

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

Priscila Barbieri Zini

**QUALIDADE DE SEMENTES DE PORONGO: CONDICIONAMENTO  
FISIOLÓGICO ASSOCIADO A INSETICIDAS E TESTE DE FRIO**

Santa Maria, RS  
2018

**Priscila Barbieri Zini**

**QUALIDADE DE SEMENTES DE PORONGO: CONDICIONAMENTO  
FISIOLÓGICO ASSOCIADO A INSETICIDAS E TESTE DE FRIO**

Dissertação apresentada ao curso de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para a obtenção do título de **Mestre em Agronomia**.

Orientador: Prof. Dr. Ubirajara Russi Nunes

Santa Maria, RS  
2018

Zini, Priscila  
QUALIDADE DE SEMENTES DE PORONGO: CONDICIONAMENTO  
FISIOLÓGICO ASSOCIADO A INSETICIDAS E TESTE DE FRIO /  
Priscila Zini.- 2018.  
62 p.; 30 cm

Orientador: Ubirajara Russi Nunes  
Coorientador: Alberto Cargnelutti Filho  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa  
Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós  
Graduação em Agronomia, RS, 2018

1. Tratamento de sementes de porongo 2.  
Condicionamento Fisiológico 3. Teste de frio I. Russi  
Nunes, Ubirajara II. Cargnelutti Filho, Alberto III.  
Título.

Sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFSM. Dados fornecidos pelo autor(a). Sob supervisão da Direção da Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central. Bibliotecária responsável Paula Schoenfeldt Patta CRB 10/1728.

**Priscila Barbieri Zini**

**QUALIDADE DE SEMENTES DE PORONGO: CONDICIONAMENTO  
FISIOLÓGICO ASSOCIADO A INSETICIDAS E TESTE DE FRIO**

Dissertação apresentada ao curso de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para a obtenção do título de **Mestre em Agronomia**.

**Aprovado em 20 de julho de 2018:**



---

**Prof. Dr. Ubirajara Russi Nunes (UFSM)**  
(Presidente/Orientador)



---

**Profa. Dra. Carla Medianeira Bertagnolli**  
(IFF-JC)



---

**Prof. Dr. Rogério Luiz Backes (UFSM)**

Santa Maria, RS  
2018

*À minha mãe Maristela, por todo amor, dedicação e  
esforços realizados em prol da minha educação.  
Por todo apoio e incentivo durante esta caminhada.  
Amo você!*

## AGRADECIMENTOS

Eis que chegou o momento de agradecer. Agradecer por estes dois anos de muito aprendizado, amizades e novas descobertas, que contribuíram para meu crescimento pessoal e profissional.

Agradeço a Deus por sempre guiar meus passos e iluminar meu caminho.

À meu avô Antônio, que hoje já não se faz mais presente aqui, mas que sempre esteve ao meu lado e que certamente está muito orgulhoso dessa minha conquista.

À minha família que esteve presente em todos os momentos. Em especial a minha mãe Maristela e a minha avó Maria de Lurdes, por todo amor e carinho dedicados durante toda minha vida. Em todos os momentos difíceis, em que muitas vezes a opção mais certa era desistir, vocês estiveram a meu lado, sendo força e esperança para seguir em frente.

À meu tio Fernando Barbieri por todo auxílio nos experimentos realizados a campo, na missão de cultivar uma lavoura de porongo. Obrigada por toda ajuda braçal e por todo conhecimento compartilhado.

À minha tia Marleia Barbieri por toda ajuda, auxílio e incentivo durante esta etapa. Por acreditar que tudo seria possível, sempre transmitindo calma e tranquilidade.

Agradeço a meu orientador, professor Ubirajara Russi Nunes, pela oportunidade de orientação e por todos os ensinamentos transmitidos ao longo desse período. Obrigada pela paciência, incentivo e pelos inúmeros momentos de diálogo, sempre com conhecimentos transmitidos e palavras de motivação, que me encorajavam a seguir em frente.

Ao professor Rogério Backes, por sempre estar disponível para auxiliar a sanar todas as dúvidas ao longo da execução de todo o trabalho. Obrigada pelas horas de conversa que distraíam e motivavam sempre a busca pelo conhecimento. Obrigada pelas palavras amigas, que foram força para encarar com mais leveza todo o período do mestrado.

As minhas grandes amigas, Priscila Lany e Skarlet Stckeling, pela amizade sincera e por todo carinho recebido ao longo desses anos. Vocês foram minha fortaleza, ombro amigo e diria que minhas irmãs do coração. Obrigada pelas palavras amigas e por todo o carinho ao longo desses sete anos de convívio.

Ao Bruno Aramburu, grande amigo e colega nesse período de pós-graduação. Obrigada por compartilhar comigo vários momentos de estudo e ser apoio e suporte emocional quando os momentos não foram os mais alegres. Obrigada também pelos inúmeros momentos de descontração, que tornavam mais leves o nosso cotidiano acelerado.

À Paola Buffon, amiga que a Agronomia me proporcionou. Agradeço por toda a amizade, carinho, compreensão e por acreditar e muitas vezes me fazer acreditar que tudo seria possível, mesmo que fosse difícil.

Aos amigos e colegas do Laboratório de Sementes da UFSM, que tão bem me receberam e por todo auxílio durante as atividades do meu trabalho. Sempre estiveram dispostos a ajudar, muitas vezes ficando até a noite fazendo semeaduras. Obrigada por muitas vezes em fins de semana dar aquela olhadinha no meu experimento e me mandarem a mensagem: *está tudo certo aqui Priscila*. Especialmente gostaria de agradecer a Tiéle Fernandes, Eduardo Ludwig, Janine Menegaes e Joner Dalcin, pelos momentos de conversas, ajuda na tomada de decisão, pela troca de experiências, conhecimentos e muitas vezes palavras de conforto que auxiliaram na superação dos desafios encontrados. Esta conquista compartilho com todos vocês que foram fundamentais para a realização e concretização desta etapa.

Agradeço também ao Laboratório de Análises de Sementes de Rotina, por sempre se mostrarem dispostos a colaborar com meu trabalho, cedendo materiais e muitas vezes espaço físico para a realização de experimentos.

Ao grupo PET Agronomia- UFSM, que teve fundamental importância na minha formação acadêmica e pessoal.

Fica aqui minha total gratidão a todos que mesmo perto ou longe estiveram sempre torcendo pelo meu sucesso e para que eu alcançasse mais essa conquista.

Muito obrigada!

## RESUMO

### QUALIDADE DE SEMENTES DE PORONGO: CONDICIONAMENTO FISIOLÓGICO ASSOCIADO A INSETICIDAS E TESTE DE FRIO

AUTOR: Priscila Barbieri Zini  
ORIENTADOR: Ubirajara Russi Nunes

O cultivo do porongueiro (*Lagenaria siceraria* (Mol.) Standl) no Rio Grande do Sul está atrelado ao hábito gaúcho de beber chimarrão. Contudo, apesar da importância econômica e em virtude do cultivo regional, estudos agrônomicos que visam dar suporte técnico ao produtor são escassos. Pois, problemas fitossanitários, como ataque de diversas pragas, sobretudo, de *Diabrotica speciosa*, são os principais causadores de danos à cultura, desde a fase plantular até a frutificação. Outra, problemática é a troca de sementes entre os produtores sem que haja controle na qualidade das mesmas, resultando em percentuais desuniformes de germinação, com falhas na estabilização do estande de plantas no campo. Deste modo, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade fisiológica das sementes de porongo submetidas a métodos de condicionamentos fisiológicos associados a tratamentos químicos e propor metodologia para o teste de frio na análise do vigor das sementes. Para que os objetivos fossem atendidos realizaram-se dois experimentos distintos. O primeiro objetivou avaliar a qualidade fisiológica das sementes de porongo submetidas a métodos de condicionamento fisiológico associados com inseticidas. As sementes foram submetidas a duas formas de condicionamento: hidrocondicionamento com pré-hidratação em água destilada por 32 h; e osmocondicionamento com pré-hidratação em solução de PEG 6.000 por 48 h e sementes sem condicionamento. Após, o condicionamento realizou-se o tratamento com os inseticidas de ingredientes ativos: imidacloprido, fipronil e tiametoxam, nas doses de 100, 200 e 300 mL para 100 kg<sup>-1</sup> de sementes. Avaliou-se a germinação, primeira contagem de germinação, comprimento e massa de plântula, índice de velocidade de germinação, tempo médio de germinação, emergência a campo, índice de velocidade de emergência, tempo médio de emergência e frequência relativa de germinação. Constatou-se que o hidrocondicionamento e o osmocondicionamento não foram eficazes para melhoria na expressão da primeira contagem de germinação e de germinação das sementes de porongo, entretanto, os mesmos foram eficientes para o índice de velocidade de germinação e emergência, e o tempo médio de emergência destas sementes. Os inseticidas imidacloprido, fipronil e tiametoxam, foram benéficos para o tratamento fitossanitário de sementes de porongo, pois não alteram a qualidade fisiológica das sementes. No segundo experimento objetivou-se aprimorar a metodologia do teste de frio para sementes de porongo, testando diferentes substratos em combinações de baixas temperaturas e períodos de exposição ao frio. O teste de frio foi realizado em rolo de papel e caixas plásticas com solo e substrato comercial, em duas temperaturas de frio (10 e 15° C), pelos períodos de exposição de três, cinco e sete dias de frio. A metodologia do teste de frio utilizando o rolo de papel mostrou-se como opção mais viável, em que a diferenciação em três níveis de vigor sem perda do potencial fisiológico dos lotes pode ser obtida com período de exposição de sete dias ao frio de 10 ou 15° C. Os testes de primeira contagem de germinação, de germinação e da massa seca de raiz apresentaram correlações significativas com as diferentes metodologias do teste de frio. Com este estudo pode-se verificar que os diferentes métodos de condicionamento utilizados foram eficientes para melhorar apenas algumas das variáveis utilizadas na avaliação da qualidade fisiológica das sementes, e que, o frio funcionou como um agente condicionante para as sementes de porongo.

**Palavras-chave:** Olericultura. Osmocondicionamento. Tratamento químico. Estresse. Baixa temperatura.

## ABSTRACT

### PHYSIOLOGICAL AND SANITARY QUALITY OF *Lagenaria siceraria* SEEDS IN FRUIT MATURATION AND TREATMENT TIMES WITH FUNGICIDES AND INSECTICIDES

The cultivation of the porongueiro (*Lagenaria siceraria* (Mol.) Standl) in Rio Grande do Sul is linked to the gaucho habit of drinking chimarrão. However, despite the economic importance and due to the regional cultivation, agronomic studies that aim to give technical support to the producer are scarce. For, phytosanitary problems, such as attack of several pests, especially of *Diabrotica speciosa*, are the main cause of damages to the crop, from the plantar phase to the fruiting. Another, problematic is the exchange of seeds between the producers without control in the quality of the same ones, resulting in uneven percentages of germination, with failures in the stabilization of the stand of plants in the field. Thus, the present work had as objective to evaluate the physiological quality of the porongo seeds submitted to physiological conditioning methods associated to chemical treatments and to propose a methodology for the cold test in the seed vigor analysis. In order to achieve the objectives, two different experiments were carried out. The first objective was to evaluate the physiological quality of porongo seeds submitted to physiological conditioning methods associated with insecticides. The seeds were submitted to two forms of conditioning: hydrocondicionamento with prehydration in distilled water for 32 h; and pre-hydration in PEG 6000 solution for 48 h and seeds without conditioning. After conditioning, the insecticides of active ingredients were applied: imidacloprid, fipronil and thiamethoxam, at doses of 100, 200 and 300 ml for 100 kg-1 of seeds. Germination, first germination count, seedling length and mass, germination speed index, mean germination time, field emergence, emergency speed index, mean emergency time and relative germination frequency were evaluated. It was verified that the hydrocondicionamento and the osmocondicionamento were not effective to improve the expression of the first count of germination and germination of the porongo seeds, however, they were efficient for the rate of germination and emergence, and the average time of emergence of these seeds. The insecticides imidacloprid, fipronil and thiamethoxam have been beneficial for the phytosanitary treatment of porongo seeds, since they do not alter the physiological quality of the seeds. In the second experiment the objective was to improve the methodology of the cold test for porongo seeds, testing different substrates in combinations of low temperatures and periods of exposure to cold. The cold test was performed on paper roll and plastic boxes with soil and commercial substrate, in two cold temperatures (10 and 15 ° C), for periods of exposure of three, five and seven cold days. The methodology of the cold test using the roll of paper was shown as a more viable option, in which the differentiation in three levels of vigor without loss of the physiological potential of the lots can be obtained with period of exposure of seven days to the cold of 10 or 15 ° C. The tests of first germination, germination and root dry mass counts showed significant correlations with the different cold test methodologies. With this study it can be verified that the different conditioning methods used were efficient to improve only some of the variables used in the evaluation of the physiological quality of the seeds, and that, the cold functioned as a conditioning agent for the porongo seeds.

**Key-words:** Olericultura. Osmoconditioning. Chemical treatment. Stress. Low temperature.

## LISTA DE FIGURAS

### REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

- Figura 2.1 – Estrutura vegetativa de *Lagenaria siceraria* (Mol.) Standl. .... 18
- Figura 2.2 – Floração (a), início da frutificação (b) , fruto verde (c) de porongueiro e sementes de porongo (d).....19
- Figura 2.3 – Teste padrão de germinação em sementes de porongo (a) e plântulas normais da primeira contagem de germinação (b).....20
- Figura 2.4 – Ataque de vaquinha e danos em frutos verdes de porongo.....21

### CAPÍTULO I

- Figura 3.1 – Frequência relativa (Fr) da emergência de plântulas de porongo (*Lagenaria siceraria*) em função do condicionamento fisiológico de sementes e tratamentos com inseticidas. n: número de sementes totais germinadas, t: tempo médio de germinação (dias). ....39

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO I

- Tabela 3.1 – Primeira contagem de germinação (PCG), comprimento de radícula (CPR), comprimento de parte aérea (CPPA), massa fresca de radícula (MFR), massa fresca de parte aérea (MFPA) e massa seca de parte aérea (MSPA) de sementes de porongo sem condicionamento (SCO), hidrocondicionadas (HIDRO) e osmocondicionadas (OSMO) por diferentes tratamentos de sementes em rolo de papel. ....35
- Tabela 3.2 – Médias de germinação (GER), índice de velocidade de germinação (IVG), tempo médio de germinação (TMG), emergência a campo (ECP), índice de velocidade de emergência (IVE), tempo médio de emergência (TME), comprimento de parte aérea no campo (CPAC) e massa seca de parte aérea no campo (MSPAC) de porongo sem condicionamento (SCO), hidrocondicionadas (HIDRO) e osmocondicionadas (OSMO). ....36
- Tabela 3.3 – Médias do comprimento de parte aérea no campo (CPAC) e massa seca radicular (MSR) em rolo de papel das plântulas de porongo com diferentes tratamentos de sementes. ....41

### CAPÍTULO II

- Tabela 4.1 – Grau de umidade (U) e peso de mil sementes (PMS), germinação (G), primeira contagem de germinação (PCG), emergência a campo (ECP), comprimento de radícula (CR), comprimento de parte aérea (CPA), massa fresca da radícula (MFR), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa seca de radícula (MSR), massa seca de parte aérea (MSPA), massa seca total de plântulas (MST) de sementes de quatro lotes de porongo. ....50
- Tabela 4.2 – Primeira contagem de germinação do teste de frio durante 3, 5 e 7 dias a 10 e 15° C, em rolo de papel, realizada em quatro lotes de sementes de porongo. ....51
- Tabela 4.3 – Médias da contagem de plântulas normais aos sete dias, após três, cinco e sete dias do teste de frio, a 10° e 15° C, em solo, realizada em quatro lotes de sementes de porongo. ....54
- Tabela 4.4 – Primeira contagem de germinação do teste de frio durante 3, 5 e 7 dias a 10° e 15° C, em solo, realizada em quatro lotes de sementes de porongo. ....55
- Tabela 4.5 – Primeira contagem de germinação do teste de frio a 10° e 15° C, em substrato comercial, realizada em quatro lotes de sementes de porongo. ....55
- Tabela 4.6 – Coeficientes de correlação de Pearson entre as diferentes metodologias do teste de frio e a primeira contagem de germinação (PCG), germinação (GER), comprimento de raiz (CR), comprimento de parte aérea (CPA), massa seca de raiz (MSR), massa seca de parte aérea (MSPA) e emergência a campo (ECP). ....57

## LISTA DE APÊNDICES

- Apêndice A – Resumo da análise de variância para as variáveis: comprimento radicular (CPR), comprimento de parte aérea (CPPA), massa fresca de parte aérea (MFPA), massa fresca radicular (MFR), massa seca de parte aérea (MSPA), primeira contagem de germinação (PCG) e comprimento de parte aérea do campo (CPAC) de plântulas de porongo submetidas a métodos de condicionamento fisiológico associados a tratamento com inseticidas. .... 61
- Apêndice B – Resumo da análise de variância para as variáveis: germinação (GER), índice de velocidade de germinação (IVG), tempo médio de germinação (TMG), tempo médio de emergência (TME), emergência a campo (ECP), índice de velocidade de emergência (IVE), massa seca de parte aérea no campo (MSPAC), e massa seca de raiz (MSR) de plântulas de porongo submetidas a métodos de condicionamento fisiológico associados a tratamento com inseticidas. .... 62
- Apêndice C – Resumo da análise de variância para a variável primeira contagem de germinação (PCG) de plântulas de porongo submetidas ao teste de frio em rolo de papel, solo e substrato comercial. .... 63

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>14</b>
1.1 HIPÓTESES .....	15
1.2 OBJETIVO GERAL.....	15
<b>1.2.1 Objetivos Específicos.....</b>	<b>16</b>
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>17</b>
2.1 IMPORTÂNCIA ECONÔMICA .....	17
2.2 A CULTURA DO PORONGUEIRO .....	18
2.3 QUALIDADE FISIOLÓGICA E TRATAMENTO DE SEMENTES .....	21
2.4 CONDICIONAMENTO FISIOLÓGICO .....	23
2.5 AVALIAÇÃO DO POTENCIAL FISIOLÓGICO EM SEMENTES DE PORONGO .....	24
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>25</b>
<b>3 CAPÍTULO I .....</b>	<b>29</b>
3.1 INTRODUÇÃO.....	30
3.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	31
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	33
3.4 CONCLUSÕES .....	42
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>42</b>
<b>4 CAPÍTULO II.....</b>	<b>45</b>
4.1 INTRODUÇÃO.....	46
4.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	47
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	49
4.4 CONCLUSÕES .....	57
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>57</b>
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>60</b>

## 1 INTRODUÇÃO

No Rio Grande do Sul, a cultura do porongo está atrelada ao hábito do consumo do chimarrão, sendo comum a utilização de cuias de porongo para o preparo da bebida. Com isso, o cultivo da planta ganhou espaço nas propriedades rurais do município de Santa Maria, na região central do Estado, bem como na região noroeste do RS, onde há outro importante polo de produção, representando importante fonte de renda para pequenos e médios agricultores.

