Durante a condução do experimento foram realizadas irrigações diárias para manter a umidade adequada à emergência das sementes bem como a contagem de plântulas normais a partir do 7º dia de semeadura afim de obter o índice de velocidade de emergência de plântulas calculada pela fórmula determinada por MAGUIRE (1962):  $IVE = E1/N1 + E2/N2 + \dots + En/Nn$  onde IVE = índice de velocidade de emergência, E1, E2, ... En = número de plântulas normais computadas na primeira, segunda e até a última contagem. N1, N2, ... Nn = número de dias da semeadura à primeira, segunda até a última contagem.

Os parâmetros avaliadas foram: porcentagem de emergência (%), índice de velocidade de emergência de plântulas (IVE) e emergência na primeira contagem. Conforme as Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009) foram avaliadas as porcentagens (%) de plântulas normais, anormais, sementes duras e mortas.

### 5.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISE ESTATÍSTICA

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com 6 tratamentos e quatro repetições de 50 sementes cada. Os resultados foram submetidos a análise de variância e teste de Tukey à 5% de probabilidade e o software utilizado foi o Assistat®

## 6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os resultados obtidos, o grau de umidade da amostra das sementes puras foi de 16,9%. O tratamento no qual foi utilizado concentração de 80% de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (Tabela 1) apresentou um número de plântulas normais superior aos demais tratamentos (24 plântulas normais) (figura 4), dentro dos demais nenhuma diferenciou-se estatisticamente.

Figura 4 – Avaliação das plântulas normais retiradas do tratamento 4 (R3).



Fonte: Elaborado pelo autor

Para a variável plântulas anormais, o maior percentual ocorreu no tratamento com 0% de  $H_2SO_4$  (Tabela 1) (4,25 plântulas) (Figura 5), que não diferiu do tratamento com 20% (Tabela 1) (4,5 plântulas).

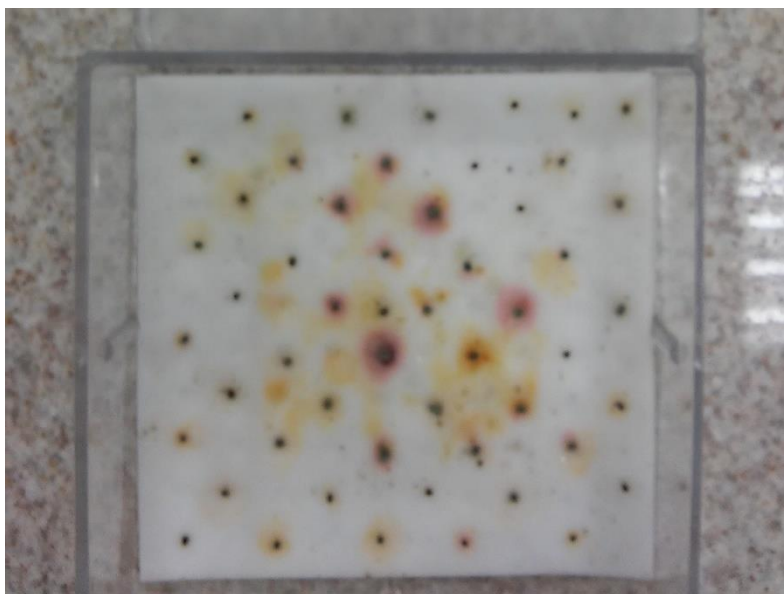
Figura 5 – plântula anormal devido ao não desenvolvimento de raiz.



Fonte: Elaborado pelo autor

Os tratamentos com 80 e 100% de concentração de  $H_2SO_4$  (Tabela 1) tiveram o menor número de sementes duras (14 e 12,5 sementes), ou seja, não germinadas, no entanto não diferenciaram-se, os demais não apresentaram diferença estatística entre si. Em relação ao número de sementes mortas, não houve diferença significativa entre testemunha e os tratamentos com concentrações de 20, 40 e 60%, (Tabela 1) este último não diferindo do tratamento com 80% (Tabela 1). O tratamento com concentração de 100% (Tabela 1) apresentou o maior número de sementes mortas (30,25 sementes), diferenciando-se dos demais (Figura 6).

