

Câmpus
Ipameri



Universidade
Estadual de Goiás



Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal

**QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE GIRASSOL EM
FUNÇÃO DA ADUBÇÃO BORATADA E TEMPO DE
ARMAZENAMENTO**

MARINA GABRIELA MARQUES

MESTRADO

**Ipameri-GO
2019**

MARINA GABRIELA MARQUES

**QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE GIRASSOL
EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO BORATADA E TEMPO DE
ARMAZENAMENTO**

Orientadora. Dra. Katiane Santiago Silva Benett

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Goiás – UEG, Câmpus - Ipameri como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal para obtenção do título de MESTRE.

Ipameri
2019

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da UEG
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

MM357 Marques, Marina Gabriela
q Qualidade Fisiológica de sementes de girassol em função da adubação
boratada e tempo de armazenamento / Marina Gabriela Marques;
orientador Katiane Santiago Silva Benett. -- Ipameri, 2019.
34 p.

Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação Mestrado
Acadêmico em Produção Vegetal) -- Câmpus-Ipameri, Universidade
Estadual de Goiás, 2019.

1. Semente. 2. Girassol. 3. Adubação. 4. Armazenamento. 5.
Agronomia. I. Santiago Silva Benett, Katiane , orient. II. Título.



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

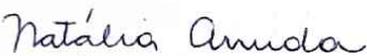
TÍTULO: “QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE GIRASSOL EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO BORATADA E TEMPO DE ARMAZENAMENTO”.

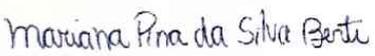
AUTOR(A): Marina Gabriela Marques

ORIENTADOR(A): Katiane Santiago Silva Benett

Aprovado(a) como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE(A) EM PRODUÇÃO VEGETAL, pela comissão Examinadora:


Prof. Dra. KATIANE SANTIAGO SILVA BENETT
Universidade Estadual de Goiás/Câmpus Ipameri-GO


Dra. NATÁLIA ARRUDA
Universidade Estadual de Goiás/Câmpus Ipameri-GO


Prof. Dra. MARIANA PINA DA SILVA BERTI
Universidade Estadual de Goiás/Câmpus Ipameri-GO

Data da realização: 28 de fevereiro de 2019



DEDICATÓRIA

Ao meu querido irmão, Pedro Gabriel, minha base e exemplo do amor mais puro e sincero, ao qual devo minha vida, e a minha mãe, Sandra Nunes da Silva (in memoriam), sempre presente em sua forma e proteção.

AGRADECIMENTOS

A Deus, meu companheiro de todas as horas, pela proteção divina.

Ao meu pai, Marcos Valério Marques, homem da minha vida, por todo amor e presença em minha vida.

A professora Dra. Katiane Santiago Silva Benett, pela valiosa orientação, pelos conhecimentos transmitidos, e pela amizade.

Ao professor Dr. Cleiton Gredson Sabin Benett, pela atenção, paciência e amizade.

A Universidade Estadual de Goiás – Câmpus Ipameri, e ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal deste curso de mestrado.

A Capes pela concessão de bolsa de estudo.

Aos funcionários da UEG – Campûs Ipameri, pela auxílio no decorrer do projeto.

A minha querida avó Carmelinda Nunes, pelo apoio, esforço, ajuda e compreensão durante todo o curso.

A todos os meus familiares pelo apoio, carinho e orações.

Aos meus amigos de curso Aparecido Alves, Amanda Tavares e Anne Silva, pela grande ajuda no projeto e por compartilhar momentos difíceis, noites em claro de estudos, e muitas alegrias e diversão.

Aos meus amigos do grupo de pesquisa GEPFi, pela colaboração no projeto, pelos momentos de felicidade, e companheirismo.

Aos meus amigos Talita Guimarães, Jordana Rocha e Ricardo Felício, pelo companheirismo e apoio em todos os momentos.

SUMÁRIO

	RESUMO.....	IV
	ABSTRACT.....	V
1	INTRODUÇÃO.....	07
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	09
2.1	A cultura do girassol.....	09
2.2	Qualidade fisiológica das sementes.....	09
2.3	Adubação boratada e a qualidade fisiológica das sementes.....	11
2.4	Armazenamento e a qualidade fisiológica das sementes.....	12
3	OBJETIVO.....	14
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	15
4.1	Obtenção das sementes.....	15
4.2	Doses de boro.....	15
4.3	Variáveis analisadas.....	15
4.3.1	Teste de germinação.....	15
4.3.2	Primeira contagem de germinação.....	16
4.3.3	Índice de velocidade de germinação (IVG).....	16
4.3.4	Envelhecimento acelerado	16
4.3.5	Condutividade elétrica.....	16
4.3.6	Peso 1000 sementes.....	16
4.3.7	Tetrazólio.....	17
4.3.8	Comprimento	17
4.3.9	Massa seca	17
4.4	Análise estatística.....	17
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	18
6	CONCLUSÃO.....	29
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	30

RESUMO

O boro é o micronutriente mais limitante ao cultivo do girassol, causando desde sintomas leves, até a perda total da produção pela queda dos capítulos. Por outro lado, a toxicidade desse micronutriente também limita o crescimento, o rendimento e a qualidade das sementes. A qualidade das sementes utilizadas na implantação de uma lavoura é fator fundamental para se atingir estande adequado de plantas e o armazenamento constitui-se em uma etapa essencial para manter a qualidade das sementes que são produzidas no campo. Objetivou-se neste trabalho avaliar a qualidade fisiológica de sementes de girassol, em função da adubação boratada e tempos de armazenamento. O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Sementes da Universidade Estadual de Goiás, Câmpus-Ipameri/GO. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizados, arrançados em esquema fatorial 6 x 6, com 4 repetições. O primeiro fator refere-se as doses de boro, as quais foram utilizadas seis doses (0, 1, 2, 3, 4 e 5 kg ha⁻¹), aplicadas via solo manualmente utilizando como fonte de boro o ácido bórico (17%). O segundo fator refere-se aos tempos de armazenamento: pós-colheita (M0), 2 meses de armazenamento (M2), 4 meses de armazenamento (M4), 6 meses de armazenamento (M6), 8 meses de armazenamento (M8), e 10 meses de armazenamento (M10). As sementes utilizadas foram oriundas de plantas cultivadas na safrinha de 2017 e adubadas conforme os tratamentos com as doses de boro. Após a colheita foram realizadas as seguintes avaliações em cada tempo de armazenamento: teste de germinação, primeira contagem de germinação, envelhecimento acelerado, índice de velocidade de germinação, condutividade elétrica, peso de 1000 sementes e teste de tetrazólio. Com base nos resultados obtidos no presente trabalho pode-se concluir que o tempo de armazenamento influencia positivamente na germinação das sementes de girassol. As sementes armazenadas por um período de até dez meses (M10) não provoca danos quanto ao poder germinativo das sementes. E a adubação boratada na cultura do girassol reflete em incrementos na qualidade fisiológica das sementes.