O uso do fruto do porongueiro, não é restrito apenas à fabricação de cuias para o chimarrão. Após seco, este é utilizado em diversas regiões do mundo, principalmente, na confecção de vasilhas em refeições e para o transporte de água. Algumas indústrias do sul do Brasil ao adquirirem o porongo, repassam a parte não utilizada na fabricação das cuias para regiões do nordeste brasileiro, onde se fabrica o berimbau. Na região nordeste brasileira, a produção do fruto é destinada para o artesanato e fabricação de utensílios domésticos. Os países indianos também apresentam produção, a qual está associada às funções terapêuticas e medicinais da planta.

Embora o uso do porongueiro seja amplo e gere renda a um significativo número de produtores e artesãos, como no município de Santa Maria e outras regiões do Estado, os trabalhos que buscam dar suporte quanto ao cultivo ainda são escassos. Apesar de ser considerada uma planta rústica, ele é alvo do ataque de várias pragas, dentre as quais se destaca a vaquinha (*Diabrotica speciosa*), inseto do tipo coleóptero da família Chrysomelidae, que causa danos no estágio de plântula e, também, na fase de frutificação, comprometendo a qualidade final do produto.

Agravando esta situação, o cultivo é caracterizado como regional, não atraindo empresas de insumos, nem instituições de pesquisa e, desta forma, não tendo recomendações exatas para seu manejo. Visando contornar este problema, as exigências técnicas e de insumos (fertilizantes e agrotóxicos) ficam baseadas nas recomendações para o meloeiro (*Cucumis melo* L.), espécie da mesma família botânica do porongueiro.

Tendo em vista estes entraves, é imprescindível que o produtor utilize sementes com boa qualidade, a fim de assegurar um estande uniforme e homogêneo de plântulas na lavoura. O tratamento de sementes tem sido cogitado como alternativa potencial para minimizar os danos e necessidade de aplicação antecipada de inseticidas na parte aérea da planta. Para a cultura não há produto registrado, tanto em tratamento de sementes como para parte aérea.

Para a caracterização da qualidade fisiológica de um lote de sementes, normalmente utiliza-se o teste padrão de germinação que, no entanto, por realizado em condições ideais para a expressão da máxima germinação, não é considerado sensível para discriminar diferenças entre lotes que apresentam o mesmo potencial germinativo. Os testes de vigor são uma ferramenta para complementar o teste de germinação, impondo maiores dificuldades à germinação das sementes. Entre os testes utilizados pode-se citar o teste de frio, envelhecimento acelerado, tetrazólio, primeira contagem de germinação, condutividade elétrica e comprimento de raiz e parte aérea.

Deste modo, o presente trabalho compõe em três capítulos, no primeiro capítulo é contextualizado as principais utilizações e problemáticas da cultura, bem como as ferramentas técnicas de pesquisa que podem ser utilizadas na solução de tais problemas. No segundo e no terceiro capítulos são expostos os dois experimentos realizados durante o curso de mestrado, os quais objetivaram estudar o tratamento químico de sementes associado a técnicas de condicionamento fisiológico e a avaliação do vigor das sementes de porongo pela metodologia do teste de frio, respectivamente.

## 1.1 HIPÓTESES

A qualidade fisiológica das sementes de porongo é mantida com o tratamento químico utilizado no controle de *Diabrotica speciosa*.

O condicionamento fisiológico acelera e uniformiza o processo de germinação de sementes de porongo.

É possível utilizar o teste de frio para a análise do vigor em sementes de porongo.

## 1.2 OBJETIVO GERAL

Avaliar a qualidade fisiológica das sementes de porongo submetidas a métodos de condicionamentos fisiológicos associados a tratamentos químicos e propor metodologia para o teste de frio na análise do vigor das sementes.

### **1.2.1 Objetivos Específicos**

Avaliar a qualidade fisiológica de sementes de porongo submetidas a combinações de diferentes inseticidas e doses.

Avaliar a qualidade fisiológica de sementes de porongo submetidas a diferentes métodos de condicionamento fisiológico.

Aprimorar a metodologia do teste de frio em sementes de porongo.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 IMPORTÂNCIA ECONÔMICA

O porongueiro (*Lagenaria siceraria* (Mol.) Standl) pertence à família das Cucurbitáceas, a qual é uma das mais importantes, tanto pela sua utilização quanto pela sua comercialização (BISOGNIN, 2002). A família apresenta 118 gêneros e cerca de 825 espécies, possuindo distribuição predominantemente tropical. Apenas nove gêneros e 30 espécies são cultivados no mundo (ESQUINAS-ALCAZAR; GULICK, 1983; NUEZ et al., 2000). Dentre as espécies cultivadas, as que apresentam expressão econômica pertencem aos gêneros *Citrullus* (melancia), *Cucumis* (melão, maxixe e pepino), *Cucurbita* (abóbora, jerimum caboclo e abobrinha), *Lagenaria* (cabaça ou porongo) e *Sechium* (chuchu) (ALMEIDA, 2002).

A família Cucurbitaceae é a quinta família entre dez da flora brasileira com potencial para extração de biodiesel a partir de suas sementes (BARBOSA et al., 2010). A composição centesimal destas sementes apresentam 33% de carboidratos, 37,6 % de lipídios e 25,2% de proteína, destacando-se o predomínio de ácidos graxos insaturados, indicando que possuem um potencial alimentício que ainda precisa ser melhor estudado (SANTOS; PETRY; BORTOLUZZI, 2014). Observações realizadas no Distrito de Arroio do Só no município de Santa Maria/RS, entre produtores rurais, demonstram que as sementes de porongo são utilizadas na alimentação animal.

O porongueiro é cultivado em muitos países tropicais e subtropicais, apresentando uma ampla gama de utilizações. Na Índia, é muito estudada a sua função medicinal e farmacológica podendo ser utilizada no combate a dores musculares, tosse seca, dores de ouvido e o óleo para dores de cabeça (PRAJAPATI et al., 2010). Apresenta função cardioprotetora (DESHPANDE et al., 2008) e, também, é potencial de polifenóis, minerais, vitamina C e outros compostos nutracêuticos (KATARE, et al., 2011).

O porongueiro é utilizado como porta-enxerto de melancia (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai) e abóbora (*Cucurbita pepo* L.) em ambientes protegidos, pois tem excelente tolerância à baixa temperatura e alta resistência a patógenos de solo (HAN et al., 2004). No entanto, no Rio Grande do Sul, a principal utilização do fruto é como matéria-prima para a confecção de cuias, utilizadas para consumir a bebida típica da região sul brasileira, o chimarrão (BISOGNIN et al., 2008), o que gera fonte de renda aos pequenos produtores rurais (BISOGNIN, et al., 1997).

## 2.2 A CULTURA DO PORONGUEIRO

O porongueiro apresenta caule herbáceo firme dividido em nós e entrenós (Figura 2.1), deste caule originam-se as folhas, brotações vegetativas, inflorescências e gavinhas, apresenta hábito de crescimento trepador, que na ausência de tutoramento se mantém rasteiro (TREVISOL, 2013).

Figura 2.1 – Estrutura vegetativa do porongueiro.

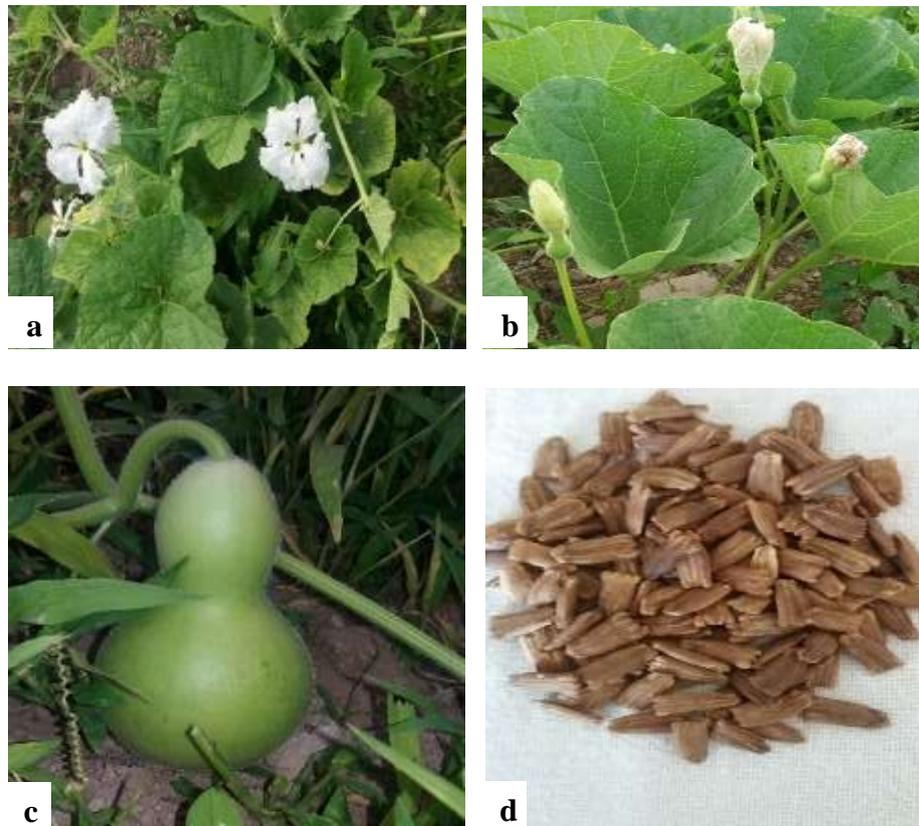


Fonte: ZINI, P.B. (2016).

É uma planta monóica, porém, no início da floração (Figura 2.2a), apresenta dicogamia do tipo protandria, onde a maturação sexual da flor masculina ocorre antes da feminina. O fruto (Figura 2.2b e c) é classificado como uma baga do tipo pepo, pelo fato do casco ser duro e resistente. É um fruto indeiscente que pode admitir diferentes tamanhos e formas, podendo ser alongado, cilíndrico e curvado (TREVISOL, 2013). No fruto pode-se encontrar entre 300 a 700 sementes, com massa variável, de cor marrom claro a marrom escuro (Figura 2.2d).

A época de semeadura do porongueiro no Rio Grande do Sul se dá nos meses de setembro a outubro. Santos, Petry e Bortoluzzi (2010), verificaram que as plantas semeadas na época mais tardia da estação de crescimento, apresentam rápido crescimento e cobertura do solo. No entanto, por ter um ciclo menor, a dimensão dos frutos é reduzida, bem como sua produtividade. Já para a densidade de semeadura foram testadas 400 covas  $\text{ha}^{-1}$  e 1.600 covas  $\text{ha}^{-1}$ , com cinco sementes por cova, onde os autores concluíram que a semeadura de maior densidade proporcionou uma rápida cobertura do solo e maior produtividade.

Figura 2.2 – Floração (a), início da frutificação (b) , fruto verde (c) de porongueiro e sementes de porongo (d).



Fonte: ZINI, P. B. (2016).

Em relação às práticas de manejo e necessidades nutricionais da cultura ainda sabe-se muito pouco na literatura, e as práticas adotadas pelos produtores diferem de região para região e de acordo com o tipo de solo e histórico da área utilizada. Em seu trabalho, Santos, Petry e Bortoluzzi (2010), realizaram adubação para a cultura do porongo na formulação 0-24-12 (N-P-K), contendo  $72 \text{ g cova}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$  e  $36 \text{ g cova}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$ , aplicados oito dias antes da semeadura, no município de Rondinha (RS). Já produtores do Alto Uruguai (RS), comumente utilizam a formulação 5-20-20 na semeadura, e 30 dias após a emergência das plântulas realizam a aplicação de ureia em cobertura (TREVISOL, 2013).

No Distrito de Arroio do Só, Santa Maria (RS), onde se concentra grande parte dos produtores de porongo, predominam solos pertencentes à classe dos Argissolos, com altos teores da fração areia. Solos muito arenosos retêm muito pouco fósforo e a aplicação de adubos fosfatados solúveis (superfosfatos e DAP) pode ocasionar perda de fósforo por lixiviação (BISSANI et al., 2008). Assim, os produtores utilizam maior quantidade de

fertilizantes, visando suprir as necessidades da cultura, já que o solo possui baixa disponibilidade de nutrientes.

A germinação das sementes de porongo pode ser considerada lenta e desuniforme, o que pode ter ligação com a imaturidade das sementes dentro do fruto e a dormência natural. Lopes da Silva et al. (2012), ao avaliarem alguns parâmetros da germinação *in vitro* de sementes de porongo, observaram um fotoblastismo neutro, ou seja, a germinação ocorre tanto em condições de luminosidade quanto em escuro. Também testaram métodos de escarificação e de embebição das sementes, os quais não foram eficientes para melhorar o percentual de germinação.

De acordo, com as Regras de Análises de Sementes (RAS), o teste padrão de germinação (Figura 2.3a) para esta espécie é realizado em temperatura alternada de 20-30° C, com primeira contagem de germinação (2.3b) ao quarto dia e contagem de germinação aos 14 dias após a instalação do teste.

Figura 2.3 – Teste padrão de germinação em sementes de porongo (a) e plântulas normais da primeira contagem de germinação (b).



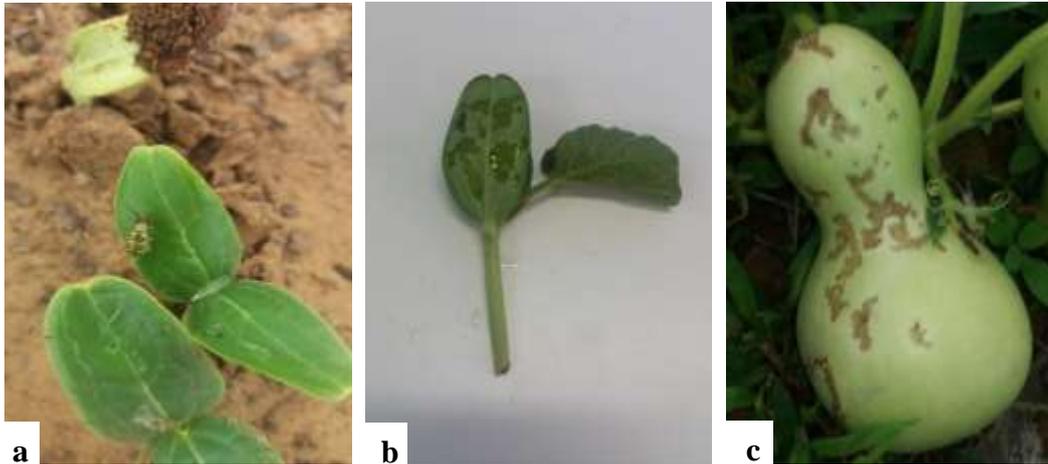
Fonte: ZINI, P. B. (2016).

A colheita dos frutos de porongo para a extração das sementes deve ser realizada por ocasião da senescência das plantas, pois a manutenção das sementes dentro de fruto maduro aumenta a germinação e o vigor, e o armazenamento dos frutos à sombra por 56 dias resulta na obtenção de sementes de alta qualidade fisiológica (BISOGNIN et al. 1999).

O principal problema vivenciado pelos produtores de porongo é a grande infestação da cultura pela vaquinha (*Diabrotica speciosa*), o qual merece destaque, pois estes insetos sugam continuamente a seiva das plantas (Figura 2.3a) e dos frutos (Figura 2.3c). As plantas atacadas ficam depauperadas (Figura 2.3b) enquanto que os frutos (Figura 2.3c) apresentam a área

afetada totalmente enrijecida (empedramento). Frutos com essas características são recusados pelo mercado consumidor, sendo um grande impasse para o produtor.

Figura 2.4 – Ataque de vaquinha e danos em frutos verdes de porongo.



Fonte: ZINI, P. B. (2016).