Figura 6 – Sementes mortas no tratamento 5 com 100% de concentração de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.



Fonte: Elaborado pelo autor

Tabela 1. Efeito do ácido sulfúrico na quebra de dormência e germinação de sementes de morango (*Fragaria x ananassa* Duch) após 28 dias

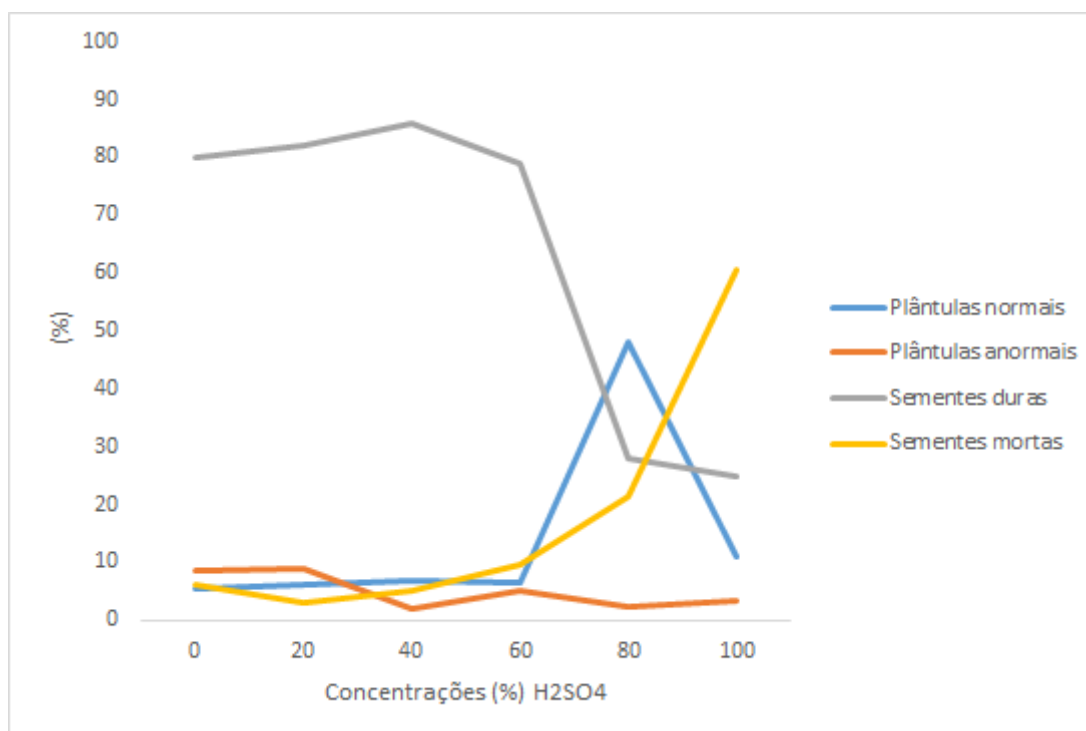
Concentrações (%)	Média nº de plantas normais	Média nº de plantas anormais	Média nº de sem duras	Média nº de sem mortas
0	2,75 b	4,25 ab	40,00 a	3,00 c
20	3,00 b	4,5 a	41,00 a	1,5 c
40	3,50 b	1 c	43,00 a	2,5 c
60	3,25 b	2,5 bc	39,5 a	4,75 bc
80	24,00 a	1,25 c	14,00 b	10,75 b
100	5,50 b	1,75 c	12,5 b	30,25 a

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

De acordo com os resultados obtidos, foi possível comprovar o mecanismo exógeno de dormência física das sementes de *Fragaria x ananassa* Duch, que após o tratamento com ácido sulfúrico na concentração de 80% responderam positivamente. Entretanto pode-se constatar que a concentração de 100% passou a ser nociva pois apresentou maior número de sementes mortas (Tabela 1). Esse fato pode estar relacionado aos efeitos danosos do ácido sulfúrico no embrião, uma vez que a escarificação química propicia a degradação do tegumento e pode vir a causar ruptura das células essenciais, o que favorece as injúrias mecânicas e a invasão de fungos, prejudicando, assim, a emergência (ALVES, 2006). Observando-se a Figura

7 é possível notar o maior número de sementes mortas conforme o aumento das concentrações de ácido sulfúrico.