Palavras-chave: Viabilidade, Adubação, Pós-colheita, *Helianthus annuus* L., Conservação.

ABSTRACT

Boron is the micronutrient most limiting to the cultivation of sunflower, causing from slight symptoms, until the total loss of production by the fall of the chapters. On the other hand, the toxicity of this micronutrient also limits the growth, yield and quality of the seeds. The quality of the seeds used in the implantation of a crop is a fundamental factor to reach an adequate plant stand and the storage is an essential step to maintain the quality of the seeds that are produced in the field. The objective of this study was to evaluate the physiological quality of sunflower seeds, as a function of borated fertilization and storage times. The work was developed in the Laboratory of Seeds of the State University of Goiás, Câmpus-Ipameri / GO. The experimental design was completely randomized, arranged in a 6 x 6 factorial scheme, with 4 replicates. The first factor refers to the boron doses, which were used six doses (0, 1, 2, 3, 4 and 5 kg ha⁻¹), applied manually using as boron source boric acid (17%). The second factor refers to storage times: postharvest (M0), 2 months of storage (M2), 4 months of storage (M4), 6 months of storage (M6), 8 months of storage (M8), and 10 months storage (M10). The seeds used were from plants cultivated in the safrinha of 2017 and fertilized according to the treatments with the doses of boron. After the harvest, the following evaluations were carried out at each storage time: germination test, first germination count, accelerated aging, germination speed index, electrical conductivity, weight of 1000 seeds and tetrazolium test. Based on the results obtained in the present work it can be concluded that the storage time positively influences the germination of the sunflower seeds. Seeds stored for up to ten months (M10) do not cause damage to the seed germination. And the fertilized fertilization in the sunflower crop reflects in increments in the physiological quality of the seeds.

Key-words: Viability, Fertilizing, Post-harvest, *Helianthus annuus* L., Conservation.

1 INTRODUÇÃO

O girassol (*Helianthus annuus* L.) é uma cultura de uso variado que vai desde o consumo humano até o consumo animal, possuindo grande importância econômica, fator este que a torna a escolha dos produtores brasileiros para o cultivo de safrinha.

É uma dicotiledônea anual e originária da América do Norte, pertencente a ordem *Asterales* família *Asteraceae*. Constitui uma das mais importantes oleaginosas produtoras de óleo vegetal comestível (TALAMINI et al.; 2011). O girassol é uma oleaginosa que possui tolerância à seca, ao frio e a pragas, tais características agrônômicas explicam sua adaptabilidade às diferentes condições edafoclimáticas do Brasil, sendo cultivado em todas as regiões do país (NUNES et al., 2016).

Portanto, conhecer os aspectos relacionados à nutrição mineral do girassol é fundamental para ter sucesso no seu cultivo, entre esses aspectos, a marcha de absorção dos nutrientes é essencial para definir as estratégias de adubação da cultura (ZOBIOLE et al., 2010; SANTOS et al., 2010). O uso inadequado de micronutrientes, sendo em sua inadequada aplicação, com o uso de métodos incorretos, são as principais restrições para a produtividade (BARAICH et al., 2016). A aplicação foliar de minerais como Zn, B e Fe é considerada mais realista em comparação com a aplicação do solo devido à sua adsorção com partículas de solo e menor contato com as raízes da cultura (WISSUWA et al., 2008).

A produtividade do girassol pode ser amplamente influenciada pelo cultivo de cultivares híbridos adequados e de alto rendimento, quantidade recomendada e métodos apropriados de aplicação de micronutrientes e tecnologia de produção melhorada (BARAICH et al., 2016). De modo geral, o boro é o micronutriente mais limitante ao cultivo do girassol, causando desde sintomas leves, até a perda total da produção pela queda dos capítulos (LEITE et al., 2007). Por outro lado, a toxicidade desse micronutriente também limita o crescimento, o rendimento e a qualidade das sementes (SANTOS JUNIOR et al., 2011).

A qualidade das sementes utilizadas na implantação de uma lavoura é fator fundamental para se atingir estande adequado de plantas (HAESBAERT et al., 2017). Segundo SCHEEREN et al. (2010), conhecer a qualidade das sementes antes da semeadura é o procedimento mais correto e seguro para se evitar aumentos no custo da lavoura. A interação dos componentes genético, físico, fisiológico e sanitário determina a qualidade da semente (TALAMINI et al., 2011). A utilização de testes de vigor, é imprescindível no monitoramento da qualidade das sementes, a partir da maturação fisiológica, uma vez que a queda do vigor indica perda de viabilidade (DIAS e MARCOS FILHO, 1995).

Os testes de vigor devem ser escolhidos de maneira a atender os objetivos específicos, completando as informações obtidas no teste de germinação (BRAZ e ROSSETTO 2009; ABREU et al., 2011). Sendo o vigor das sementes um conjunto de características que determinam o potencial para emergência rápida e uniforme de plântulas normais, sob ampla diversidade de condições de ambiente (THOMAZINI, 2011). Durante a produção de sementes, a qualidade pode ser afetada desde a fase de implantação, condução e colheita da lavoura (SILVA et al., 2011). O armazenamento constitui-se em uma etapa essencial para manter a qualidade das sementes que são produzidas no campo. A semente precisa ser adequadamente armazenada, caso contrário, os esforços para o desenvolvimento do material e as técnicas culturais para a produção podem ser perdidos (GRISI e SANTOS, 2007).