Alguns produtos com atrativos naturais, como raízes de taiuiá e frutos verdes de porongo foram testados para o controle da vaquinha. Os resultados mostraram que iscas preparadas com os frutos verdes de porongo destacaram-se como as mais atrativas, tendo capturado 5,4 vezes mais adultos quando comparadas as raízes de taiuiá (STÜPP et al., 2006). Em trabalho com milho, Mikami e Ventura (2008), testaram iscas amiláceas feitas à base de frutos verdes de porongo e obtiveram um resultado satisfatório no controle do inseto-praga. Assim, percebe-se que a cultura apresenta um atrativo natural a essa praga, e o controle da mesma é difícil, uma vez que não há produto registrado.

No entanto, há pouco conhecimento científico sobre o manejo da cultura, e ausência de recomendações oficiais sobre adubação e produtos químicos ou biológicos utilizados no controle fitossanitário. Devido a isso, os produtores se baseiam nas recomendações de outras culturas da família de cucurbitáceas.

### 2.3 QUALIDADE FISIOLÓGICA E TRATAMENTO DE SEMENTES

A germinação e o vigor representam a qualidade fisiológica de um lote de sementes. Em nível de tecnologia de sementes, define-se germinação como a emergência e o desenvolvimento das estruturas essenciais do embrião, originando uma plântula normal sob

condições ambientais favoráveis (BRASIL, 2009). Enquanto que o vigor de sementes é definido pela *Association of Official Seed Analysts* (AOSA, 1983) como aquelas propriedades das sementes que determinam o potencial para a emergência rápida e uniforme e o desenvolvimento de plântulas normais sob diferentes condições de campo.

Em linhas gerais, a semente de alta qualidade é aquela que germina rapidamente originando uma plântula normal e sadia, livre de contaminações, com todas as estruturas essenciais desenvolvidas, numa gama de condições ambientais. Sendo assim, a qualidade fisiológica da semente deve receber maior atenção do agricultor, uma vez que por estar diretamente relacionada ao estabelecimento das plântulas no campo e a obtenção de um estande uniforme, há reflexos diretos no desenvolvimento inicial da lavoura.

Observações realizadas junto a produtores na região de Santa Maria (RS) indicam que as sementes utilizadas para a implantação das lavouras são oriundas de reserva realizada pelos próprios agricultores a partir dos melhores frutos colhidos no ano anterior. Após a colheita, os frutos ficam armazenados a sombra e em média, 30 dias antes da semeadura estes frutos são abertos e retiram-se as sementes para a semeadura. Bisognin et al. (1997) concluíram que quanto maior o porongo, maior é o número e o peso de suas sementes, sem diferença na capacidade de produzir plântulas normais.

Um fator ainda não explorado para esta cultura é o tratamento de sementes. Nas grandes culturas e, também, em algumas olerícolas, esta prática é amplamente adotada, pois confere a planta condições de defesa, possibilitando maior potencial para o desenvolvimento inicial da cultura, além de, contribuir para a obtenção do estande desejado de plantas (BAUDET; PESKE, 2007). Com o tratamento de sementes pode-se retardar a aplicação de produtos químicos na área, diminuindo assim, o uso de fungicidas e inseticidas.

Entre os produtos destinados ao tratamento de sementes, o de ação sistêmica do grupo dos neonicotinóides que tem demonstrado efeito bioativador é o tiametoxam. Na literatura são relatados seus efeitos benéficos no crescimento e na produtividade de soja (TAVARES et al., 2007) e o estímulo ao desempenho fisiológico em sementes de algodão (LAUXEN; VILLELA; SOARES, 2010), arroz (ALMEIDA et al., 2011) e aveia-preta (ALMEIDA et al., 2012). O tiametoxam foi testado em lotes de sementes de abóbora e influenciou positivamente o desempenho das sementes, pois o lote de sementes de menor qualidade apresentou maior incremento no na primeira contagem de germinação (LEMES et al., 2015).

## 2.4 CONDICIONAMENTO FISIOLÓGICO

A germinação de sementes de espécies olerícolas pode ser lenta e relativamente errática, situação indesejada, uma vez que, o investimento em tecnologia de produção requer uma resposta imediata das sementes, com germinação rápida e uniforme (MARCOS FILHO, 2015). No entanto, ao se tratar de sementes de porongo, não se observa uniformidade e rapidez no processo germinativo, fator esse que é prejudicial para o estabelecimento do estande de plantas no campo e, também para o tratamento químico de sementes. Isso porque, as sementes permanecem por um grande período expostas aos fatores bióticos e abióticos, o que pode comprometer a eficiência do tratamento.

Para isso, já se tem sugerido vários tipos de tratamentos pré-semeadura, a fim de beneficiar a germinação e emergência de plântulas (MARCOS FILHO, 2015). O condicionamento fisiológico das sementes é uma técnica utilizada para esta finalidade, no qual se realiza a hidratação das sementes a um determinado nível, em que este processo desencadeie as etapas iniciais do processo de germinação (fase I e II), sem que ocorra a protrusão da raiz primária, fazendo com que as sementes germinem de modo sincronizado (BRAY, 1995). Essa hidratação das sementes requer um controle sob o período de embebição, o tipo de solução utilizado na embebição e a temperatura na qual o processo irá ocorrer (MARCOS FILHO, 2015).

Entre os métodos utilizados para o condicionamento fisiológico recomendado para sementes têm-se o hidrocondicionamento e o osmocondicionamento (BRADFORD, 1986; TAYLOR et al., 1998). O hidrocondicionamento é realizado com quantidades conhecidas de água, aplicadas diretamente nas sementes, para que as mesmas atinjam a umidade pré-estabelecida. Enquanto que, no osmocondicionamento, que normalmente é realizado com solução aquosa de polietileno glicol (PEG), o controle da embebição é realizado conforme o potencial hídrico estabelecido na solução aquosa de PEG (MARCOS FILHO, 2015).

Outras substâncias também podem ser utilizadas no osmocondicionamento, como o cloreto de sódio (NaCl), sulfato de magnésio ( $MnSO_4$ ), nitrato de potássio ( $KNO_3$ ), manitol e glicerol. No entanto, predomina o uso do PEG pelo fato de ser um polímero de elevado peso molecular, não tóxico, inerte e que não penetra nas células das sementes. É encontrado em pesos moleculares que variam de 4.000 a 12.000 dalton, sendo que o de 6.000 é o mais utilizado (MARCOS FILHO, 2015).

Vários trabalhos já demonstram o efeito positivo do condicionamento fisiológico, principalmente, o hidrocondicionamento e o osmocondicionamento, a fim de uniformizar e

acelerar o processo germinativo e até mesmo melhorar lotes de baixa qualidade fisiológica. Trabalhos já foram realizados em alface (*Lactuca sativa*) (SANTOS; MENEZES, 2000); cebola (*Allium cepa*) (TRIGO et al., 1999 a, b, c; NUNES et al., 2000); cenoura (*Daucus carota* L.) (PELÚZIO et al., 1999; BALBINOT; LOPES, 2006; LOPES; ROSSETO; CARNEIRO, 2000); couve-flor (*Brassica oleraceae* var. *Botrytis* L.) (MARCOS FILHO; KIKUTI, 2008), tomate (*Solanum lycopersicum* L.), repolho (*Brassica oleraceae* var. *capitata*) (BISOGNIN et al. 2016).

Os diferentes resultados apresentados pelo condicionamento fisiológico são devidos ao tipo de método utilizado e as características particulares de cada cultura, sendo que em alguns casos não se apresenta eficiente no que diz respeito à primeira contagem de germinação e germinação. Em trabalho com beterraba (*Beta vulgaris esculenta*), Costa e Villela (2006) relataram que o condicionamento osmótico ou a pré-hidratação não proporcionaram incremento na germinação, mas apresentaram outros benefícios ao desempenho dos lotes, como o aumento dos índices de velocidade de germinação e de emergência de plântulas e consequente diminuição do tempo de germinação.

No entanto, na literatura não foram encontrados trabalhos que associem o condicionamento fisiológico com tratamento químico de sementes, sendo esse um ponto interessante de ser explorado e melhor elucidado.

## 2.5 AVALIAÇÃO DO POTENCIAL FISIOLÓGICO EM SEMENTES DE PORONGO

O potencial fisiológico é comumente avaliado por meio de testes de germinação. Esses testes apresentam pouca sensibilidade e por proporcionarem condições ideais para o desenvolvimento de plântulas normais, muitas vezes o resultado expresso não é representativo do que realmente ocorre no campo (DEMIR, 2008). Para contornar esta situação, são utilizados testes de vigor, que por possuírem maior sensibilidade complementam os testes de germinação com resultados confiáveis e rápidos de serem realizados (TORRES; MARCOS FILHO, 2005).

Apesar dos testes de vigor expressarem resultados mais precisos e confiáveis, ainda não há padronização das metodologias a serem utilizadas para a cultura do porongueiro. Para sementes de abóbora são recomendados os testes de frio e envelhecimento acelerado (CASAROLI et al., 2006) e para melão é utilizado o envelhecimento acelerado (TORRES; MARCOS FILHO, 2003).

Como o teste de frio é um dos testes de vigor mais utilizados em regiões de clima temperado, propõem-se utilizar essa metodologia na avaliação do vigor em sementes de porongo. Assim, o lote que melhor resiste às condições adversas é considerado o mais vigoroso, apresentando ampla capacidade para germinar sob variações de conteúdo de água e temperatura do solo (CÍCERO; VIEIRA, 1994).

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, A. S. et al. Bioativador no desempenho fisiológico de sementes de arroz (*Oryza sativa* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.33, n.3, p.501- 511, 2011.
- ALMEIDA, A. S. et al. Desempenho fisiológico de sementes de aveia-preta tratadas com tiametoxam. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v.33, n.5, p.1619-1628, 2012.
- ALMEIDA, D.P.F. **Cucurbitáceas hortícolas**. Universidade do Porto. 2002. 2 p.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. **Seed vigour testing handbook**. East Lansing, 1983. 93p.
- BALBINOT, E.; LOPES, H. M. Efeitos do condicionamento fisiológico e da secagem na germinação e no vigor de sementes de cenoura. **Revista Brasileira de Sementes**, v.28, n.1, p.01-08, 2006.
- BARBOSA, M.O. et al. Famílias na flora brasileira com sementes potencialmente indicados para aproveitamento na produção de biodiesel. **In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 4., e SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE OLEAGINOSAS ENERGÉTICAS, 2010**, João Pessoa, PB. Anais. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2010. p.107-111.
- BATISTA DOS SANTOS, D., PETRY, C.; BORTOLUZZI, E. C. Composição centesimal e perfil dos ácidos graxos de sementes de porongo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.44, n.1, p.31-36, 2014.
- BAUDET, L.; PESKE, F. Aumentando o desempenho das sementes. **Seed News**, v.9, n.5, p.22-24, 2007.
- BISOGNIN, M.B. et al. Desempenho fisiológico de sementes olerícolas em diferentes tempos de hidrocondicionamento. **Revista de Ciências Agrárias**, v.39, n.3, p.349-359, 2016.
- BISOGNIN, D.A. Origin and evolution of cultivated cucurbits. **Ciência Rural**, v.32, n.4, p.715-723, 2002.
- BISOGNIN, D. A. Germinação e propagação *in vitro* de porongo. **Ciência Rural**, v.38, n.2, p.332-339, 2008.
- BISOGNIN, D.A. et al. Efeito do tamanho de fruto e do método de extração na qualidade fisiológica de sementes de porongo. **Ciência Rural**, v.27, n.1, p.13-19, 1997.

- BISOGNIN, D.A. et al. Influência da época de extração na qualidade fisiológica de sementes de porongo. **Ciência Rural**, v.29, n.1, p.7-12, 1999.
- BISSANI, C.A. et al. **Fertilidade dos solos e manejo da adubação de culturas**. 2ª Edição, p.119, 2008.
- BRADFORD, K. J. Manipulation of seed water relations via osmotic priming to improve germination under stress conditions. **HortScience**, Alexandria, v.21, n.5, p.105-112, 1986.
- 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. 395p.
- BRAY, C. M. Biochemical processes during the osmopriming of seeds. In: KIGEL, J.& G. GALILI (eds). **Seed development and germination**. New York: Marcel Dekker, Inc., 1995, p.767-789.
- CASAROLI, D. et al. Teste de envelhecimento acelerado em sementes de abóbora. **Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia**, v.13, n.2, p.97-107, 2006.
- CASAROLI, D. et al. Teste de frio sem solo em sementes de abóbora. **Ciência Rural**, v.36, n.6, p.1923-1926, 2006.
- CHAMBLIS, O.L.; JONES, C.M. Cucurbitacins: specific insect attractants in Cucurbitaceae. **Science**, v.153, p.1392-1393, 1966.
- CÍCERO, S.M.; VIEIRA, R.D. Teste de frio. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 1994. P.151-164.
- COSTA, C. J.; VILLELA, F. A. Condicionamento osmótico de sementes de beterraba. **Revista Brasileira de Sementes**, v.28, n.1, p.21-29, 2006.
- DEMIR, I. Prediction of germination and vigour in naturally aged commercially available seed lots of cabbage (*Brassica oleracea* var. capitata) using the bulk conductivity method. **Seed Science and Technology**, v.36, n.3, p.509-523, 2008.
- DESHPANDE, J. R. et al. Beneficial effects of *Lagenaria siceraria* (Mol.) Standley fruit epicarp in animal models. **Indian Journal of Experimental Biology**, v.46, p.234-242, 2008.
- ESQUINAS-ALCAZAR, J.T.; GULICK, P.J. **Genetic resources of Cucurbitaceae: A global report**. Rome: IBPGR, 1983. 101p.
- HAN, J.S. et al. Efficient plant regeneration from cotyledon explants of bottlegourd (*Lagenaria siceraria* Standl.). **Plant Cell Reports**, v.23, p.291-296, 2004.
- HOWE, W. L et al. Western corn rootworm adults and spotted cucumber beetle associations with cucurbita and cucurbitacins. **Environmental Entomology**, v.5, n.5, p.1043-1048, 1976.

KATARE, C. et al. *Lagenaria siceraria*: A potencial Source of Anti-Hyperlipidemic and other Pharmacological Agents. **Current Nutrition e Food Science**, v.7, n.4, p.286-294, 2011.

LAUXEN, L. R.; VILLELA, F. A.; SOARES, R. C. Desempenho fisiológico de sementes de algodoeiro tratadas com tiametoxam. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.32, n.3, p.61-68, 2010.

LEMES, S.E. et al. Germinação e vigor de sementes de abóbora tratadas com tiametoxam. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.45, n.1, p.122-127, 2015.

LOPES DA SILVA et al. Germinação in vitro de sementes e indução de calos em plântulas, cotilédones e anteras de porongo (*Lagenaria siceraria* (Mol.) Stand.) – Cucurbitaceae. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v.3, n.4, p.117-126, 2012.

LOPES, H. M.; ROSSETTO, C. A. V. ; CARNEIRO, V. Embebição de sementes de cenoura (*Daucus carota* L.) em diferentes potenciais osmóticos por dois métodos. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.22, n.1, p.81-87, 2000.

MARCOS FILHO, J.; KIKUTI, A.L.P. Condicionamento fisiológico de sementes de couve-flor e desempenho das plantas em campo. **Horticultura Brasileira**, v.26, n.2, p.165-169, 2008.

MARCOS-FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. ABRATES: Londrina, 2015. 650p.

METCALF, R. L.; LAMPMAN, R. L. Estrangole analogues as attractants for corn rootworms (Coleoptera: Chrysomelidae). **Journal of Economic Entomology**, v.82, n.1, p.123-129, 1989.

MIKAMI, A. Y.; VENTURA, M.U. Isca amilácea de cucurbitacina (*Lagenaria vulgaris* L.) promove maior eficiência do inseticida carbaril no controle de *Diabrotica speciosa*, em laboratório. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.8, p.2119-2123, nov. 2008.

NISHIDA, R. et al. Sequestration of cucurbitacin analogs by new and old world chrysomelid leaf beetles in the tribe Luperini. **Chemoecology**, v.3, n.1, p.19-24, 1992.

NUEZ, F. et al. Colección de semillas de calabaza del centro de conservación y mejora de la agrobiodiversidad valenciana. **Madrid: INIA**, v.4, p.429-433, 2000.

NUNES, U.R. et al. Efeito do condicionamento osmótico e do tratamento com fungicida na qualidade fisiológica e sanitária de sementes de cebola (*Allium cepa* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.22, n.1, p.239-246, 2000.

PELUZIO, L.E. et al. Efeito do condicionamento osmótico na embebição e na germinação de sementes de cenoura (*Daucus carota* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.21, n.2, p.161-169, 1999.

PRAJAPATI, R.P. et al. Phytochemical and pharmacological review of *Lagenaria siceraria*. **Journal of Ayurveda and Integrative Medicine**, v.1, n.4, p.266-272, 2010.

SANTOS D.B.; PETRY C.; BORTOLUZZI E.C. Cobertura de solo e produção de porongo sob diferentes configurações de cultivo. **Ciência Rural**, v.40, n.3, p.527-533 2010.

SANTOS, C.M.R.; MENEZES, N.L. Tratamentos pré-germinativos em sementes de alface. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.22, n.1, p.153-158, 2000.

STUPP, J.J., BOFF, M.I., GONÇALVES, P.A. Manejo de Diabrotica speciosa com atrativos naturais em horta orgânica. **Horticultura Brasileira**, v.24, n.4, p.442-445, 2006.

TAVARES, S. et al. Avaliação dos efeitos fisiológicos de tiametoxan no tratamento de sementes de soja. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v.82, n.1, p.47-54, 2007.

TAYLOR, A. G.; ALLEN, P. S.; BENNETT, K. J. Seed enhancements. **Seed Science Research**, Wallingford, v.8, p.245-256, 1998.