Figura 7 - Efeito do ácido sulfúrico na quebra de dormência e germinação de sementes de morango (*Fragaria x ananassa* Duch) após 28 dias.



Fonte: Elaborado pelo autor

De acordo com os resultados obtidos, observou-se que o tratamento com 80% de concentração de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (Tabela 2) diferiu-se dos demais apresentando maior IVE (índice de velocidade de emergência).

Tabela 2. Médias dos índices de velocidade de emergência de sementes de *Fragaria ananassa* Duch. após 28 dias em diferentes concentrações de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

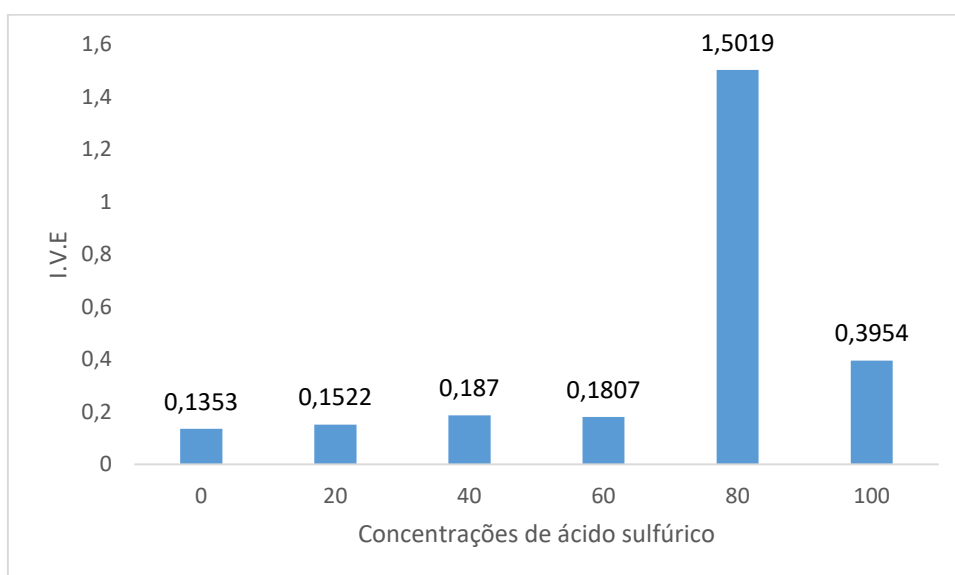
Concentrações (%)	Médias de índices de velocidade de emergência
0	0.13475 b
20	0.15175 b
40	0.18650 b
60	0.18025 b
80	1.50175 a
100	0.39500 b

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.



O tratamento testemunha juntamente com os tratamentos 20, 40 e 60% de concentração de  $H_2SO_4$  (Tabela 2) apresentaram menor IVE não diferenciando-se estatisticamente, pois a concentração de  $H_2SO_4$  não foi suficiente para superar a dormência. Quanto ao tratamento com concentração de 100% de  $H_2SO_4$  as sementes apresentaram-se danificadas pelo ácido no final do período de avaliação do experimento (28 dias) suficiente para que o IVE fosse prejudicado, conforme apresentado na Figura 8.

Figura 8 - Índices de velocidade de emergência de sementes (IVE) de *Fragaria ananassa* Duch. após 28 dias em diferentes concentrações de  $H_2SO_4$ .