Em função da importância da qualidade fisiológica das sementes para o bom desempenho da cultura em campo e da importância da nutrição das plantas e do armazenamento das sementes como fatores determinantes da qualidade fisiológica das sementes de girassol, torna-se indispensável o desenvolvimento de pesquisas sobre a qualidade de sementes de girassol, a qual é essencial para o estabelecimento da cultura, e para a expressão da potencialidade da espécie.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A CULTURA DO GIRASSOL

O girassol comum é uma cultura pertencente à família das Asteraceae, sendo a espécie cultivada mais importante do ponto de vista comercial dentro do gênero *Helianthus*, o qual compreende 49 espécies e 19 subespécies, todas nativas das Américas. Algumas dessas espécies são de ocorrência rara, elementos comuns da vegetação natural e algumas são plantas daninhas, desenvolvendo-se em áreas bastante alteradas pelo homem (UNGARO, 2000).

A cultura do girassol apresenta características agronômicas desejáveis e tem sido boa opção aos produtores brasileiros (SILVA et al., 2007; SANTOS et al., 2012). A baixa sensibilidade fotoperiódica da planta de girassol permite que, no Brasil, o seu cultivo possa ser realizado durante o ano todo, em todas as regiões produtoras de grãos. A região central do Brasil é caracterizada por invernos menos rigorosos, porém mais secos, onde o cultivo do girassol ocorre principalmente nos meses de fevereiro e março, no cultivo da safrinha (LEITE et al., 2007).

O cultivo de girassol atendia basicamente a três objetivos: produção de aquênios para alimentação de pássaros; produção de óleo comestível e ração para animais. Entretanto, especialmente a partir de 2005, a cultura tem despertado o interesse de agricultores, técnicos e empresas devido à possibilidade de utilizar o óleo derivado dessa espécie na fabricação de biodiesel (BACKES et al., 2008). A expansão da cultura causou grande influência no mercado de sementes, uma vez que a demanda aumentou significativamente e as exigências são cada vez maiores por sementes de qualidade (SILVA et al., 2011). O girassol é uma opção para os agricultores que utilizam sistema de rotação pelo curto ciclo da cultura e sua grande adaptabilidade a diferentes solos e condições climática (MARQUES et al., 2015).

O cultivo de girassol no Brasil aumentou significativamente nos últimos anos, principalmente em decorrência do cultivo de safrinha, que tem como objetivo atender à produção de biodiesel e ao mercado de óleo comestível. Entretanto, para garantir que a ampliação da oferta dessa matéria-prima seja bem sucedida, é necessário o uso de tecnologias, tais como produção de sementes de qualidade, as quais são imprescindíveis para a manutenção da produtividade da cultura do girassol (CALDEIRA et al., 2014).

2.2 QUALIDADE FISIOLÓGICA DAS SEMENTES

Com a finalidade de garantir o desempenho satisfatório das sementes e o estabelecimento da cultura no campo, os programas de controle de qualidade utilizam a

avaliação do potencial fisiológico como um componente importante (QUEIROGA, 2010). Para que a lavoura alcance o estande adequado de plantas, a qualidade das sementes utilizadas na implantação da lavoura é um dos fatores fundamentais. E com a finalidade de garantir a qualidade das sementes comercializadas, é comumente realizada a avaliação desta qualidade por meio do teste de germinação. Entretanto, na maioria das vezes, somente o teste de germinação pode superestimar o potencial fisiológico das sementes, uma vez que o mesmo é conduzido em condições de temperatura e umidade ideais para o desenvolvimento das sementes, limitando assim o ranqueamento de lotes conforme a emergência em campo. Assim, a realização de outros testes como os testes de vigor torna-se necessária para complementar o teste de germinação e selecionar os melhores lotes quanto à qualidade fisiológica das sementes (HAESBAERT et al., 2017).

O conhecimento sobre a qualidade das sementes antes da semeadura, é um procedimento que torna mais seguro ao produtor na condução da lavoura, para evitar aumentos no custo de produção no campo. Para a cultura do girassol, em especial na área da qualidade de sementes, trabalhos são essenciais para garantir o estabelecimento da cultura. Tornando-se imprescindível o ajuste de tecnologias para a produção de sementes, as quais permitam a homogeneização do processo de germinação, bem como reduzir o tempo de germinação entre lotes, facilitando a tomada de decisão, em relação à origem e ao destino dos lotes de sementes. Sendo o vigor um dos principais atributos da qualidade fisiológica das sementes a ser considerado na implantação de uma lavoura (SCHEEREN et al., 2010).

De acordo com JULIATTI (2010), a qualidade genética das sementes, associada às suas características físicas, sanitárias e fisiológicas influencia diretamente na obtenção do máximo potencial produtivo da cultura. OLIVEIRA et al. (2012), relata que pesquisas na área de controle de qualidade de sementes de girassol são essenciais para garantir o bom desempenho da cultura a campo e se justifica pela potencialidade da espécie. BRAZ e ROSSETTO (2009) notaram que a utilização de aquênios vigorosos de girassol favorece o desenvolvimento das plantas e esse efeito persiste até a produção, obtendo a maior produtividade em plantas originárias do lote de maior vigor. O que justifica a importância do controle da qualidade de sementes para o desempenho da cultura de girassol.

A utilização desses testes tem por objetivo principalmente avaliar a qualidade das sementes, seja pela capacidade germinativa, lixiviação de exsudatos ou pelo percentual de danos mecânicos com o máximo de precisão e rapidez. Possibilitando assim verificar características de um lote de sementes em superar condições adversas, bem como seu

potencial de armazenamento permitindo assim melhor uso e manejo dos mesmos (DODE et al., 2013).

2.3 ADUBAÇÃO BORATADA E A QUALIDADE FISOLÓGICA DAS SEMENTES

A produtividade da cultura do girassol é um caráter complexo, oriundo da expressão e da associação de diferentes componentes, sejam eles genéticos ou fisiológicos. Dentre os processos que determinam a produtividade de uma cultura está a fotossíntese, que depende da interceptação da radiação solar, a qual depende, dentre outros fatores, do índice de área foliar que por sua vez depende de fatores nutricionais para o seu desenvolvimento (MALDANER et al., 2009).

A aplicação de micronutrientes precisa ser examinada pelo método apropriado e pela dosagem para aumentar a produção de sementes e óleos de girassol (BARAICH et al, 2016). A combinação da oferta de N associada a B é essencial para produção de grãos e produção de óleo em plantas de girassol (ALVES et al., 2017). A quantidade de nutrientes acumulada e exportada pelos grãos é importante para o manejo da adubação (ZOBIOLE et al., 2010). O boro torna-se um micronutriente vital, pois exerce papel importante na divisão celular, solidificação da parede celular, crescimento hormonal e translocação de açúcar (SALEEM et al., 2016). Dentre as funções desempenhadas pelo boro destaca-se a participação na germinação do pólen, no florescimento e na frutificação, fato que reafirma a necessidade de estudos direcionados as exigências de boro pela cultura do girassol, visto que esses são processos determinantes da produtividade da cultura (FAGERIA et al., 2002).