TORRES, S. B.; MARCOS FILHO, J. Accelerated aging of melon seeds. **Scientia Agricola**, v.60, n.1, p.77-82, 2003.

TORRES, S. B.; MARCOS FILHO, J. Physiological potential evaluation in melon seeds (*Cucumis melo* L.). **Seed Science and Technology**, v.33, n.2, p.341-350, 2005.

TREVISOL, W. **Morfologia e fenologia do porongo: produtividade e qualidade da cuia**. Tese (Doutorado em Ciências). Escola Superior de Agricultura “Luis de Queiroz”, Piracicaba, SP, 2013. 63 p.

TRIGO, M.F.O.O.; NEDEL, J.L.; GARCIA, A.; TRIGO, L.F.N. Efeitos do condicionamento osmótico com soluções aeradas de nitrato de potássio no desempenho de sementes de cebola. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.21, n.1, p.139-144, 1999b.

TRIGO, M.F.O.O.; NEDEL, J.L.; LOPES, N.L.; TRIGO, L.F.N. Osmocondicionamento de sementes de cebola (*Allium cepa* L.) com soluções aeradas de polietileno glicol. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.21, n.1, p.145-150, 1999c.

TRIGO, M.F.O.O.; NEDEL, J.L.; TRIGO, L.F.N. Condicionamento osmótico em sementes de cebola: I. efeitos sobre a germinação. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.56, n.4, p.1059-1067, 1999 a.

### 3 CAPÍTULO I

#### CONDICIONAMENTO FISIOLÓGICO E TRATAMENTOS COM INSETICIDAS EM SEMENTES DE *Lagenaria siceraria* (Mol.) Standl

##### RESUMO

O presente estudo teve por objetivo avaliar a qualidade fisiológica das sementes de *Lagenaria siceraria* (Mol.) Standl submetidas a métodos de condicionamento fisiológico associados com inseticidas. O lote de sementes foi submetido a duas formas de condicionamentos fisiológicos: hidrocondicionamento com pré-hidratação em água destilada por 32 h; e osmocondicionamento com pré-hidratação em solução de PEG 6.000 por 48 h e sementes sem condicionamento. Na sequência as sementes foram tratadas com os inseticidas de ingredientes ativos: imidacloprido, fipronil e tiametoxam, nas doses de 100, 200 e 300 mL para 100 kg<sup>-1</sup> de sementes e testemunhas sem tratamento químico. As avaliações foram pelo teste padrão de germinação, primeira contagem de germinação, comprimento e massa de plântula, índice de velocidade de germinação, tempo médio de germinação, emergência a campo, índice de velocidade de emergência, tempo médio de emergência e frequência relativa de germinação. O hidrocondicionamento e o osmocondicionamento não melhoraram a primeira contagem de germinação e germinação das sementes de porongo, entretanto, foram eficientes para o índice de velocidade de germinação e emergência, e o tempo médio de emergência das sementes de porongo. Os inseticidas imidacloprido, fipronil e tiametoxam, nas doses de 100, 200 e 300 mL para 100 kg<sup>-1</sup> de sementes, podem ser utilizados como tratamento fitossanitário, pois não alteram a qualidade fisiológica das sementes de porongo.

**Palavras – chave :** Olericultura. Porongo. Vigor. Tratamento de sementes.

### 3.1 INTRODUÇÃO

O setor olerícola como ramo do agronegócio brasileiro caracteriza-se pela diversidade de produtos, como, frutos e folhosas, gerando alta rentabilidade por hectare e demanda de mão-de-obra, especialmente, familiar. Nos cultivos olerícolas propagados por sementes um período crítico produtivo está entre a sementeira e a emergência de plântulas, com influência direta na comercialização destes produtos. Para que se possa assegurar a produtividade e a qualidade final destes produtos, o estabelecimento rápido e uniforme das plântulas no campo é fundamental (NASCIMENTO; SILVA, 2014).

A família Cucurbitacea é uma das mais importantes do setor olerícola, tanto pela sua utilização quanto pela sua comercialização (BISOGNIN, 2002). Dentro desta família, além das mais conhecidas espécies, como melancia, pepino, abóboras, destaca-se os frutos de porongueiro (*Lagenaria siceraria* (Mol.) Standl), que podem ser utilizados na alimentação animal, também como fontes de óleos, proteínas e fibras, e principalmente servem de matéria-prima para a fabricação de cuias (BISOGNIN, 2002). No Rio Grande do Sul, a cultura do porongueiro gera renda a agricultura familiar tendo agregação de valor financeiro e folclórico, desde o cultivo até a fabricação de cuias. Contudo, trabalhos que visam dar suporte quanto a este cultivo ainda são escassos, sobretudo, em relação ao tratamento de sementes. Entretanto tais estudos e informações são importantes, uma vez que a qualidade fisiológica das sementes é fator determinante para um bom estabelecimento do dossel vegetativo.

Apesar da cultura do porongueiro apresentar importância socioeconômica na agricultura, não há produtos registrados para o tratamento de sementes nesta espécie. A germinação do porongo é desuniforme fazendo com que haja uma lenta estabilização do dossel vegetativo. Assim, quanto maior for o tempo requerido para a emergência das plântulas, maiores são os riscos oferecidos por estresses abióticos e bióticos no campo (NASCIMENTO; SILVA, 2014). Neste contexto, o condicionamento fisiológico aliado ao tratamento de sementes visam reduzir o intervalo de tempo entre a sementeira e a emergência de plântulas no campo e proteger as sementes e plântulas de patógenos e pragas neste período.

O condicionamento fisiológico consiste na hidratação das sementes a um determinado nível, a fim de desencadear as etapas iniciais do processo de germinação (fase I e II), sem que ocorra a protrusão da raiz primária, fazendo com que as sementes germinem de modo sincronizado (BRAY, 1995). Entre os procedimentos disponíveis destacam-se o hidrocondicionamento e o osmocondicionamento (TAYLOR et al., 1998).

Entre as pragas de campo que atacam as cucurbitáceas, a *Diabrotica speciosa* é considerada uma das principais pragas da cultura e mantém uma relação coevolutiva com as plantas desta família. Isto porque a cucurbitacina substância natural das cucurbitáceas que é fitotóxica a muitos insetos, atua como fagoestimulante aos diabroticíneos (NISHIDA; YOKOYAMA; FUKAMI, 1992). Testes com iscas amiláceas feitas a partir de frutos de porongo obtiveram resultados satisfatórios no controle deste inseto-praga na cultura do milho (*Zea mays*) (MIKAMI; VENTURA, 2008). Com isso, percebe-se que o porongueiro apresenta um atrativo natural a esta praga, e o controle da mesma é difícil, uma vez que não há produto registrado no país pelo MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento).

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade fisiológica das sementes de porongo (*Lagenaria siceraria* (Mol.) Standl) submetidas a métodos de condicionamento fisiológico associados com inseticidas.

### 3.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório Didático e de Pesquisas em Sementes e na área experimental do Departamento de Fitotecnia, localizados no *Campus* da Universidade Federal de Santa Maria, RS (29°43' S; 53°43' W e altitude de 95 m), durante o ano de 2017. As sementes de porongo, da safra de 2016/2017, foram obtidas com agricultores do município de Frederico Westphalen, RS, no ano de 2017.

Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, arranjado em esquema fatorial 3x10 (dois condicionamentos fisiológicos e testemunha x dez combinações de inseticidas e doses ), com quatro repetições.

No hidrocondicionamento as sementes foram expostas à água destilada por 32 h e, no osmocondicionamento à solução de polietileno glicol 6.000 (-0,2 Mpa) por 48 h. O período de exposição e o potencial osmótico foram determinados, por meio de testes preliminares, para que antecedesse o processo de protrusão de radícula. A solução de polietileno glicol foi preparada empregando-se 11,96 g de PEG 6.000 para cada 100 mL de água destilada, conforme Villela et al. (1991), considerando a temperatura de 25° C.

Os condicionamentos das sementes foram realizados em caixas plásticas (30 x 23 x 08 cm), contendo três folhas de papel de germinação. Em cada caixa foi disposto 52,5 g de sementes e sobre as mesmas 100 mL de água destilada (hidrocondicionamento) ou 100 mL de solução de PEG 6.000 (osmocondicionamento). As caixas plásticas foram cobertas por sacos

plásticos transparentes com capacidade de 5 kg e permaneceram em germinador, regulado a 25 °C, sob luz contínua, ao longo dos períodos estabelecidos.

Após os períodos de condicionamento, as sementes que já apresentavam protrusão radicular foram descartadas. As sementes osmocondicionadas foram lavadas em água corrente por um minuto, para a remoção dos resíduos de PEG 6.000. Este processo foi repetido três vezes. As sementes hidrocondicionadas e osmocondicionadas foram distribuídas sobre uma camada de papel toalha, por um período de 30 min para a remoção da umidade superficial. Realizou-se então a verificação do grau de umidade, pelo método de estufa a  $105\pm 3$  °C, após os processos de condicionamentos (BRASIL, 2009).

Na sequência as sementes hidrocondicionadas, osmocondicionadas e as sem condicionamento foram submetidas aos tratamentos com inseticidas de ingredientes ativos fipronil, imidacloprido e tiametoxam, nas doses de 100, 200 e 300 mL para cada  $100\text{ kg}^{-1}$  de sementes, formando 27 tratamentos mais três testemunhas: testemunha seca (sementes sem condicionamento), testemunha com água (sementes hidrocondicionadas) e testemunha com PEG 6.000 (sementes osmocondicionadas). O volume de calda utilizado foi de 1,5 L para  $100\text{ kg}^{-1}$  de sementes e os tratamentos foram realizados manualmente com a utilização de uma micropipeta em sacos plásticos com capacidade de 5 kg.

Após cada tratamento as sementes foram submetidas aos seguintes testes:

**Grau de umidade:** foi determinado pelo método de estufa a  $105\pm 3$  °C (BRASIL, 2009);

**Teste padrão de germinação (TPG):** foram semeadas quatro repetições de 50 sementes em rolo de papel de germinação umedecido com água destilada na proporção de 2,5 vezes a massa do papel seco. Os rolos foram mantidos em germinador tipo BOD em temperatura alternada de 30-20 °C e fotoperíodo de 12 h de luz e 12 h de escuro. A avaliação de germinação foi realizada aos 14 dias após a semeadura (DAS). Os resultados foram expressos em percentagem de plântulas normais (BRASIL, 2009).

**Primeira contagem da germinação:** foi realizado conjuntamente com o teste de germinação (TPG), onde se determinou a percentagem de plântulas normais aos sete DAS (BRASIL, 2009);

**Índice de velocidade de germinação (IVG) e tempo médio de germinação (TMG) no papel:** foram semeadas quatro repetições de 50 sementes em rolo de papel de germinação seguindo as mesmas condições do TPG. O IVG e TMG foram determinados com avaliações diárias conforme a metodologia descrita por Maguire (1962) e Furbeck et al. (1993),

respectivamente. Para estas avaliações foram consideradas a emissão visível da radícula com 0,5 cm.

**Comprimento e massa de plântula:** foram realizados com quatro repetições de 20 sementes, semeadas de forma desencontrada sobre duas linhas paralelas no terço superior do papel de germinação e, mantidas na mesma condição do teste padrão de germinação. Aos sete DAS foram medidos o comprimento da parte aérea e da radícula de dez plântulas normais de cada repetição. Na sequência verificou-se a massa fresca das plântulas em balança de precisão de 0,001 g e, a determinação da massa seca ocorreu por secagem desse material em estufa de ventilação forçada a  $65 \pm 5$  °C por 48 h (NAKAGAWA, 1999);

**Emergência a campo:** quatro repetições de 50 sementes foram semeadas em sulcos de 1 m, com profundidade de 0,03 m. A emergência foi avaliada aos 14 DAS, por meio da contagem de plântulas que apresentavam os cotilédones totalmente expostos acima da superfície do solo. O índice de velocidade de emergência (IVE) e o tempo médio de emergência (TME) foram determinados com avaliações diárias, conforme metodologia descrita por Maguire (1962) e Furbeck et al. (1993), respectivamente.

**Frequência relativa de germinação:** determinada pela metodologia de Labouriau e Valadares (1976), conforme a Equação 1:

$$Fr = \frac{ni}{\sum_{i=1}^k ni} \quad (1)$$

onde Fr = frequência relativa de emergência; ni = número de sementes germinadas por dia;  $\sum ni$  = número total de sementes germinadas observadas no teste de IVE.

Os dados expressos em percentagem foram transformados em arco-seno  $\sqrt{x/100}$ . Cada método de condicionamento foi analisado separadamente. As análises de variância dos dados e teste de Scott-Knott foram realizadas com o auxílio dos programas Excel® e SISVAR (FERREIRA, 2011), em nível de 5% de erro.

### 3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O lote de sementes apresentou as características iniciais de 167,05 g quanto ao peso de mil sementes, com 9,41% de teor de água, 74% de plântulas normais na primeira contagem de germinação, 80% de germinação e 85% de emergência a campo. A massa seca radicular e de parte aérea foi  $0,012 \text{ g pl}^{-1}$  e  $0,534 \text{ g pl}^{-1}$ , respectivamente.

O teor de água nas sementes passou de 9,41% (antes do condicionamento) para 45,3% nas sementes hidrocondicionadas e 36,22% nas sementes osmocondicionadas, resultados esperados em virtude da forma de condicionamento realizado. A germinação tem início com a absorção de água pelas sementes, processo que desencadeia as reações metabólicas nas membranas do tegumento culminando com a protrusão da radícula (BEWLEY; BLACK, 1994). Constatou-se que o tegumento espesso das sementes de porongo não foi um impedimento para a absorção da água utilizada nos métodos de condicionamento em estudo.

Houve interação significativa entre os fatores condicionamento de sementes e tratamento de sementes para as variáveis primeira contagem de germinação, comprimento radicular, comprimento de parte aérea, massa fresca radicular, massa fresca de parte aérea e massa seca de parte aérea. Enquanto que para as variáveis germinação, índice de velocidade de germinação, tempo médio de germinação, emergência a campo, índice de velocidade de emergência, tempo médio de emergência, comprimento de parte aérea no campo, massa seca de parte aérea no campo e massa seca radicular não houve interação entre os fatores em estudo.

O valor de 74% obtido na primeira contagem de germinação nas sementes do tratamento testemunha (sem condicionamento e sem inseticida) foi 10% superior quando comparado aos tratamentos testemunhas hidrocondicionadas e osmocondicionadas sem inseticidas (Tabela 3.1). Esta diferença em plântulas normais, também, pode ser observada na variável germinação, em que as estratégias de condicionamento prejudicaram o desempenho das sementes (Tabela 3.2).

Trabalhos com tomate (*Solanum lycopersicum* L.), repolho (*Brassica oleraceae* var. capitata) (BISOGNIN et al., 2016) e couve-flor (*Brassica oleraceae* var. botrytis) (MARCOS FILHO; KIKUTI, 2008) apontam melhores resultados na primeira contagem de germinação e germinação das sementes condicionadas por diferentes métodos e períodos de tempo. No entanto, neste trabalho não foi comprovado em sementes de porongo, uma vez que o condicionamento fisiológico não apresentou efeito benéfico na primeira contagem de germinação e germinação.

Tabela 3.1 – Primeira contagem de germinação (PCG), comprimento de radícula (CPR), comprimento de parte aérea (CPPA), massa fresca de radícula (MFR), massa fresca de parte aérea (MFPA) e massa seca de parte aérea (MSPA) de sementes de porongo sem condicionamento (SCO), hidrocondicionadas (HIDRO) e osmocondicionadas (OSMO) por diferentes tratamentos de sementes em rolo de papel.