Fonte: Elaborado pelo autor

O teste de vigor emergência na primeira contagem não teve resultado, visto que não houve germinação ao 7º dia pós semeadura.

## 7. CONCLUSÕES

O tratamento utilizando a escarificação química com ácido sulfúrico na concentração de 80% mostrou-se o mais eficiente na superação da dormência exógena das sementes de *Fragaria x ananassa* Duch, proporcionando maiores resultados de germinação e de vigor. Os tratamentos com concentrações a baixo de 80% não apresentaram efeitos significativos, acima desta concentração foi observado alta porcentagem de sementes mortas, sendo este o mais indicado para o tratamento de superação de dormência de sementes de morango.

## 8. REFERÊNCIAS

- ALVES E. U.; BRUNO R. DE L. A.; OLIVEIRA A. P. de; ALVES A. U.; ALVES A. U. **Ácido sulfúrico na superação da dormência de unidades de dispersão de juazeiro (*Zizyphus joazeiro* Mart.)**. R. Árvore, Viçosa-MG, v.30, n.2, p.187-195, 2006
- ANTUNES, L. E. C., CARVALHO G. L., SANTOS A. M. dos. **A cultura do morango**. Embrapa Informação Tecnológica, 2. ed. rev. e ampl. – Brasília, 2011. 52 p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: Mapa/ACS, 2009.
- ÇALISKAN O., MAVI K., POLAT A. **Influences of presowing treatments on the germination and emergence of fig seeds (*Ficus carica* L.)**. Acta Scientiarum. Agronomy. Maringá, v. 34, n. 3, p. 293-297, July-Sept., 2012
- CASTRO R. L. de. **Melhoramento Genético do Morangueiro: Avanços no Brasil**. 2º Simpósio Nacional do Morango. p. 21-36. Embrapa. Pelotas, 2004.
- COCCO C. **Qualidade fisiológica das mudas na produção de frutas do morangueiro**. 2010. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2010.
- EIDAM T. **Germinação in vitro de sementes e orgânogênese indireta do morangueiro**. 2012. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Estadual de Ponta Grossa. Ponta Grossa, 2012.
- FRANQUEZ G. G. **Seleção e multiplicação de clones de morangueiro**. 2008. Tese (Doutorado em Agronomia). UFSC. Santa Maria, 2008.
- GALVÃO A. G. **Hibridação de morangueiro e seleção de clones com potencial para cultivo no sul de Minas Gerais**. 2014. Tese (Doutorado em Agronomia). Universidade Federal de Lavras. Lavras, 2014.
- GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ, SECRETARIA DE ESTADO DE AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO (SEAB), **Departamento de Economia Rural (DERAL)**, 2012.
- MAGUIRE, J. D. **Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor**. Crop Science, v.2, n.2, p.176-177, 1962.
- MURASHIGE, T. SKOOG, F. **A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures**. Physiol. Plant. Compenhagen, v15:473-97, 1962.

OLIVEIRA A. C. B. de, BONOW S. **Novos desafios para o melhoramento genético da cultura do morangueiro no Brasil.** Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.33, n.268, p.21-26, 2012.

RADMANN E. B.; BIANCHI V. J.; OLIVEIRA R. P.; FACHINELLO J. C. 2006. **Caracterização e diversidade genética de cultivares de morangueiro.** Horticultura Brasileira, 26: 84-87. Pelotas, 2006.

VAILAT T., SALLES R. F. de M. **Rendimento e qualidade de frutos de morangueiro sob diferentes coberturas de solo.** Rev. Acad., Ciênc. Agrár. Ambient., Curitiba, v. 8, n. 1, p. 29-37, jan./mar. 2010. Curitiba, 2010.

SANHUEZA R. M. V., HOFFMANN A., ANTUNES L. E. C., FREIRE J. de M. **Sistema de Produção de Morango para Mesa na Região da Serra Gaúcha e Encosta Superior do Nordeste.** Embrapa Uva e Vinho, Sistema de Produção, 6 ISSN 1678-8761 Versão Eletrônica Dez./2005