Os sintomas de deficiência de boro nas plantas surgem primeiro nos órgãos mais jovens, com a morte dos brotos terminais, na maioria dos casos (BONACIN et al., 2009). Entretanto existem diversos trabalhos sobre o manejo da cultura, como adubação, irrigação e zoneamento edafoclimáticas, para a produção de sementes, sendo necessários mais estudos que avaliem a interação desses fatores com a qualidade fisiológica das sementes (BEZERRA et al., 2015). Dada a importância do boro para a cultura do girassol, conforme relata LIMA et al. (2013) que o aumento na produção de aquênios é um dos efeitos benéficos da aplicação de doses de B utilizadas para a produtividade de girassol.

Em relação à influência do boro sobre a qualidade fisiológica das sementes, verifica-se resultados variados, tais como KAPPES et al. (2008) e LEITE et al. (2011), que não

verificaram influência da aplicação foliar de boro em sementes de soja e arroz, respectivamente. BONACIN et al. (2009) concluíram que doses de boro não influenciaram nas características morfológicas de sementes de girassol. A produção das massas fresca e seca de girassol, conforme verificado por WAZILEWSKI e GOMES (2009), não sofreram incrementos com a aplicação de boro. No entanto, OHSE et al. (2001) verificaram decréscimo da germinação e do vigor em sementes de arroz, oriundas de plantas adubadas com boro na dose $0,065 \text{ g kg}^{-1}$ de sementes.

2.4 ARMAZENAMENTO E A QUALIDADE FISIOLÓGICA DAS SEMENTES

Em razão das condições de armazenamento influenciarem na intensidade e na velocidade dos processos degenerativos que se iniciam após a maturação fisiológica, torna-se imprescindível o conhecimento do efeito das condições de armazenamento nas sementes. Dentre os efeitos mais evidentes e importantes está o decréscimo na germinação, aumento na susceptibilidade a condições ambientais desfavoráveis (decréscimo em vigor) e redução do potencial de emergência em condições de campo e da produção (ZINK et al., 1976).

A longevidade das sementes é variável de acordo com o genótipo, no entanto o período de conservação do potencial fisiológico depende, em sua maioria, do grau de umidade e das condições do ambiente de armazenamento (MARCOS FILHO, 2005, CARVALHO e NAKAGAWA, 2000). Desse modo, a germinação inicial, o teor de água das sementes e a temperatura do armazém são os três fatores que influenciam a longevidade das sementes preservadas em bancos de germoplasma (CHIN, 1994).

O conhecimento do potencial de armazenamento de um lote de semente é de suma importância para a indústria sementeira. Entre as várias etapas pelas quais as sementes passam após-colheita, o armazenamento constitui a etapa obrigatória de um programa de produção assumindo importante papel, principalmente no Brasil devido às condições climáticas tropicais e subtropicais. Trata-se da fase em que os produtores necessitam ter grandes cuidados visando à preservação da qualidade, diminuindo a velocidade do processo deteriorativo e o problema de descarte dos lotes (MACEDO et al. 1998).

Inúmeros fatores influenciam diretamente no potencial fisiológico de sementes, dentre eles as condições de armazenagem, que são fundamentais para manter a viabilidade e o vigor das sementes, vigor este que é afetado significativamente pela qualidade inicial fisiológica das sementes, teor de água, temperatura, ação de microrganismos e insetos e pelo período de armazenamento (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

Conforme descrevem LIMA et al. (2014), as condições de ambiente natural não são ideais para o armazenamento de sementes de girassol, sendo que os mesmos verificaram que a

viabilidade foi mantida quando armazenada em câmara fria. Já GRISI et al. (2009) observaram que a qualidade fisiológica de sementes de girassol reduziu com o avanço do tempo de armazenamento, tanto para a condição de armazém convencional quanto para a condição de câmara fria. Sendo assim indispensável pesquisas que possam sanar as dúvidas em relação a qualidade fisiológica das sementes de girassol em função do tempo e condições de armazenamento.

3 OBJETIVO

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade fisiológica de sementes de girassol em função da adubação boratada e tempo de armazenamento.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Obtenção das sementes

Sementes de girassol, da variedade aguará 4, desenvolvida pela empresa Atlântica Sementes, foram obtidas no Estado de Goiás, em um campo de experimento conduzido na safrinha do ano de 2017 zoneamento agrícola da Universidade Estadual de Goiás, Câmpus Ipameri, cujas coordenadas geográficas são 17° 43' 04'' Sul, 48° 08' 43'' Oeste e altitude de 794 m.

4.2 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizados, arranjados em esquema fatorial 6 x 6, com 4 repetições. O primeiro fator refere-se as doses de boro, as quais foram utilizadas seis doses de boro (0, 1, 2, 3, 4 e 5 kg ha⁻¹), aplicadas via solo manualmente utilizando como fonte o ácido bórico (17%). O segundo fator refere-se aos tempos de armazenamento: pós-colheita (M0), 2 meses de armazenamento (M2), 4 meses de armazenamento (M4), 6 meses de armazenamento (M6), 8 meses de armazenamento (M8), e 10 meses de armazenamento (M10).

4.3 Variáveis analisadas

Após a colheita e o beneficiamento das sementes, foi realizado o teor de água das sementes, para essa determinação foram utilizadas duas subamostras de quatro gramas de sementes de girassol, estas foram colocadas em estufa à 105 °C por 24 horas (BRASIL, 2009), e posteriormente a determinação do teor de água foram iniciadas as avaliações a nível de laboratório, na Universidade Estadual de Goiás, Câmpus Ipameri:

4.3.1 Teste de Germinação

Foram utilizadas 200 sementes em quatro repetições de 50 sementes. O substrato utilizado foi o papel de filtro, tipo “germitest”, com duas folhas na base e uma na cobertura, as quais foram previamente umedecidas com água destilada, na proporção de 2,5 vezes o peso do papel. Os rolos foram colocados em sacos plásticos e acondicionados com inclinação de 45° dentro de um germinador mantido a temperatura de 25°C constante

No décimo dia após instalação do teste foi realizada a contagem computando-se as plântulas normais, as plântulas anormais e as sementes mortas, considerando-se germinadas as sementes que originaram plântulas normais segundo BRASIL (2009). Os resultados foram expressos em percentagem média de plântulas normais.