Tratamento de Sementes <sup>1</sup>	SCO	HIDRO	OSMO	SCO	HIDRO	OSMO
	PCG (%)			CPR (cm)		
Test.	74 Aa*	64 Ba	64 Ba	14,00 Bb*	17,90 Aa	17,20 Aa
Fipronil 100	63 Ab	62 Aa	58 Aa	11,40 Cc	15,80 Ba	18,60 Aa
Fipronil 200	78 Aa	63 Ba	57 Ba	16,70 Aa	17,40 Aa	16,00 Ab
Fipronil 300	72 Aa	63 Ba	61 Ba	15,00 Ab	16,20 Aa	16,80 Aa
Imidacloprido 100	66 Ab	69 Aa	57 Ba	11,90 Bc	17,10 Aa	15,80 Ab
Imidacloprido 200	72 Ab	64 Ba	62 Ba	13,30 Cc	17,90 Ab	15,30 Bb
Imidacloprido 300	67 Ab	56 Aa	62 Aa	11,30 Bc	15,90 Ab	16,40 Aa
Tiametoxam 100	80 Aa	65 Ba	60 Ba	13,80 Bb	16,50 Aa	17,00 Aa
Tiametoxam 200	79 Aa	60 Ba	51 Ca	11,50 Cc	17,20 Aa	13,70 Bb
Tiametoxam 300	58 Ab	62 Aa	54 Aa	12,70 Bc	13,40 Bb	17,30 Aa
CV (%)		7,12			8,55	
	CPPA (cm)			MFR (g pl <sup>-1</sup> )		
Test.	5,10 Ba*	7,20 Aa	5,70 Bc	0,212 Ab*	0,224 Ab	0,241 Ac
Fipronil 100	3,30 Bb	6,90 Aa	7,00 Ab	0,175 Cc	0,218 Bb	0,261 Ab
Fipronil 200	5,20 Ca	7,70 Aa	6,80 Bb	0,261 Aa	0,256 Aa	0,224 Bc
Fipronil 300	5,40 Ca	7,80 Aa	6,80 Bb	0,221 Ab	0,206 Ab	0,242 Ac
Imidacloprido 100	4,20 Bb	6,70 Aa	6,20 Ac	0,209 Cb	0,242 Ba	0,297 Aa
Imidacloprido 200	4,20 Cb	7,00 Aa	6,20 Bc	0,214 Bb	0,251 Aa	0,252 Ab
Imidacloprido 300	3,40 Cb	7,00 Aa	6,00 Bc	0,179 Cc	0,216 Bb	0,259 Ab
Tiametoxam 100	4,50 Ba	7,40 Aa	7,20 Ab	0,224 Bb	0,250 Aa	0,268 Ab
Tiametoxam 200	4,70 Ca	7,10 Aa	6,00 Bc	0,181 Bc	0,242 Aa	0,206 Bc
Tiametoxam 300	3,70 Cb	5,30 Bb	8,30 Aa	0,175 Bc	0,157 Bc	0,240 Ac
CV (%)		10,0			8,92	
	MFPA (g pl <sup>-1</sup> )			MSPA (g pl <sup>-1</sup> )		
Test.	0,534 Bb*	0,667 Ab	0,626 Ac	0,054 Aa*	0,053 Ab	0,059 Aa
Fipronil 100	0,506 Cb	0,801 Ab	0,709 Bb	0,062 Aa	0,059 Aa	0,054 Aa
Fipronil 200	0,544 Bb	0,738 Ab	0,799 Aa	0,056 Aa	0,054 Ab	0,044 Bb
Fipronil 300	0,633 Ca	0,912 Aa	0,721 Bb	0,055 Aa	0,062 Aa	0,056 Aa
Imidacloprido 100	0,538 Bb	0,710 Ab	0,663 Ac	0,061 Aa	0,054 Bb	0,048 Bb
Imidacloprido 200	0,502 Cb	0,722 Ab	0,651 Bc	0,060 Aa	0,051 Ab	0,054 Aa
Imidacloprido 300	0,475 Cb	0,742 Ab	0,641 Bc	0,063 Aa	0,054 Bb	0,056 Ba
Tiametoxam 100	0,490 Bb	0,734 Ab	0,764 Aa	0,060 Aa	0,051 Bb	0,052 Ba
Tiametoxam 200	0,546 Bb	0,754 Ab	0,753 Aa	0,058 Aa	0,054 Ab	0,057 Aa
Tiametoxam 300	0,526 Ab	0,711 Bb	0,801 Aa	0,066 Aa	0,063 Aa	0,055 Ba
CV (%)		7,24			10,17	

<sup>1</sup>Tratamento de sementes com diferentes inseticidas nas doses de 100, 200 e 300 mL para 100 kg<sup>-1</sup> de sementes. .  
 \*interação significativa entre os fatores condicionamento de sementes e tratamentos e doses de inseticidas, pelo teste de Scott-Knott a 5% de erro. CV (%): coeficiente de variação. Letras maiúsculas diferem estatisticamente na linha e letras minúsculas diferem estatisticamente na coluna.

Tabela 3.2 – Médias de germinação (GER), índice de velocidade de germinação (IVG), tempo médio de germinação (TMG), emergência a campo (ECP), índice de velocidade de emergência (IVE), tempo médio de emergência (TME), comprimento de parte aérea no campo (CPAC) e massa seca de parte aérea no campo (MSPAC) de porongo sem condicionamento (SCO), hidrocondicionadas (HIDRO) e osmocondicionadas (OSMO).

	SCO	HIDRO	OSMO	CV(%)
GER (%)	79 A	74 B	70 C	6,64
IVG	14,64 C	17,81 B	20,75 A	11,93
TMG(dias)	3,1 A	2,9 B	2,6 C	10,81
ECP(%)	83 A	84 A	79 B	9,60
IVE	4,5 B	4,8 A	4,5 B	10,49
TME(dias)	9,38 A	8,89 B	8,99 B	3,24
CPAC (cm)	3,6 <sup>ns</sup>	3,7 <sup>ns</sup>	3,6 <sup>ns</sup>	24,10
MSPAC (g pl <sup>-1</sup> )	0,131 B	0,154 A	0,150 A	26,82

Letras maiúsculas diferem estatisticamente na linha pelo teste de Scott-Knott a 5% de erro. CV (%): coeficiente de variação.

Embora um dos benefícios esperados do condicionamento fisiológico seja a melhor expressão e uniformidade de germinação, as respostas apresentadas por diferentes espécies são específicas e variáveis. Essas respostas dependem de fatores particulares como a superação da dormência, o reparo de danos celulares e a ampliação da faixa de temperatura considerada ótima para a germinação. Assim, os ganhos nem sempre são expressos em número na primeira contagem de germinação e germinação, mas em velocidade e uniformidade nos quais tais processos ocorrem (WELBAUM et al., 1998).

Em trabalho com pepino (*Cucumis sativus*) Lima e Marcos Filho (2009) relataram que os benefícios do condicionamento fisiológico não se manifestaram em percentual de germinação, mas sim na velocidade de germinação, permitindo a formação de mudas vigorosas.

No condicionamento osmótico os diferentes níveis de vigor dos lotes foram considerados um fator importante para o sucesso dos tratamentos que se deseja aplicar. Em trabalho com repolho Armondes et al. (2016) verificaram que os lotes considerados de alto vigor não tiveram influência dos tratamentos de condicionamento osmótico na primeira contagem de germinação e na germinação. Entretanto, os tratamentos foram efetivos para lotes de média e baixa qualidade fisiológica, ao acelerar o processo germinativo. Assim, verificou-se a importância de lotes de sementes com diferentes qualidades fisiológicas, para

melhor visualização dos efeitos dos tratamentos de condicionamento fisiológico. Como para as sementes de porongo foi utilizado apenas um lote com alto potencial germinativo, pode-se sugerir que para lotes com qualidade fisiológica inferior as técnicas de condicionamento poderiam resultar em benefícios para a primeira contagem de germinação e germinação.

O índice de velocidade de germinação (IVG) e o tempo médio de germinação (TMG) apresentaram melhores resultados para as sementes condicionadas com água e PEG 6.000, em relação às sementes sem condicionamento (Tabela 3.2). Contudo, ao final do teste nem todas as sementes conseguiram originar plântulas normais, o que pode ser observado nos testes de primeira contagem de germinação e de germinação. Apesar dos métodos de condicionamento ativarem as fases I e II e fazer o preparo metabólico (BRAY, 1985), pelos resultados obtidos é provável que esses efeitos benéficos do osmocondicionamento e hidrocondicionamento não refletiram positivamente para a melhoria da primeira contagem de germinação e de germinação.

Para a primeira contagem de germinação nas sementes sem condicionamento, as doses de 100 mL de fipronil, 300 mL de tiametoxam e as três doses de imidacloprido foram inferiores quando comparadas a testemunha (Tabela 3.1). Já para as sementes hidrocondicionadas e osmocondicionadas não houve diferença entre os tratamentos na primeira contagem de germinação ao comparar com a testemunha.

Lemes et al. (2015) concluíram que o tiametoxam exerce efeito positivo sobre a qualidade fisiológica em lotes de sementes de abóbora (*Cucurbita pepo* L.), sendo que em lotes de menor qualidade há um incremento no vigor. Em aveia-preta (*Avena strigosa* Schreb) Almeida et al. (2012) verificaram aumento no percentual de plântulas normais com a elevação da dose de tiametoxam. Castro e Pereira (2008) em estudo com soja (*Glycine max* L.) atribuíram esse acontecimento ao fato de que o tiametoxam estimula a atividade enzimática, o que conseqüentemente acelera o processo de germinação das sementes propiciando emergência mais uniforme.

Nas sementes sem condicionamento verificou-se que a dose de 300 mL de tiametoxam para 100 kg<sup>-1</sup> de sementes apresentou uma redução no número de primeira contagem de germinação em relação a testemunha (Tabela 3.1). Castellanos et al. (2017) trabalhando com feijão, também verificaram que algumas doses de tiametoxam não exercem mais efeito benéfico sobre a primeira contagem de germinação, sendo que acima da dose de 300 mL de tiametoxam por 100 kg<sup>-1</sup> de sementes não constatou-se aumento na primeira contagem de germinação.

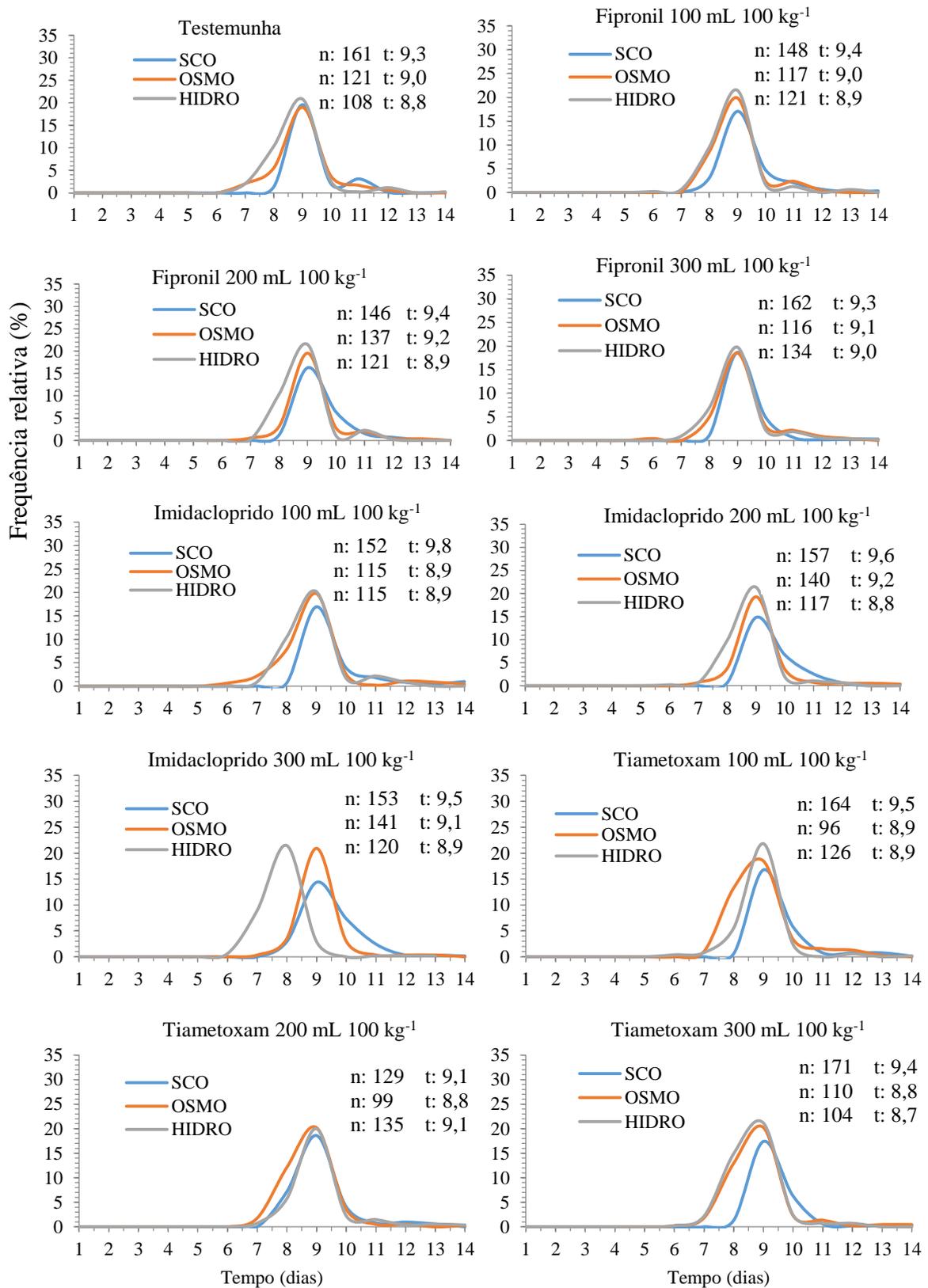
Para a emergência a campo, não houve diferença estatística, na comparação das médias, entre as sementes hidrocondicionadas e sem condicionamento (Tabela 3.2). O osmocondicionamento diferiu estatisticamente das demais médias e foi inferior a elas. O índice de velocidade de emergência (IVE) foi maior nas sementes hidrocondicionadas, enquanto que para as sementes sem condicionamento e osmocondicionadas este índice foi inferior não diferindo entre elas. Já para o tempo médio de emergência (TME), os métodos de condicionamento mostraram-se eficientes, onde tanto as sementes hidrocondicionadas como osmocondicionadas apresentaram menor tempo médio em comparação com as sementes sem condicionamento. Corroborando com este resultado o trabalho de Araújo et al. (2011), em que os autores verificaram que o IVE de sementes de maxixe (*Cucumis anguria* L.) em hidrocondicionamento foi superior a testemunha. O mesmo foi observado em couve-flor, onde o hidrocondicionamento promoveu efeitos positivos sobre a velocidade de germinação e de emergência de plântulas (MARCOS FILHO; KIKUTI, 2008).

Khan et al. (2009) verificaram que o osmocondicionamento é responsável por melhorar a emergência e o vigor das plântulas. Observou-se na Tabela 3.2, na média dos resultados, que o osmocondicionamento apresentou menor tempo médio de emergência quando comparado às sementes sem condicionamento, não diferindo, no entanto, do hidrocondicionamento.

Em sementes de cenoura (*Daucus carota* subsp. sativus), Nascimento et al. (2009) concluíram que o condicionamento osmótico favoreceu o tempo médio de germinação. Essa situação é desejável, pois possibilita que a semente após a semeadura fique menos tempo exposta a fatores abióticos que podem comprometer o estabelecimento do estande final de plântulas. Para o tratamento de sementes a redução do tempo de germinação no estabelecimento inicial do estande também é desejada, uma vez que o tratamento químico em sementes não apresenta período de ação longo.

Na frequência relativa de emergência (Figura 3.1), observou-se uma similaridade entre o percentual de emergência e as combinações de inseticidas e doses. Isto indica que os métodos de condicionamento não afetaram negativamente a qualidade fisiológica das sementes de porongo. Lopes e Franke (2011) verificaram para a germinação de cornichão (*Lotus corniculatus* L.) uma moda na distribuição das frequências relativas, demonstrando homogeneidade da qualidade fisiológica.

Figura 3.1 –Frequência relativa (Fr) da emergência de plântulas de porongo (*Lagenaria siceraria*) em função do condicionamento fisiológico de sementes e tratamentos com inseticidas. n: número de sementes totais germinadas, t: tempo médio de germinação (dias).



Pode-se destacar que na dose de 300 mL de imidacloprido para 100 kg<sup>-1</sup> de sementes, as sementes hidrocondicionadas tiveram um tempo médio de emergência menor do que as sementes osmocondicionadas e sem condicionamento. Tanto as sementes de porongo hidrocondicionadas como as osmocondicionadas apresentaram um pico de emergência maior quando comparadas as sementes sem condicionamento, ou seja, há uma tendência das sementes condicionadas emergirem mais rapidamente, fator esse importante para garantir a eficiência do tratamento químico de sementes.

Em relação ao comprimento radicular (Tabela 3.1), observou-se que os tratamentos testemunhas obtiveram maior desenvolvimento com as sementes condicionadas, sejam elas por água ou PEG 6.000. Corroborando com estes resultados, os obtidos por Vanin et al. (2011) com sementes de sorgo (*Sorghum bicolor* L.).

O tiametoxam proporcionou acréscimo no comprimento radicular de plântulas para algodão (*Gossypium hirsutum* L.) (LAUXEN et al., 2010), cenoura (ALMEIDA et al., 2009) e milho (*Pennisetum glaucum* L.) (CUNHA et al., 2016). No entanto, para as plântulas de porongo não foi observado este acréscimo, resultados estes que vão de encontro com os obtidos por Dan et al. (2012), os quais verificaram que em soja (*Glycine max*) o tiametoxam não apresentou efeito fisiológico em relação ao comprimento de radícula e de plântula.

Na massa fresca radicular, constatou-se que houve aumento apenas na dose de 100 mL para 100 kg<sup>-1</sup> de sementes para os métodos de hidrocondicionadas e osmocondicionadas, enquanto que na dose de 200 mL para 100 kg<sup>-1</sup> de sementes esse aumento só ocorreu nas sementes hidrocondicionadas.

Para o comprimento de parte aérea observou-se que os melhores resultados foram nas sementes hidrocondicionadas, não apresentando nenhuma diferença entre os inseticidas e doses utilizadas. Apenas a maior dose de tiametoxam (300 mL para 100 kg<sup>-1</sup> de sementes), apresentou um valor inferior (5,3 cm) em comparação aos demais tratamentos. As três doses de fipronil (100, 200 e 300 mL para 100 kg<sup>-1</sup> de sementes) demonstraram efeito benéfico para as sementes osmocondicionadas. O mesmo pode ser verificado nas doses de tiametoxam, com exceção da dose de 200 mL para 100 kg<sup>-1</sup> de sementes, a qual não diferiu estatisticamente da testemunha. Para as doses de imidacloprido não houve diferença estatística quando comparadas com a testemunha. Nas sementes sem condicionamento as doses de imidacloprido apresentaram valores inferiores em relação à testemunha, enquanto que para o fipronil e tiametoxam apenas a dose de 100 e 300 mL para 100 kg<sup>-1</sup> de sementes, respectivamente, foram inferiores a testemunha.