4.3.2. Primeira contagem de germinação

Foi realizada em conjunto com o teste de germinação, de acordo com as recomendações de BRASIL (2009), com quatro repetições de 50 sementes, consistindo no total de plântulas normais no quarto dia após a instalação do teste.

4.3.4 Índice de velocidade de germinação (IVG)

Foi realizado registrando-se diariamente o número de plântulas normais, com parte aérea formada, até o décimo dia de avaliação. Foi calculado pela fórmula proposta por MAGUIRE (1962):

$$IVG = PN1/N1 + PN2/N2 + \dots + PNn/Nn$$

Onde: IVG= índice de velocidade de emergência.

PN1, PN2,... PNn = número de plântulas normais computadas na primeira contagem, na segunda contagem e na última contagem.

N1, N2,... Nn = número de dias da semente à primeira, segunda e última contagem.

4.3.3 Envelhecimento acelerado

O teste de envelhecimento acelerado foi realizado com quatro repetições de 50 sementes, utilizando-se o método de “gerbox”, onde as sementes foram espalhadas em camada única sobre uma tela metálica suspensa dentro de caixas de “gerbox”, contendo 40 mL de água destilada ao fundo. Posteriormente, as caixas foram tampadas e acomodadas em câmara BOD, a 41°C por 48h (MARCOS FILHO et al., 1999). Após este período as sementes foram colocadas para germinar conforme metodologia descrita para o teste de germinação, e avaliados no quarto dia, os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais.

4.3.5 Condutividade elétrica

Foi realizado de acordo com a metodologia proposta por VIEIRA e KRZYZANOWSKI (1999). Utilizando-se quatro repetições de 50 sementes fisicamente puras de cada tratamento, pesadas e imersas em 75 mL de água deionizada no interior de copos de plástico, a 25°C. Após 24 horas de embebição, foi realizada a leitura da condutividade elétrica da solução, com auxílio de condutivímetro digital. Os resultados médios foram expressos em $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$.

4.3.6 Peso de 1000 sementes

Foi realizada a pesagem direta dos aquênios com auxílio de balança de alta precisão, contando 8 repetições de 100 sementes e sua média foi multiplicada por 10, obtendo-se o peso médio de 1000 sementes, os resultados foram expressos em gramas (BRASIL, 2009).

4.3.7 Teste de tetrazólio

Foi realizado de acordo com a metodologia proposta pelas Regras de Análise de Sementes (RAS), foram utilizadas 100 sementes, sendo 4 repetições de 25 sementes, foi realizado pré-umidecimento destas sementes em embebição direta em água destilada para a realização da retirada do envoltório da semente, posteriormente realizado um corte longitudinal para expor o embrião à ação do tetrazólio.

A coloração foi realizada sem exposição a luz, a 30 °C por uma hora, em solução aquosa de 0,075% do sal 2, 3, 5 trifenil cloreto. Após a coloração as sementes foram lavadas em água corrente, estas foram avaliadas em viáveis e não viáveis (BRASIL, 2009).

4.3.8 Comprimento

Foram avaliadas 100 plântulas normais, sendo 4 repetições de 25 plântulas normais de cada tratamento, provenientes do teste de germinação finalizado ao décimo dia, foi realizado o comprimento total da plântula, tomando-se a medida da extremidade da raiz até a inserção do cotilédone (NAKAGAWA, 1999), sendo os resultados expressos em cm.

4.3.9 Massa seca

Foram avaliadas as plântulas normais, selecionadas do teste de comprimento, excluindo destas os cotilédones. As repetições de cada tratamento foram acondicionadas em sacos de papel, identificados, e levados à estufa com circulação de ar forçada, mantida à temperatura de 80°C por um período de 24 horas (NAKAGAWA, 1999). Após este período, cada repetição teve a massa avaliada em balança com precisão, e os resultados médios expressos em gramas por plântula.

4.4 Procedimentos estatísticos

Os dados foram submetidos à análise de variância (teste F) e as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Para as doses de boro foram realizadas a análise de regressão. As análises estatísticas foram processadas utilizando o programa SANEST (ZONTA et al., 1987).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por meio da análise descritiva do teor de umidade das sementes de girassol, pode-se observar que houve uma variação em relação aos tempos de armazenamento e as doses de boro utilizadas. Sendo o menor teor de água observado no pós-colheita (M0) e aos seis meses de armazenamento (M6) com 6,2% e, o maior teor de água foi observado aos oito meses de armazenamento (M8), seguido do quarto mês de armazenamento (M4), os quais apresentaram 9,3% e 9,2%, respectivamente (Tabela 1). As sementes tendem a perder o vigor e a germinação durante o armazenamento devido a peroxidação dos lipídeos, juntamente com um alto teor de água e temperatura, ser passível de ter provocado maior queda na germinação comprovando que o teor de água das sementes influencia na qualidade fisiológica durante o armazenamento (SMANIOTTO, et al., 2014).

Tabela 1. Grau de umidade de sementes de girassol em função de doses de boro na safrinha de 2017 e tempo de armazenamento. Ipameri – GO, 2017.

	Umidade (%)					
	M0	M2	M4	M6	M8	M10
D0	8,1	7,1	8,3	7,6	9,3	8,2
D1	6,2	8,2	7,1	6,2	6,6	8,5
D2	8,1	8,8	7,2	7,8	7,7	7,2
D3	8,8	6,7	6,7	7,6	7,6	8,6
D4	7,2	8,4	9,2	8,5	8,4	6,6
D5	7,7	8,4	6,6	7,2	7,0	7,2

A análise de variância para as características avaliadas está apresentada na Tabela 1. Observa-se que houve efeito da interação entre as doses de boro e o tempo de armazenamento para primeira contagem de germinação, germinação total, índice de velocidade de germinação, envelhecimento acelerado, peso de 1000 sementes e massa seca de plântulas.

Para o efeito isolado de tempos de armazenamento todos os parâmetros avaliados apresentaram significância. Já para as doses de boro foi observado que apenas as variáveis tetrazólio e comprimento de plântulas não apresentaram significância (Tabela 2), sendo posteriormente discutido para cada variável o efeito dos tratamentos e interação que apresentem significância.

Tabela 2. Resumo da análise de variância para primeira contagem de germinação (PCG), germinação (G), índice de velocidade de germinação (IVG), envelhecimento acelerado (EA), peso de 1000 sementes (P 1000), tetrazólio (TZ), comprimento das plântulas (COMP), massa seca de plântulas (MSP), e condutividade elétrica (CE) das sementes de girassol em função de doses de boro. Ipameri, 2017.

Causas da variação	Valor P									
	GL	PCG	G	IVG	EA	P 1000	TZ	COMP	MSP	CE
Tempo (T)	5	1979,85 *	506,12 *	1704,75 *	1455,62 *	16,89 *	2,27 *	13,13 *	12,91 *	1791,68 *
Dose (D)	5	3,32 *	3,83 *	7,92 *	18,89 *	15,06 *	0,49 ns	0,65 ns	2,29 *	16,72 *
D * T	25	3,25 *	3,27 *	2,16 *	11,38 *	1,93 ns	1,00 ns	0,93 ns	1,76 *	5,96 *
CV (%)		4,67	5,34	6,42	4,01	8,80	6,48	13,89	10,89	7,37

*Significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$), ns não significativo ($p > 0,05$).

O índice de velocidade de germinação para os tempos pós-colheita (M0) e dois meses de armazenamento (M2) dentro das doses D1 (1 kg ha⁻¹), D2 (2 kg ha⁻¹), D3 (3 kg ha⁻¹), D4 (4 kg ha⁻¹) e D5 (5 kg ha⁻¹) apresentaram diferença estatística entre si, sendo o menor índice de velocidade de germinação observado no tempo M0. Com exceção da dose D1 do tempo de armazenamento M4 que foi semelhante estatisticamente aos resultados encontrados para o tempo M2 dentro da dose D0, os resultados encontrados a partir deste tempo de armazenamento não houve diferença estatística entre os tempos de armazenamento para nenhuma das doses testadas (Tabela 3).

A primeira contagem para os tempos de armazenamento apresentou menor porcentagem de germinação no pós-colheita, com resultados entre 4 e 20% de plântulas normais. De dois meses de armazenamento até os dez meses, os resultados encontrados ficaram entre 81,50 e 99,50% (Tabela 3). Diferindo do proposto por POPINIGIS (1985), que destaca que à medida que aumentou o período de armazenamento, a germinação das sementes diminuiu para os vigores estudados pelo fato do avanço da deterioração, que influencia diretamente no desempenho das sementes, refletindo em seu potencial de armazenagem. Na Tabela 3 observa-se que a germinação no tempo de armazenamento M0 diferiu estatisticamente dos demais tempos de armazenamento dentro das doses D0 e D1. Do segundo mês de armazenamento ao décimo mês de armazenamento não houve diferença estatística entre os mesmos para as doses testadas, com exceção das doses D0 e D1 do quarto mês de armazenamento, as quais foram semelhantes estatisticamente aos resultados encontrados para os tempos M0 dentro das doses D2, D3, D4 e D5 e M2 e M6 dentro da dose D0. Verifica-se de acordo com os resultados obtidos que o tempo de armazenamento influenciou positivamente na porcentagem de germinação. Confirmando a dormência existente em sementes recém-colhidas de girassol, fato relatado por MAEDA et al. (1987).

Tabela 3. Valores médios de velocidade de germinação (IVG), primeira contagem de germinação e germinação total em sementes de girassol em função da aplicação de doses de boro na safrinha de 2017 e tempo de armazenamento. Ipameri-GO, 2017.

IVG						
Dose de B (Kg ha ⁻¹)	M0	M2	M4	M6	M8	M10
D0	1,75 c	11,17 b	25,75 a	26,63 a	27,13 a	27,13 a
D1	2,45 d	12,23 c	24,13 b	28,50 a	29,13 a	29,13 a
D2	2,67 c	11,55 b	26,75 a	28,63 a	28,38 a	28,38 a
D3	2,03 c	11,45 b	26,63 a	28,75 a	29,13 a	29,13 a
D4	1,73 c	11,43 b	30,87 a	29,50 a	29,13 a	29,13 a
D5	2,58 c	12,08 b	28,38 a	29,75 a	29,88 a	29,75 a
CV (%) 6,42						
Primeira contagem de germinação (%)						
D0	20 c	92 ab	89 b	97 a	99 a	99 a
D1	7 c	98 a	81 b	96 a	98 a	98 a
D2	13 b	94 a	92 a	98 a	97 a	97 a
D3	9 b	92 a	91 a	97 a	98 a	98 a
D4	4 c	91 b	96 ab	99 a	97 ab	97 ab
D5	14 b	96 a	95 a	99 a	99 a	99 a
CV (%) 4,67						
Germinação (%)						
D0	35 c	93 ab	89 b	97 ab	99 a	99 a
D1	49 c	98 a	82 b	96 a	99 a	99 a
D2	54 b	94 a	93 a	98 a	98 a	98 a
D3	41 b	93 a	91 a	97 a	99 a	99 a
D4	35 b	91 a	97 a	99 a	98 a	98 a
D5	52 b	97 a	95 a	99 a	99 a	99 a
CV (%) 5,34						

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha, para cada fator estudado, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. D0= 0 kg ha⁻¹; D1= 1 kg ha⁻¹; D2= 2 kg ha⁻¹; D3= 3 kg ha⁻¹; D4= 4 kg ha⁻¹; D5= 5kg ha⁻¹. M0= pós colheita; M2= dois meses de armazenamento; M4= quatro meses de armazenamento; M6= seis meses de armazenamento; M8= oito meses de armazenamento; M10= dez meses de armazenamento.

Na Tabela 4 verifica-se que para o peso de 1000 sementes quando se avaliou o tempo de armazenamento dentro de cada dose, os tempos de armazenamento não apresentaram diferença estatística dentro das doses D0 e D5. Dentro das doses D1, D2, D3 e D4, os tempos de armazenamento M2, M4, M6, M8 e M10, não apresentaram diferença estatística entre si. Apenas o tempo M0 apresentou diferença estatística dos demais tempo de armazenamento para tais doses. Sendo que resultados estatisticamente semelhantes ao M0 foram encontrados para os tempos M4 M6 e M8 dentro da dose D1 e para M2 e M4 dentro da dose D4.