Verificou-se que a massa seca da parte aérea nas sementes sem condicionamento não apresentaram diferença entre os tratamentos com inseticidas. No entanto, para as sementes hidrocondicionadas constatou-se que as doses de 100 e 300 mL de fipronil para 100 kg<sup>-1</sup> de sementes e a de 300 mL de tiametoxam para 100 kg<sup>-1</sup> de sementes mostraram efeito positivo em relação à testemunha. Já nas sementes osmocondicionadas esse efeito positivo não foi expresso nas doses de 200 mL de fipronil para 100 kg<sup>-1</sup> de sementes e de 100 mL de imidacloprido para 100 kg<sup>-1</sup> de sementes. A massa seca radicular e comprimento de parte aérea do campo (Tabela 3.3) não apresentaram interação entre os fatores condicionamento e tratamento de sementes. A massa seca radicular diferiu apenas entre os tratamentos de sementes, enquanto que para o comprimento de parte aérea no campo a diferença das médias foi não significativa.

Tabela 3.3 – Médias do comprimento de parte aérea no campo (CPAC) e massa seca radicular (MSR) em rolo de papel das plântulas de porongo com diferentes tratamentos de sementes.

Tratamentos de sementes	CPAC (cm)	MSR (cm)
Test.	3,8 <sup>ab</sup>	0,013 A
Fipronil 100	3,8	0,011 B
Fipronil 200	3,4	0,016 A
Fipronil 300	3,7	0,010 B
Imidacloprido 100	3,6	0,012 B
Imidacloprido 200	3,7	0,012 B
Imidacloprido 300	3,7	0,010 B
Tiametoxam 100	3,8	0,012 B
Tiametoxam 200	3,5	0,009 B
Tiametoxam 300	3,5	0,009 B
CV (%)	24,10	41,16

Letras maiúsculas diferem estatisticamente na coluna pelo teste de Scott-Knott a 5% de erro. CV (%): coeficiente de variação.

Dentre os métodos de condicionamento, pode-se verificar que tanto o osmocondicionamento quanto o hidrocondicionamento não foram benéficos quando se avaliou primeira contagem de germinação e germinação. Todavia, houve benefício do hidrocondicionamento e do osmocondicionamento em relação ao tempo médio de germinação e de emergência de plântulas, quando comparados com as sementes sem condicionamento. Sendo, esta resposta positiva, não pode ser considerada expressiva para as grandes produções, uma vez que envolve mais custos com o condicionamento das sementes.

### 3.4 CONCLUSÕES

O hidrocondicionamento e o osmocondicionamento não foram eficazes para a melhoria da expressão da primeira contagem de germinação e de germinação das sementes de porongo, entretanto, foram eficientes para o índice de velocidade de germinação e emergência, e o tempo médio de emergência das sementes de porongo.

Os inseticidas imidacloprido, fipronil e tiametoxam, nas doses de 100, 200 e 300 mL para 100 kg<sup>-1</sup> de sementes, podem ser utilizados como tratamento fitossanitário, pois não alteram a qualidade fisiológica das sementes de porongo.

### REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, A.S. et al. Bioativador no desempenho fisiológico de sementes de cenoura. **Revista Brasileira de Sementes**, v.31, n.3, p.87-95, 2009.
- ALMEIDA, A.S. et al. Desempenho fisiológico de sementes de aveia-preta tratadas com tiametoxam. **Semina: Ciências Agrárias**, v.33, n.5, p.1619-1628, 2012.
- ARAÚJO, P.C. et al. Condicionamento fisiológico e vigor de sementes de maxixe. **Revista Brasileira de Sementes**, v.33, n.3, p.482-489, 2011.
- ARMONDES, K. et al. Condicionamento osmótico e desempenho de sementes de repolho com diferentes níveis de vigor. **Horticultura brasileira**, v.34, n.3, p.428-434, 2016.
- BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. 2. ed. New York: Plenum Press, 1994. p.293-343.
- BISOGNIN, D.A. Origin and evolution of cultivated cucurbits. **Ciência Rural**, v.32, n.4, p.715-723, 2002.
- BISOGNIN, M.B. et al. Desempenho fisiológico de sementes olerícolas em diferentes tempos de hidrocondicionamento. **Revista de Ciências Agrárias**, v.39, n.3, p.349-359, 2016.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília: MAPA, 2009. 395p.
- BRAY, C.M. Biochemical processes during the osmopriming of seeds. In: KIGEL, J.& G. GALILI (eds). **Seed development and germination**. New York: Marcel Dekker, Inc., 1995, p.767-789.
- CASTELLANOS, C.I.S. et al. Thiamethoxam treated bean seeds performance during storage. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.12, n.1, p.1-5, 2017.
- CASTRO, P.R. C.; PEREIRA, M.A. Bioativadores na agricultura. In: GAZZONI, D. L. (Coord.). **Tiametoxam: uma revolução na agricultura brasileira**. Petrópolis: Vozes, 2008. p.115-122.

- CUNHA, R.P. et al. Performance fisiológica de sementes de milho (*Pennisetum americanum*) tratadas com bioativador. **Revista de Ciências Agrárias**, p.376-382, 2016.
- DAN, L.G.M. et al. Tratamento de sementes com inseticida e a qualidade fisiológica de sementes de soja. **Revista Caatinga**, v.25, n.1, p.45-51, 2012.
- FERREIRA, D.F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, v.6, p.36-41, 2011.
- FURBECK, S. M.; BOURLAND, F. M.; WATSON, C. E. Relationship of seed and germination measurements with resistance to seed weathering cotton. **Seed Science and Technology**, v.21, n.3, p.505-512, 1993.
- KHAN, H. et al. Effect of seed priming with NaCl on salinity tolerance of hot pepper (*Capsicum annuum* L.) at seedling stage. **Soil Science Society of Pakistan**, v.28, p.81-87, 2009.
- LABOURIAU, L.G.; VALADARES, M.E.B. On the germination of seeds *Calotropis procera* (Ait.) Ait.f. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v.48, n.2, p.263-284, 1976.
- LAUXEN, L.R.; VILLELA, F.A.; SOARES, R.C. Desempenho fisiológico de sementes de algodoiro tratadas com tiametoxam. **Revista Brasileira de Sementes**, v.32, n.3, p.61-68, 2010.
- LEMES, E.S. et al. Germinação e vigor de sementes de abóbora tratadas com tiametoxam. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.45, n.1, p.122-127, 2015.
- LIMA, L. B.; MARCOS FILHO, J. Condicionamento fisiológico de sementes de pepino e relação com desempenho das plantas em campo. **Revista Brasileira de Sementes**, v.31, n.3, p.27-37, 2009.
- LOPES, R. R.; FRANKE, L. B. Aspectos térmico-biológicos da germinação de sementes de cornichão anual sob diferentes temperaturas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.10, p.2091-2096, 2011.
- 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.
- MARCOS FILHO, J.; KIKUTI, A.L.P. Condicionamento fisiológico de sementes de couve-flor e desempenho das plantas em campo. **Horticultura Brasileira**, v.26, n.2, p.165-169, 2008.
- MIKAMI, A.Y.; VENTURA, M.U. Isca amilácea de cucurbitacina (*Lagenaria vulgaris* L.) promove maior eficiência do inseticida carbaril no controle de *Diabrotica speciosa*, em laboratório. **Ciência Rural**, v.38, n.8, p.2119-2123, nov. 2008.
- NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: KRZYZANOSWKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES. 1999. 218p.
- NASCIMENTO, W.M. et al. Germinação de sementes de cenoura osmoticamente condicionadas e peletizadas com diversos ingredientes. **Horticultura Brasileira**, v.27, n.1, p.12-16, jan-mar, 2009.
- NASCIMENTO, W.M.; SILVA, P.P. Desafio Quente. **Revista Cultivar**, n.84, p.22-23, 2014.

NISHIDA, R.; YOKOYAMA, M.; FUKAMI, H. Sequestration of cucurbitacin analogs by new and old world chrysomelid leaf beetles in the tribe Luperini. **Chemoecology**, v.3, n.1, p.19-24, 1992.

TAYLOR, A.G.; ALLEN, P.S.; BENNETT, K.J. Seed enhancements. **Seed Science Research**, v.8, p.245-256, 1998.

VANIN, A. et al. Tratamento de sementes de sorgo com inseticidas. **Revista Brasileira de Sementes**, v.33, n.2, p.299 - 309, 2011.

VILLELA, F.A.; DONI FILHO, L.; SEQUEIRA, E.L. Tabela de potencial osmótico em função da concentração de polietileno glicol 6.000 e da temperatura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.26, n.11/12, p.1957-1968, 1991.

WELBAUM, G.E. et al. The evolution and effects of priming vegetable seeds. **Seed Technology**, v.20, n.2, p.209-235, 1998.

## 4 CAPÍTULO II

### TESTE DE FRIO EM DIFERENTES SUBSTRATOS PARA AVALIAÇÃO DO VIGOR EM SEMENTES DE *Lagenaria siceraria*

#### RESUMO

Os testes de vigor são importantes para detectar diferenças no potencial fisiológico em lotes de sementes com germinação semelhante. Entre os testes utilizados para a avaliação do vigor, pode-se citar o teste de frio, que expõe as sementes a condições de baixa temperatura associada a alta umidade do substrato. Assim, o presente trabalho objetivou aprimorar a metodologia do teste de frio para sementes de porongo, testando diferentes substratos em combinações de baixas temperaturas e períodos de exposição ao frio. Os testes de germinação, primeira contagem de germinação, emergência a campo, comprimento de raiz e parte aérea, massa fresca e seca de raiz e parte aérea e massa seca total foram utilizados para a avaliação do potencial fisiológico dos quatro lotes de sementes utilizados. O teste de frio foi realizado em rolo de papel e caixas plásticas com solo e substrato comercial, em duas temperaturas de frio (10 e 15° C), pelos períodos de exposição de três, cinco e sete dias de frio. Os dados foram analisados pelo teste de Scott-Knott a 5% de erro. A metodologia do teste de frio utilizando o rolo de papel mostrou-se como opção mais viável, em que a diferenciação em três níveis de vigor sem perda do potencial fisiológico dos lotes pode ser obtida com período de exposição de sete dias ao frio de 10 ou 15° C. Os testes de primeira contagem de germinação, de germinação e da massa seca de raiz apresentaram correlações significativas com as diferentes metodologias do teste de frio.

**Palavras-chave:** Estresse. Baixa temperatura. Qualidade fisiológica.

## 4.1 INTRODUÇÃO

O porongueiro (*Lagenaria siceraria* (Mol.) Stand.), pertence a família Cucurbitacea, e seu fruto é de grande importância econômica e folclórica, pois é a matéria-prima utilizada para a fabricação de cuias, especialmente, para a região sul do Brasil, Paraguai e Uruguai (BISOGNIN et al., 2008). O município de Santa Maria destaca-se por ser um dos polos de produção do fruto no RS, mesmo apresentando baixa tecnologia na obtenção de sementes utilizadas na implantação da lavoura, a qual ocorre de maneira empírica. Os produtores realizam a seleção das sementes pelo tamanho do frutos colhidos na safra anterior, sem garantia da qualidade fisiológica das mesmas.

O estabelecimento do estande de plantas no campo é primordial para obter boa produtividade dos frutos do porongueiro, em que características como emergência rápida e uniforme são essenciais, o que implica em uma escolha criteriosa dos lotes de sementes a serem utilizados (MARCOS-FILHO, 2015). Assim, o vigor das sementes é um aspecto importante a ser considerado no momento da semeadura (SCHEEREN et al., 2010). Todavia, o desenvolvimento de testes que busquem demonstrar o desenvolvimento de plântulas em condições ambientais é fundamental para que não haja a superestimação do potencial fisiológico das sementes (CASAROLI et al., 2009).

Na avaliação da qualidade fisiológica das sementes olerícolas normalmente utiliza-se o teste de germinação, o qual não é considerado sensível na distinção de lotes em laboratório, uma vez que é conduzido sob condições ótimas a fim de proporcionar a máxima germinação (MARCOS-FILHO, 2015). Os testes de vigor são uma complementação do teste de germinação e procuram detectar diferenças significativas no potencial fisiológico de lotes com germinação semelhante, por diferentes testes como: envelhecimento acelerado, condutividade elétrica, teste de frio, primeira contagem e comprimento de raiz e parte aérea (MARCOS-FILHO, 2015).

Entre os testes, no teste de frio, as sementes são submetidas a fatores adversos de baixa temperatura e alta umidade do substrato, acarretando apenas na germinação das sementes de alto vigor. Os trabalhos que abordam aspectos metodológicos a respeito da condução do teste, se concentram praticamente em sementes de milho, cultura a qual o teste é muito utilizado (BARROS; DIAS, 1992). Cada espécie vegetal, em função da sua ecofisiologia de desenvolvimento, apresenta uma resposta a determinado teste, não havendo uma padronização. Assim, na literatura alguns testes discriminam melhor os lotes de sementes, como, o teste de frio e envelhecimento acelerado para abóbora (CASAROLI et al.,

2006), envelhecimento acelerado para melão (TORRES; MARCOS-FILHO, 2003), condutividade elétrica para berinjela (ALVES et al., 2012). No entanto, para o porongueiro, não há um teste que melhor distingue os diferentes potenciais fisiológicos dos lotes de sementes.

Assim, o presente trabalho objetivou aprimorar a metodologia do teste de frio para sementes de porongo, testando diferentes substratos em combinações de baixas temperaturas e períodos de exposição ao frio.

## 4.2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no Laboratório Didático e de Pesquisas em Sementes (LDPS) e na área experimental do Departamento de Fitotecnia, localizados no *Campus* da Universidade Federal de Santa Maria, RS (29°43' S; 53°43' W e altitude de 95 m), durante o ano de 2018. Foram utilizados quatro lotes de sementes, dois oriundos do município de Frederico Westphalen e outros dois de Santa Maria (Distrito de Arroio do Só), regiões produtoras de porongo no Rio Grande do Sul.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado organizado em esquema fatorial 2x3x4 (níveis de temperatura, períodos de dias de frio e lotes de sementes), com 4 repetições. Os níveis de temperatura foram 10 e 15° C, no germinador tipo BOD. Os períodos de dias de frio foram de 3, 5 e 7 dias.

A caracterização da qualidade física e fisiológica para estratificação dos lotes foi realizada através dos seguintes testes:

**Grau de umidade:** realizado através do método de estufa a  $105 \pm 3^\circ$  C por 24 h, utilizando-se duas subamostras de 5 g (BRASIL, 2009);

**Peso de mil sementes:** foram pesadas oito repetições de 100 sementes, de acordo com as Regras de Análises de Sementes (BRASIL, 2009);

**Teste padrão de germinação:** foram semeadas quatro repetições de 50 sementes em rolo de papel de germinação umedecido com água destilada na proporção de 2,5 vezes a massa do papel seco. Os rolos foram mantidos em germinador tipo BOD, com temperatura alternada de 20-30° C e fotoperíodo de 12 h de luz e 12 h de escuro. A avaliação de germinação foi realizada aos 14 DAS (dias após a semeadura). Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais (BRASIL, 2009);

**Primeira contagem de germinação:** a montagem do teste seguiu o mesmo padrão do teste de germinação, no entanto, a contagem foi realizada ao sétimo dia após a instalação do teste (BRASIL, 2009);

**Comprimento e massa de plântula:** quatro repetições de 20 sementes foram semeadas em duas linhas desencontradas no terço superior do papel de germinação e, mantidas na mesma condição do teste padrão de germinação. Aos sete DAS foram medidos o comprimento da parte aérea e da radícula de dez plântulas normais de cada repetição. Na sequência verificou-se a massa fresca das plântulas em balança de precisão de 0,001 g e, a determinação da massa seca ocorreu após secagem desse material em estufa de ventilação forçada a  $65\pm 5^\circ\text{C}$  por 48 h (NAKAGAWA, 1999);

**Emergência no campo:** quatro repetições de 50 sementes foram semeadas em sulcos de 1 m, com profundidade de 0,03 m. A avaliação de emergência foi realizada aos 14 DAS, onde foram considerados os cotilédones totalmente expostos acima da superfície do solo.

Os testes de frio em substratos foram:

**Teste de frio em papel:** foram semeadas quatro repetições de 50 sementes em rolo de papel de germinação umedecido com água destilada na proporção de 2,5 vezes o peso do papel seco. Os rolos foram mantidos em germinador do tipo BOD, regulados nas temperaturas de 10 e 15° C, sem a presença de luz, pelos períodos de três, cinco e sete dias. Após os respectivos períodos, os rolos foram retirados do frio e alocados em BOD com temperatura alternada de 20-30° C e fotoperíodo de 12 h de luz e 12 h de escuro. Ao sétimo dia foi realizada a primeira contagem de germinação. Foram consideradas plântulas normais e vigorosas aquelas que possuíam no mínimo 2 cm de raiz e 2 cm de parte aérea.

**Teste de frio em solo:** utilizou-se solo proveniente do cultivo de porongo do município de Pinhal Grande (RS), de textura argilosa, o qual foi previamente secado e peneirado para sua homogeneização. O solo foi colocado em caixas plásticas (42x28x07) onde foi realizada a distribuição de quatro repetições de 30 sementes de cada lote. Em seguida, as sementes foram cobertas com uma camada de aproximadamente 2 cm de solo, e umedecidas com água até atingir 60% de sua capacidade de retenção. As caixas plásticas foram cobertas por um saco plástico transparente e permaneceram em BOD reguladas a 10 e 15° C, sem presença de luz, por três, cinco e sete dias. Após os períodos de frio, as caixas foram alocadas em condições não controladas do LDPS, onde permaneceram por sete dias para a realização da contagem de plântulas emergidas.