O peso das sementes pode estar associado, segundo CARVALHO e NAKAGAWA (2012) ao tamanho das sementes, sendo que sementes maiores possuem maior quantidade de reserva, e são, conseqüentemente, mais vigorosas. E esse vigor das sementes favorece o desenvolvimento das plantas e esse efeito persiste até a produção, obtendo a maior produtividade em plantas originárias do lote de maior vigor (BRAZ e ROSSETTO, 2009).

Os resultados do teste de condutividade elétrica foram maiores na avaliação realizada pós-colheita, para todas as doses de boro utilizadas, diferindo estatisticamente das demais épocas de armazenamento. Pode-se verificar que os diferentes períodos de armazenamento influenciaram na redução da condutividade elétricas das sementes de girassol. Não havendo diferença estatística entre os tempos de armazenamento M2, M4, M6, M8 e M10 para nenhuma das doses testadas (Tabela 4). Segundo HALDER e GUPTA (1980), em situação de processo de deterioração mais acentuado pode ocorrer decréscimos das leituras de condutividade em sementes de girassol, porque o consumo de reservas para a respiração reduz a quantidade lixiviável de substrato.

Os resultados obtidos no presente trabalho para a condutividade elétrica em relação ao tempo de armazenamento, diferem dos encontrados por ABREU et al. (2011) que verificaram valores crescentes de condutividade elétrica das sementes de girassol durante o armazenamento em todas as temperaturas estudadas até os nove meses. Para a condutividade elétrica em relação à adubação com boro os resultados corroboraram com LIMA et al. (2013) que verificaram que a adubação com boro, não influencia a qualidade fisiológica de sementes de feijão ou mamona produzidas em monocultivo. Diferindo de FARINELLI et al. (2006), que verificaram o melhor desempenho na qualidade fisiológica de sementes em função da adubação com boro.

Tabela 4. Análise de variância para peso de 1000 sementes, condutividade elétrica, massa seca de plântulas e envelhecimento acelerado em sementes de girassol em função da aplicação de doses de boro na safrinha de 2017 e tempos de armazenamento. Ipameri-GO, 2017.

Peso 1000 sementes (g)						
Dose de B (Kg ha ⁻¹)	M0	M2	M4	M6	M8	M10
D0	8,0 a	9,0 a				
D1	7,0 b	9,5 a	8,5 ab	8,0 ab	8,0 ab	9,0 a
D2	6,0 b	8,5 a	8,0 a	8,0 a	8,0 a	8,0 a
D3	6,5 b	8,5 a	8,5 a	8,5 a	8,5 a	10,0 a
D4	8,0 b	9,5 ab	9,5 ab	10,0 a	10,0 a	10,0 a
D5	8,0 a	8,5 a	8,5 a	8,0 a	8,0 a	8,5 a
CV (%) 8,79						
Condutividade elétrica $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$						
D0	67,30 a	20,52 b	21,00 b	21,37 b	21,37 b	22,15 b
D1	69,52 a	23,02 b	20,37 b	20,40 b	20,40 b	22,85 b
D2	73,30 a	21,90 b	23,42 b	24,12 b	24,12 b	21,95 b
D3	71,77 a	21,60 b	21,05 b	21,17 b	21,17 b	20,40 b
D4	55,65 a	21,40 b	20,45 b	20,00 b	19,97 b	20,60 b
D5	66,37 a	23,03 b	23,85 b	23,05 b	23,05 b	23,20 b
CV (%) 7,37						
Massa seca de plântulas (g)						
	M0	M2	M4	M6	M8	M10
D0	2,13 a	2,25 a	2,25 a	2,20 a	1,87 a	2,10 a
D1	1,85 a	2,23 a	2,28 a	2,30 a	2,08 a	2,23 a
D2	1,78 b	2,38 a	2,20 ab	2,20 ab	2,18 ab	2,13 ab
D3	1,93 b	2,33 ab	2,33 ab	2,23 ab	2,18 ab	2,43 a
D4	1,63 d	2,25 bc	2,33 ab	2,13 bc	1,80 cd	2,75 a
D5	2,18 a	2,33 a	2,33 a	2,28 a	2,18 a	2,65 a
CV (%) 10,89						
Envelhecimento Acelerado (%)						
	M0	M2	M4	M6	M8	M10
D0	40,5 b	96,0 a	99,0 a	99,0 a	99,5 a	98,0 a
D1	46,5 b	97,0 a	98,0 a	97,0 a	99,0 a	97,0 a
D2	42,0 b	99,0 a	96,0 a	98,0 a	99,5 a	99,0 a
D3	17,5 b	95,0 a	96,5 a	98,0 a	100,0 a	96,0 a
D4	31,0 b	95,0 a	95,5 a	95,0 a	98,0 a	94,0 a
D5	10,0 b	95,0 a	97,0 a	98,0 a	99,0 a	93,0 a
CV (%) 4,01						

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha, para cada fator estudado, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. D0= 0 kg ha⁻¹; D1= 1 kg ha⁻¹; D2= 2 kg ha⁻¹; D3= 3 kg ha⁻¹; D4= 4 kg ha⁻¹; D5= 5kg ha⁻¹. M0= pós colheita; M2= dois meses de armazenamento; M4= quatro meses de armazenamento;; M6= seis meses de armazenamento; M8= oito meses de armazenamento; M10= dez meses de armazenamento.

Para massa seca das plântulas em relação ao tempo de armazenamento verifica-se que para o pós-colheita não houve diferença significativa entre os resultados encontrados para as doses D0, D1 e D5(Tabela 4). De acordo com NAKAGAWA, (1999) o acúmulo de matéria seca na plântula sobre o maior potencial fisiológico das sementes, pois reflete a transferência de matéria seca dos tecidos de reserva para o eixo embrionário.

O teste de envelhecimento acelerado quanto ao tempo de armazenamento, pode-se observar que a partir do segundo mês de armazenamento até o décimo mês de armazenamento), apresentaram maior taxa de germinação das sementes de girassol em relação aos resultados do pós-colheita em todas as doses estudadas (Tabela 4). BALESEVIC-TUBIC et al. (2010) indicam o teste de envelhecimento acelerado para prever a qualidade fisiológica de sementes de girassol submetidas ao armazenamento, sendo que o acondicionamento à temperatura de 42°C por três dias para girassol prediz a germinação das sementes após um período de armazenamento de 12 meses.