**Teste de frio em substrato comercial:** as caixas plásticas (42x28x07) foram preenchidas com substrato comercial Mcplant<sup>®</sup>, sobre o qual foram distribuídas quatro

repetições de 30 sementes de cada lote. Logo após, as sementes foram cobertas com uma camada de aproximadamente 2 cm de substrato, e umedecidas com água até atingir 60% de sua capacidade de retenção. As caixas plásticas foram cobertas por um saco plástico transparente e permaneceram em BOD reguladas a 10 e 15° C, sem presença de luz, por três, cinco e sete dias. Após os períodos de frio, as caixas foram alocadas em condições não controladas do LDPS, onde permaneceram por sete dias para a realização da contagem de plântulas emergidas.

As análises de variância (ANOVA) dos dados e teste de Scott-Knott foram realizadas com o auxílio dos programas Excel® e SISVAR (FERREIRA, 2011), em nível de 5% de erro.

#### 4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados de grau de umidade (U) e peso de mil sementes (PMS) não foram submetidos à análise estatística, servindo apenas para a caracterização física inicial dos lotes de sementes de porongo (Tabela 4.1). Verificou-se que não houve grande variação nos valores destas variáveis entre os lotes estudados, fator importante para assegurar a consistência das análises nos testes sequenciais. Estas variáveis são consideradas parâmetros tecnológicos que caracterizam a maturação das sementes. O grau de umidade é considerado o indicador mais seguro do comportamento do lote de sementes, pois se altera continuamente durante o processo de acúmulo de matéria seca, sendo importante sua verificação na execução dos testes. Consequentemente, confere a padronização das avaliações e obtenção de resultados consistentes (MARCOS-FILHO, 2015).

O teste de germinação foi sensível ao distinguir os lotes, caracterizando os lotes 1 (94%) e 2 (88%) como de mais alta germinação, o lote 3 (82%) como intermediário e o lote 4 (74%) como de mais baixa germinação. Pelo o teste de primeira contagem de germinação, o lote 1, também, foi classificado como de mais alto vigor, enquanto que o lote 3 foi classificado como intermediário e os lotes 2 e 4 como de mais baixo vigor. No entanto, na emergência no campo, os lotes foram distinguidos por dois níveis de vigor, sendo que os lotes 1 e 3 foram caracterizados como de mais alto vigor.

O comprimento de raiz e parte aérea não foram eficientes para distinguir as diferenças de vigor entre os lotes. Observou-se que a mobilização das reservas acumuladas nas sementes de porongo foram destinadas 73,2% para o comprimento radicular e 26,8% para o comprimento de parte aérea do lote 1. Os demais lotes apresentaram resposta semelhante ao lote 1, em que verifica-se para o lote 2 uma mobilização de 75,13% para o comprimento

radicular e 24,87% para o comprimento de parte aérea. O lote 3 mobilizou para o comprimento radicular 69,91% e 30,09% para o comprimento de parte aérea, enquanto que o lote 4 mobilizou 72% e 28% para o comprimento radicular e de parte aérea, respectivamente, confirmando assim a não diferenciação dos lotes por estes testes. Já a massa seca de raiz separou os lotes em dois níveis de vigor, em que os lotes 1 e 2 foram identificados como os de mais alto vigor. Para a massa seca total não houve distinção de vigor entre os lotes.

Tabela 4.1 – Grau de umidade (U) e peso de mil sementes (PMS), germinação (G), primeira contagem de germinação (PCG), emergência a campo (ECP), comprimento de radícula (CR), comprimento de parte aérea (CPA), massa fresca da radícula (MFR), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa seca de radícula (MSR), massa seca de parte área (MSPA), massa seca total de plântulas (MST) de sementes de quatro lotes de porongo.

	<b>U</b> <b>(%)<sup>+</sup></b>	<b>PMS</b> <b>(g)<sup>+</sup></b>	<b>G</b> <b>(%)</b>	<b>PCG</b> <b>(%)</b>	<b>ECP</b> <b>(%)</b>	<b>CR</b> <b>(cm)</b>
Lote 1	7,56	166,17	94 A	91 A	81 A	15,8 A
Lote 2	6,01	160,97	88 A	74 C	73 B	14,5 A
Lote 3	7,65	163,60	82 B	80 B	78 A	15,1 A
Lote 4	6,46	160,69	73 C	68 C	74 B	14,4 A
	<b>CPA</b> <b>(cm)</b>	<b>MFR</b> <b>(g pl<sup>-1</sup>)</b>	<b>MFPA</b> <b>(g pl<sup>-1</sup>)</b>	<b>MSR</b> <b>(g pl<sup>-1</sup>)</b>	<b>MSPA</b> <b>(g pl<sup>-1</sup>)</b>	<b>MST</b> <b>(g pl<sup>-1</sup>)</b>
Lote 1	5,8 A	0,295 A	0,668 A	0,017 A	0,056 A	0,073 A
Lote 2	4,8 A	0,336 A	0,556 B	0,018 A	0,054 A	0,072 A
Lote 3	6,5 A	0,227 B	0,679 A	0,012 B	0,059 A	0,071 A
Lote 4	5,6 A	0,220 B	0,605 B	0,012 B	0,054 A	0,065 A

<sup>+</sup>Dados não submetidos à análise estatística.

Letras maiúsculas diferem estatisticamente na coluna, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro.

De maneira geral, pode-se verificar que os lotes de sementes de porongo foram estratificados em basicamente três níveis de vigor, ficando evidente que o lote 1 é superior fisiologicamente em relação aos demais, enquanto que o lote 4 apresenta potencial fisiológico inferior.

Em relação as metodologias do teste de frio, verificou-se que houve interação entre os fatores temperatura, dias de frio e lotes de sementes para o teste realizado em rolo de papel, conforme Tabela 4.2. No período de três dias a 10° C, os lotes 1, 2 e 3 não apresentaram distinção entre si, diferindo apenas do lote 4, que foi considerado o lote de mais baixo vigor. No entanto, para o mesmo período de tempo a 15° C, verificou-se uma estratificação em três níveis de vigor, onde o lote 1 foi de mais alto vigor (86%), seguido pelos lotes 3 e 4 com vigor intermediário e o lote 2 como de mais baixo vigor (57%). Esses resultados vão de encontro com os obtidos nos testes de germinação e primeira contagem de germinação, os quais foram sensíveis ao distinguir os lotes em três níveis de vigor.

Verificou-se que neste período de tempo a temperatura mais baixa (10° C) foi sensível para estratificar os lotes em apenas dois níveis de vigor quando comparado com a temperatura de 15° C, que estratificou os lotes em três níveis de vigor. O tempo de exposição ao frio não foi um fator limitante para a condução do teste em rolo de papel, pois observou-se que mesmo o menor período de exposição ao frio permitiu classificar os lotes em níveis de vigor. Como a semeadura do porongueiro se dá nos meses de setembro a outubro no RS, em que ainda há presença de noites com temperaturas amenas, não é difícil de se registrarem temperaturas baixas, indicando assim que essas temperaturas mostram-se favoráveis para o desencadeamento do processo germinativo, mesmo que o processo ocorra mais lentamente.

Tabela 4.2 – Primeira contagem de germinação do teste de frio durante 3, 5 e 7 dias a 10 e 15° C, em rolo de papel, realizada em quatro lotes de sementes de porongo.

Dias	Temperatura					
	10° C			15° C		
	3	5	7	3	5	7
Lote 1	78 Ab $\alpha$	82 Ab $\alpha$	95 Aa $\alpha$	86 Ab $\alpha$	84 Ab $\alpha$	95 Aa $\alpha$
Lote 2	70 Ab $\alpha$	78 Aa $\alpha$	84 Ba $\beta$	57 Bc $\gamma$	77 Ab $\beta$	93 Aa $\alpha$
Lote 3	72 Aa $\alpha$	63 Bb $\beta$	74 Aa $\gamma$	68 Ab $\beta$	74 Aa $\beta$	78 Aa $\beta$
Lote 4	63 Aa $\beta$	54 Bb $\gamma$	68 Aa $\gamma$	64 Aa $\beta$	67 Aa $\gamma$	62 Aa $\gamma$
CV(%)	7,66					

\*Médias seguidas de letras maiúsculas indicam comparação entre temperaturas dentro do mesmo período de dias e lotes, enquanto que letras minúsculas indicam comparação entre dias dentro da mesma temperatura e lotes. Médias seguidas de letras gregas indicam comparação entre lotes dentro de cada período de dias e temperaturas. Teste de Scott-Knot a 5% de erro.

Marcos-Filho (2015) menciona que a temperatura é um dos principais fatores que afetam a porcentagem, velocidade e uniformidade do processo de emergência de plântulas. Burris e Navratil (1979) relatam que o efeito principal da baixa temperatura é dificultar a reorganização das membranas celulares durante e embebição, tornando mais lentos tanto esse processo como o de germinação.

Os lotes de sementes submetidos a cinco dias de frio a temperatura de 10° C foram classificados em três níveis de vigor, sendo que os lotes 1 (82%) e 2 (78%) foram os de mais alto vigor, seguidos pelo lote 3 (63%) com vigor intermediário e logo após o lote 4 (54%) classificado como de mais baixo vigor. Neste mesmo período de tempo a 15° C, o lote 1 foi o de mais alto vigor, enquanto que o lote 4 foi considerado de mais baixo vigor. O desenvolvimento observado foi semelhante com sete dias de frio, em que os lotes foram classificados em três níveis de vigor. Para 10° C o lote de mais alto vigor foi o lote 1, seguido do lote 2 com um vigor intermediário e logo após os lotes 3 e 4 com mais baixo vigor. Com

15° C observou-se plântulas mais vigorosas nos lotes 1 e 2, seguidos pelo lote 3 com um vigor intermediário e o lote 4 de mais baixo vigor.

No entanto, verificou-se que com o aumento do tempo de exposição dos lotes de sementes ao frio, há um aumento do número de plântulas normais. Assim, aos sete dias de exposição ao frio os lotes de sementes apresentaram valores muito próximos aos testes de primeira contagem de germinação e de germinação, expressando o seu máximo potencial fisiológico. Devem-se levar em consideração neste caso, que as sementes expostas ao máximo período de tempo de frio, foram também as que tiveram um maior período para embebição e desencadeamento das reações que envolvem o processo germinativo. Isto porque, após sete dias de frio, as sementes foram submetidas a um período de mais sete dias nas temperaturas consideradas ótimas para a germinação da cultura (20°- 30° C) totalizando então um período de 14 dias em contato com o substrato.

Nesta mesma conjuntura para o período de três dias de frio, verificou-se que as sementes tiveram apenas 10 dias para a embebição e desencadeamento do processo germinativo. Assim, o tempo de sete dias do teste padrão de germinação (TPG) somado aos sete dias de frio (14 dias) permitiram que os lotes 1 e 2 considerados de melhor qualidade fisiológica de acordo com o TPG pudessem expressar o seu máximo potencial fisiológico. Por outro lado, três dias de frio mais sete dias de TPG (10 dias) não foram suficientes para que os lotes expressassem seu máximo potencial fisiológico em termos de níveis de vigor.

Com isso, para classificar os lotes em três níveis de vigor com a máxima expressão de seu potencial fisiológico na temperatura de 10° C foi necessário um período de exposição maior ao frio, fato este que demonstra a tolerância da espécie a baixas temperaturas. Pois, mesmo em temperatura mais baixa, verificou-se que as sementes embeberam, iniciando o processo germinativo sem a redução drástica do seu potencial fisiológico. Essa hipótese é confirmada pelos resultados obtidos por Han et al. (2004) em trabalho com propagação *in vitro* de porongo, em que observaram que a espécie possui uma excelente tolerância a baixa temperatura. Observou-se então, que o frio funcionou como um agente condicionante, beneficiando os lotes de sementes e permitindo a máxima expressão do potencial germinativo de cada lote.

Em trabalho com sementes de pinhão-manso Oliveira et al. (2015), concluíram que os tratamentos utilizando rolo de papel sem solo resfriado por sete e 11 dias, tendo como períodos de avaliações finais cinco e sete dias de exposição a temperatura de 25° C, foram os mais eficientes para separar os lotes de sementes em diferentes níveis de vigor. Também, verificaram que o período de cinco dias à exposição de 25° C foi o mais sensível, pois

distinguiram os cinco lotes em quatro níveis de vigor. Corroborando com esses resultados, Mendes et al. (2010) e Kappes, Carvalho e Yamashita (2009), em trabalho com mamona e soja, respectivamente, também, verificaram que um maior período de exposição das sementes ao frio em rolo de papel sem solo, foi sensível para distinguir os lotes, sem no entanto, causar grandes danos ao seu potencial fisiológico.

Por outro lado, em trabalho com sementes de abóbora Boligon et al. (2010) constataram que o estresse causado por baixas temperaturas foi prejudicial as sementes e, que conforme houve a diminuição do período de exposição ou o aumento da temperatura, a emergência de plântulas eleva-se. Deste modo, constatou-se que o teste de frio para sementes de abóbora foi efetivo em temperaturas em torno de 18° C, em curtos períodos de exposição ao frio. Esse fato também pode ser comprovado por Zucareli et al. (2011), que em trabalho com milho testaram temperaturas abaixo da temperatura basal para a cultura e constataram alterações no desenvolvimento fisiológico das sementes, com inferioridade de expressão de germinabilidade observada na temperatura de 20° C em comparação com a de 30° C.

Um dos fatores que deve ser levado em consideração durante a realização do teste de frio é a qualidade fisiológica dos lotes de sementes testados. Trabalhando com diferentes amostras de sementes de milho consideradas de alto e baixo vigor, Egli e Rucker (2012), testaram a hipótese de que sementes de lotes de alto vigor deveriam emergir mais rápida e uniformemente do que sementes de lotes de baixo vigor, quando submetidas a uma situação de estresse, como o frio. Comprovaram que sementes de alto vigor obtêm maior uniformidade de germinação em níveis de temperatura mais críticos.

Verificou-se que no maior período de exposição ao frio, independente da temperatura o lote 1 (de alto vigor) manteve alto potencial germinativo, indicando sua superioridade em relação aos demais lotes. Com 15° C o lote 1 não apresentou diferença em relação ao lote 2, fato que pode ser atribuído a temperatura não promover o estresse térmico suficiente para permitir que o melhor lote se sobressaísse dos demais. Observou-se, também, que o lote 3 e 4 foram discriminados com a expressão do potencial fisiológico inferior, o que confirma os dados obtidos no teste de germinação, neste trabalho.

As diferenças na qualidade fisiológica dos lotes, também são fatores importantes para que o teste de frio discrimine melhor os lotes. Barros e Dias (1992) relatam que no teste de frio em rolo de papel sem solo os lotes são separados com diferenças na qualidade mais pronunciada não separando de modo uniforme lotes com pequenas diferenças na qualidade. Verificou-se que mesmo havendo diferenças estatísticas entre os lotes 1 e 2 e entre os lotes 3 e 4, essa diferença não foi muito pronunciada, fato que durante a realização do teste permite

hora agrupar os lotes 1 e 2 em um nível de vigor e os lotes 3 e 4 em outro, conforme a combinação dos tratamentos utilizadas. No entanto, ao aumentar o tempo de exposição ao frio (cinco e sete dias), para a temperatura de 10° C, observou-se a ocorrência da classificação mais sensível quanto ao vigor dos lotes, que ocasionou a recomendação para a avaliação da expressão do potencial fisiológico de lotes de sementes de porongo.

Para o teste de frio realizado com solo observou-se interação significativa entre os dias de exposição ao frio e temperaturas (Tabela 4.4). Não houve interação com os lotes, no entanto, eles foram distinguidos em três níveis de vigor (Tabela 4.3). O lotes 1 e 2 foram classificados como de mais alto vigor, seguidos pelo lote 3 com vigor intermediário e pelo lote 4 como de mais baixo vigor. A primeira contagem de germinação e a emergência a campo (Tabela 4.1) apresentaram diferenças entre os lotes 1 e 2, todavia, no teste de germinação não houve diferença estatística. Pelo teste de frio as diferenças apresentadas pela primeira contagem de germinação e emergência no campo não se confirmaram, e esses lotes seguiram a mesma caracterização apresentada pelo teste de germinação.

Tabela 4.3 – Médias da contagem de plântulas normais aos sete dias, após três, cinco e sete dias do teste de frio, a 10° e 15° C, em solo, realizada em quatro lotes de sementes de porongo.

<b>Lotes</b>	<b>Média (%)</b>
Lote 1	96 A
Lote 2	94 A
Lote 3	83 B
Lote 4	79 C
CV(%)	4,39

Letras maiúsculas diferem estatisticamente na coluna, pelo teste de Scott-Knott a 5% de erro. CV (%): coeficiente de variação.

A Tabela 4.4 demonstra a interação entre os períodos de exposição ao frio nas diferentes temperaturas. Verifica-se que em temperatura de 15° C, a medida que se aumenta o período de exposição ao frio há uma pequena redução no número de plântulas normais. Entre as diferentes temperaturas houve diferença apenas aos três dias, em que a temperatura mais baixa (10° C) apresentou um menor número de plântulas normais, o que está associado à baixa temperatura retardar o processo germinativo. Mesmo essas reduções em número de plântulas normais apresentarem diferenças estatísticas, não pode-se detectar uma perda de vigor drástica ao se comparar com os demais testes utilizados na estratificação do lote (Tabela 4.1). Assim, elas mostram que a baixa temperatura não foi um fator limitante para a condução dos testes e classificação dos lotes em diferentes níveis de vigor.

Tabela 4.4 – Primeira contagem de germinação do teste de frio durante 3, 5 e 7 dias a 10° e 15° C, em solo, realizada em quatro lotes de sementes de porongo.

Dias	Temperatura	
	10° C	15° C
3	87 Ba	92 Aa
5	89 Aa	87 Ab
7	86 Aa	86 Ab
CV(%)	4,39	

Letras maiúsculas diferem estatisticamente na linha e letras minúsculas na coluna, pelo teste de Scott-Knott a 5% de erro. CV (%): coeficiente de variação.

No teste de frio realizado com substrato comercial (Tabela 4.5) houve interação significativa entre lotes de sementes e temperaturas. Tanto a temperatura de 10° como a de 15° C foram sensíveis o suficiente para distinguir os quatro lotes em dois níveis de vigor, classificando os lotes 1 e 2 como de mais alto vigor e os lotes 3 e 4 como de mais baixo vigor.

Tabela 4.5 – Primeira contagem de germinação do teste de frio a 10° e 15° C, em substrato comercial, realizada em quatro lotes de sementes de porongo.

Lotes	Temperatura	
	10° C	15° C
Lote 1	97 Aa	93 Aa
Lote 2	95 Aa	95 Aa
Lote 3	72 Ab	74 Ab
Lote 4	69 Bb	75 Ab
CV(%)	6,4	

Letras maiúsculas diferem estatisticamente na linha e letras minúsculas na coluna, pelo teste de Scott-Knott a 5% de erro. CV (%): coeficiente de variação.

Como pode-se observar, o teste que envolveu a utilização de substrato comercial não foi tão eficiente para discriminar as diferenças entre os lotes ao discriminá-los em apenas dois níveis de vigor. Ao se utilizar uma metodologia que envolva tanto solo, quanto substrato comercial, deve-se perceber que há um maior trabalho envolvido para a montagem do teste, bem como há uma maior utilização de espaço físico, em que muitas vezes deve-se fracionar em períodos de tempo a realização dos tratamentos para que se possa realizar a condução do teste. Observou-se que para algodão (MIGUEL et al., 2001) e pinhão-manso (OLIVEIRA et al., 2015) o teste de frio realizado em rolo de papel foi mais eficiente para estratificar diferenças na qualidade fisiológica dos lotes, quando comparados com o método tradicional envolvendo caixas plásticas contendo solo.

Com as diferentes metodologias de frio testadas, observou-se que os quatro lotes de sementes apresentaram sensibilidade ao frio, podendo ser discriminados em diferentes níveis de vigor, sem haver, no entanto, grande perda de seu potencial fisiológico. Entre os substratos utilizados para realização do teste, observou-se uma resposta diferenciada, distinguindo os quatro lotes em três níveis de vigor, com exceção do substrato comercial que distinguiu os lotes em dois níveis de vigor apenas. O lote 1 em todos os tratamentos e substratos foi o de mais alto vigor, as vezes sendo acompanhado pelo lote 2, enquanto que o lote 3 apresentou sempre um potencial fisiológico abaixo do lote 1. Dependendo do tratamento o lote 4 apresentou o mesmo potencial fisiológico do lote 3, ou as vezes ficou um nível abaixo.

No entanto, a utilização da metodologia do rolo de papel mostra-se mais vantajosa e adequada para a estratificação dos lotes de sementes, uma vez que a montagem do teste é menos trabalhosa e o espaço ocupado é menor, podendo-se realizar mais tratamentos simultaneamente. Assim, para a realização do teste de frio, recomenda-se a utilização de rolo de papel. Tanto a temperatura de 10° C como a de 15° C foram sensíveis para permitir a estratificação dos lotes em níveis de vigor. A temperatura de 15° C em todos os períodos de exposição ao frio permitiu a classificação dos lotes em três níveis de vigor, enquanto que na temperatura de 10° C isso só pode ser observado a partir de cinco dias de frio.

Contudo, para que os lotes expressassem seu máximo potencial fisiológico foi necessário um maior período de exposição ao frio. Logo, a combinação de 10° ou 15° C aliada ao período de sete dias de frio mostrou-se mais eficiente na estratificação de níveis de vigor dos lotes sem alterações dos seus potenciais fisiológicos.

Pela correlação de Pearson (Tabela 4.6) verificou-se que a emergência no campo, a massa seca de parte aérea e o comprimento de raiz e de parte aérea não apresentaram correlação significativa com os tratamentos de teste de frio. No entanto, Waters e Blanchette (1983) afirmam que se ocorrerem altas correlações entre os resultados das metodologias do teste de frio e os resultados da emergência de plântulas em campo, esse método pode ser recomendado para estimar a emergência das plântulas em condições adversas de campo, como excesso de água e baixas temperaturas.

Em trabalho com girassol, Braz e Rosseto (2009), também não obtiveram correlação significativa entre o teste de frio e emergência no campo. Para a primeira contagem de germinação, germinação e massa seca de raiz observa-se correlação significativa entre os tratamentos de teste de frio. Esses resultados que apresentaram valores significativos nas variáveis analisadas servem para a tomada de decisão da metodologia a ser utilizada quanto a seleção de lotes das sementes das espécies consideradas.

Tabela 4.6 – Coeficientes de correlação de Pearson entre as diferentes metodologias do teste de frio e a primeira contagem de germinação (PCG), germinação (GER), comprimento de raiz (CR), comprimento de parte aérea (CPA), massa seca de raiz (MSR), massa seca de parte aérea (MSPA) e emergência a campo (ECP).

Tratamentos	PCG	GER	CR	CPA	MSR	MSPA	ECP
RP 3D 10° C	0,63*	0,62*	0,27	0,11	0,44	0,21	0,71*
RP 3D 15° C	0,74*	0,46	0,23	0,26	0,11	0,35	0,58*
RP 5D 10° C	0,55*	0,77*	0,33	-0,2	0,83*	0,08	0,36
RP 5D 15° C	0,58*	0,63*	0,44	0,09	0,54*	-0,11	0,42
RP 7D 10° C	0,74*	0,88*	0,13	-0,27	0,74*	0,14	0,54*
RP 7D 15° C	0,59*	0,84*	0,18	-0,26	0,82*	0,08	0,38
S 3D 10° C	0,65*	0,84*	0,12	-0,25	0,75*	0,04	0,39
S 3D 15° C	0,32	0,57*	-0,13	-0,6	0,66*	-0,42	0,05
S 5D 10° C	0,53*	0,77*	0,2	-0,21	0,88*	-0,09	0,13
S 5D 15° C	0,55*	0,81*	0,24	-0,26	0,89*	-0,03	0,21
S 7D 10° C	0,55*	0,76*	0,12	-0,32	0,76*	0,01	0,25
S 7D 15° C	0,60*	0,86*	0,01	-0,41	0,77*	-0,01	0,23
SUB 3D 10° C	0,51*	0,79*	0,16	-0,43	0,88*	-0,01	0,26
SUB 3D 15° C	0,34	0,68*	0,02	-0,54	0,87*	-0,2	0,06
SUB 5D 10° C	0,46	0,69*	0,29	-0,3	0,90*	-0,13	0,02
SUB 5D 15° C	0,25	0,5*	0,34	-0,11	0,81*	-0,2	-0,28
SUB 7D 10° C	0,50*	0,78*	0,14	-0,39	0,91*	0,05	0,24
SUB 7D 15° C	0,34	0,67*	0,11	-0,39	0,87	-0,21	-0,01

RP = rolo de papel; S = solo; SUB = substrato e D = dias de exposição.

\*Significativo a 1 e 5% pelo teste t.

#### 4.4 CONCLUSÕES

Os testes de primeira contagem de germinação, de germinação e da massa seca de raiz apresentaram correlações significativas com as diferentes metodologias do teste de frio.

O teste de frio, utilizando os substratos papel e solo, apresentaram sensibilidade na estratificação de três níveis de vigor de sementes de porongo.

A metodologia do teste de frio utilizando o rolo de papel mostrou-se como opção mais viável, em que a diferenciação em três níveis de vigor sem perda do potencial fisiológico dos lotes pode ser obtida com período de exposição de sete dias ao frio de 10 ou 15° C.

#### REFERÊNCIAS

ALVES, C.Z. et al. Teste de condutividade elétrica na avaliação do potencial fisiológico de sementes de berinjela. **Ciência Rural**, v.42, n.6, p.975-980, 2012.

BARROS, A.S.R. & DIAS, M.C.L.L. Aferição de testes de vigor para sementes de milho. **Informativo ABRATES**, Brasília, v.2, n.4, p.10-22, 1992.

BARROS, A.S.R.; DIAS, M.C.L.L. Aferição de testes de vigor para sementes de milho. **Informativo ABRATES**, v.2, n.4, p.10-22, 1992.

BISOGNIN, D. A. Germinação e propagação *in vitro* de porongo. **Ciência Rural**, v.38, n.2, p.332-339, 2008.

BOLIGON, A. A.; DAL'COL LÚCIO, A.; GARCIA, D. C. Emergência de plântulas de abóbora a partir da avaliação da qualidade das sementes. **Ciência Rural**, v.40, n.11, p.2274-2281, 2010.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília: MAPA, 2009. 395p.

BRAZ, M.R.S; ROSSETO, C.A.V. Correlation between sunflower seeds quality evaluation tests and seedling emergence in field. **Ciência Rural**, v.39, n.7, p.2004-2009, 2009.

BURRIS, J.S.; NAVRATIL, R.J. Relationship between laboratory cold test methods and field emergency in maize inbreds. **Agronomy Journal**, v.71, n.6, p.985-988, 1979.

CASAROLI, D. et al. Teste de envelhecimento acelerado em sementes de abóbora. **Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia**, v.13, n.2, p.97-107, 2006.

CASAROLI, D. et al. Testes para a determinação do potencial fisiológico de sementes de abóbora. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.31, n.2, p.337-343, 2009.

EGLI, D. B.; RUCKER, M. Seed vigor and the uniformity of emergence of corn seedlings. **Crop Science**, v.52, n.6, p.2774-2782, 2012.

FERREIRA, D.F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, v.6, p.36-41, 2011.

GUISCHEM, J. M. et al. Teste de frio e envelhecimento acelerado na avaliação de vigor de sementes de feijão-frade. **Revista de Ciências Agrárias**, v.33, n.2, p.182-191, 2010.

HAN, J.S. et al. Efficient plant regeneration from cotyledon explants of bottlegourd (*Lagenaria siceraria* Standl.). **Plant Cell Reports**, v.23, p.291-296, 2004.

KAPPES, C.; CARVALHO, M.A.C.; YAMASHITA, O.M. Physiological potential for desiccated soybean seed with diquat and paraquat. **Scientia Agraria**, v.10, n.1, p.001-006, 2009.

MARCOS-FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. ABRATES: Londrina, 2015. 650p.

MENDES, R.C. et al. Vigor test for the evaluation of the physiology potencial of castor bean (*Ricinus communis* L.) seeds. **Ciência e Agrotecnologia**, v.34, n.1, p.114-120, 2010.

MIGUEL, M.H., et al. Teste de frio para avaliação do potencial fisiológico de sementes de algodão. **Scientia Agricola**, v.58, n.4, p.741-746, 2010.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: KRZYZANOSWKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES. 1999. 218p.

OLIVEIRA, G.L., et al. Cold test methodology for evaluation of the physiological potential of *Jatropha curcas* seeds. **Bioscience Journal**, v.31, n.2, p.509-517, 2015.

SCHEEREN, B.R. et al. Qualidade fisiológica e produtividade de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v.32, n.3, p.35-41, 2010.

TORRES, S. B.; MARCOS FILHO, J. Accelerated aging of melon seeds. **Scientia Agricola**, v.60, n.1, p.77-82, 2003.

WATERS, L.; BLANCHETTE, L.B. Prediction of sweet corn field emergence by conductivity and cold tests. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.108, p.778-781, 1983.

ZUCARELI, C. et al. Métodos e temperaturas de hidratação na qualidade fisiológica de sementes de milho. **Revista Ciência Agronômica**, v.42, n.3, p.684-692, 2011.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em relação ao capítulo I pode-se verificar que o condicionamento fisiológico pelos métodos de hidrocondicionamento e osmocondicionamento para as sementes de porongo não foram eficazes na melhoria da primeira contagem de germinação e de germinação das sementes de porongo. A utilização dos inseticidas imidacloprido, tiametoxam e fipronil nas doses de 100, 200 e 300 mL para  $100 \text{ kg}^{-1}$  de sementes, não alteraram a qualidade fisiológica das sementes, podendo ser utilizados como tratamento fitossanitário.

O objetivo deste primeiro capítulo era a obtenção de ganhos no tempo médio de emergência das plântulas de porongo, com uniformização de emergência, através dos métodos de condicionamento fisiológico, a fim de que os tratamentos de sementes utilizados posteriormente não tivessem sua eficiência comprometida, devido ao tempo que as sementes ficam expostas a fatores bióticos e abióticos no solo até germinarem e estabilizarem o estande de plantas no campo. O ganho em tempo médio de emergência esperado foi obtido nas sementes submetidas aos métodos de condicionamento. Já, as diferentes doses de inseticidas utilizadas no tratamento de sementes não alteraram a qualidade fisiológica das mesmas, indicando que sua utilização pode ser realizada via tratamento de sementes.

O capítulo II teve como objetivo, aprimorar a metodologia do teste de frio para sementes de porongo, testando diferentes substratos em combinações de baixas temperaturas e períodos de exposição ao frio. Esta espécie mostrou-se bem tolerante às baixas temperaturas, mas mesmo assim pode-se estratificar os lotes de sementes em diferentes níveis de vigor. Concluiu-se que a metodologia do teste de frio utilizando o rolo de papel foi a opção mais viável, em que a diferenciação em três níveis de vigor sem perda do potencial fisiológico dos lotes pode ser obtida com período de exposição de sete dias ao frio de  $10^\circ$  ou  $15^\circ \text{ C}$ .

Deve-se destacar que esta espécie apresenta poucos relatos de estudo na literatura e o trabalho com a mesma por vezes se mostrou muito difícil, mas ao mesmo tempo instigante e desafiador. Foram vários experimentos para ver como a espécie respondia aos aspectos em estudo, e nem todas as respostas obtidas foram positivas. Isso mostra o quanto é possível se explorar em futuros estudos, tanto na área de sementes, como áreas afins, a fim de elucidar melhor diversos pontos, trazendo maiores informações ao produtor.

## APÊNDICES

**Apêndice A** – Resumo da análise de variância para as variáveis: comprimento radicular (CPR), comprimento de parte aérea (CPPA), massa fresca de parte aérea (MFPA), massa fresca radicular (MFR), massa seca de parte aérea (MSPA), primeira contagem de germinação (PCG) e comprimento de parte aérea do campo (CPAC) de plântulas de porongo submetidas a métodos de condicionamento fisiológico associados a tratamento com inseticidas.

		Quadrados médios						
FV	GL	CPR	CPPA	MFPA	MFR	MSPA	PCG <sup>1</sup>	CPAC
C*I	18	8,95*	2,33*	0,01*	0,002*	0,00006*	39,58*	0,85 <sup>ns</sup>
Erro	90	1,72*	0,36*	0,002*	0,0004*	0,00003*	14,35*	0,77 <sup>ns</sup>
CV (%)		8,55	10	7,24	8,92	10,17	7,12	24,1

FV= fator de variação; GL= grau de liberdade; C\*I= interação condicionamento e inseticidas; CV= coeficiente de variação. \*Significativo a 5% de probabilidade. <sup>ns</sup>Não significativo. <sup>1</sup>Dados transformados arco-seno  $\sqrt{\%/100}$ .

**Apêndice B** – Resumo da análise de variância para as variáveis: germinação (GER), índice de velocidade de germinação (IVG), tempo médio de germinação (TMG), tempo médio de emergência (TME), emergência a campo (ECP), índice de velocidade de emergência (IVE), massa seca de parte aérea no campo (MSPAC), e massa seca de raiz (MSR) de plântulas de porongo submetidas a métodos de condicionamento fisiológico associados a tratamento com inseticidas.

		Quadrados médios						
FV	GL	GER <sup>1</sup>	IVG	TMG	TME	ECP	IVE	MSPAC
C	2	327,09	372,94	1,83	2,64	273,43	1,51	0,006
Erro	90	15,71	4,48	0,09	0,08	62,3	0,23	0,001
CV (%)		6,64	11,93	10,81	3,24	9,6	10,49	26,82
FV		MSR						
I	9	0,00005						
Erro	90	0,00002						
CV (%)		41,16						

FV= fator de variação; GL= grau de liberdade; C= condicionamento; I=inseticidas; CV= coeficiente de variação.  
 \*Significativo a 5% de probabilidade. <sup>1</sup>Dados transformados arco-seno  $\sqrt{\%/100}$ .

**Apêndice C** – Resumo da análise de variância para a variável primeira contagem de germinação (PCG) de plântulas de porongo submetidas ao teste de frio em rolo de papel, solo e substrato comercial.

Quadrados médios		
Rolo de papel		
FV	GL	PCG*
L*T*D	6	153,66
Erro	72	32,26
CV (%)		7,66
Solo		
FV	GL	PCG*
L	3	1651,24
D*T	2	90,95
Erro	72	14,89
CV (%)		4,39
Substrato comercial		
FV	GL	PCG*
L*T	3	104,45
Erro	72	28,71
CV (%)		6,4

FV= fator de variação; GL= grau de liberdade; L\*T\*D= interação lotes, temperatura e dias de frio; D\*T= interação dias de frio e temperatura; L\*T= interação lotes e temperatura; L= lotes; D= dias de frio; T= temperatura; CV= coeficiente de variação. \*Significativo a 5% de probabilidade.