A primeira contagem apresentou interação significativa entre tempos de armazenamento e doses de boro aplicadas, apenas para o M0 e M4. Onde os dados se ajustaram a regressão quadrática com ponto de mínima em 3,00 kg ha⁻¹ de boro para o M0. Para os quatro meses de armazenamento os dados se ajustaram a uma regressão linear crescente (Figura 1A).

O índice de velocidade de germinação apresentou interação significativa para os tempos de armazenamento e as doses de boro aplicadas na cultura do girassol para os tempos de armazenamento a partir do quarto mês de armazenamento até o décimo mês de armazenamento. Para os quais os dados se ajustaram a regressão linear crescente (Figura 1B). Os dados encontrados diferem dos obtidos por KAPPES et al. (2008), que não verificaram diferenças significativas para essa variável ao estudar o efeito da aplicação foliar de B em diferentes doses e época de aplicação na qualidade de sementes de soja.

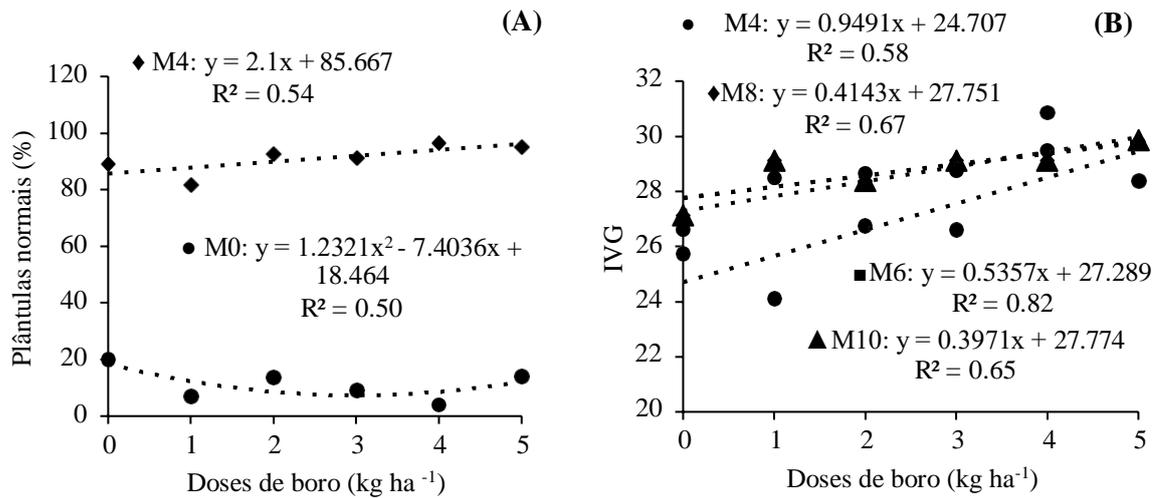


Figura 1. (A) Primeira contagem sementes em função da interação entre tempo de armazenamento e doses de boro. (B) Índice de Velocidade de Germinação (IVG) em função da interação entre tempo de armazenamento e doses de boro. Ipameri-GO, 2017.

O peso de 1000 sementes quando se avaliou as doses de boro, verifica-se que houve interação significativa entre tempo de armazenamento e doses de boro aplicadas, apenas para o primeiro tempo (pós-colheita) onde os dados se ajustaram a uma regressão quadrática com ponto de mínimo em $2,31 \text{ kg ha}^{-1}$ de boro (Figura 2A). Os resultados encontrados no presente trabalho quanto as doses de boro diferem dos encontrados por LIMA et al. (2013), que não verificaram influência das doses de boro na massa de mil aquênios.

A massa seca das plântulas apresentou interação significativa entre tempos de armazenamento e doses de boro apenas para os tempos M0 e M10, com ajuste dos dados a regressão quadrática com ponto de mínimo estimado em $2,57 \text{ kg ha}^{-1}$ de boro para M0, enquanto que para o M10 houve ajuste dos dados a uma regressão linear crescente (Figura 2B). Diferindo dos resultados encontrados por MARCHETTI et al. (2001), que verificaram efeito significativo para fontes e níveis de B, sendo que a adição de níveis crescentes desse nutriente proporcionou um decréscimo no rendimento dessa característica.

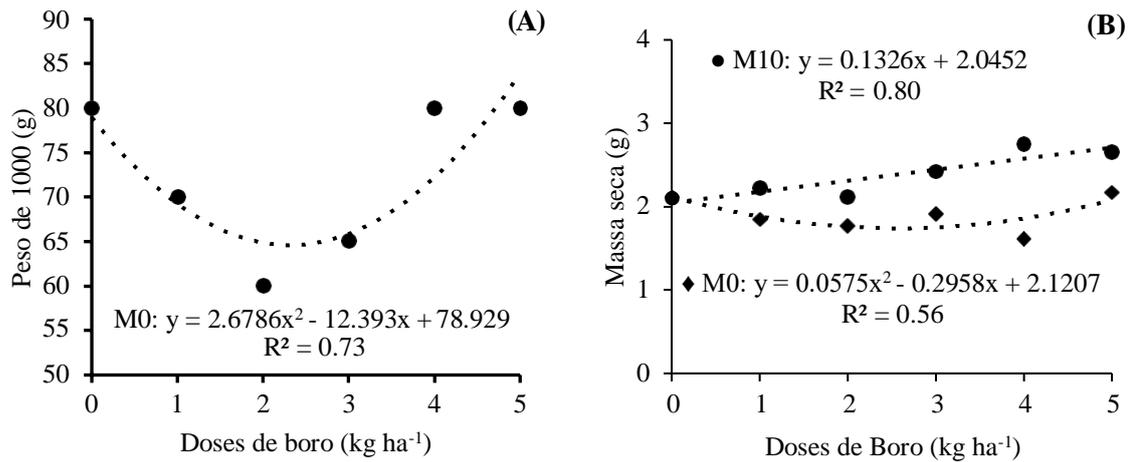


Figura 2. (A) Peso de 1000 sementes em função da interação entre tempo de armazenamento e doses de boro. (B) Massa seca em função da interação entre tempo de armazenamento e doses de boro. Ipameri-GO, 2017.

A germinação em relação as doses de boro utilizadas apresentaram interação significativa apenas para o quarto mês de armazenamento, no qual os dados se ajustaram a uma regressão linear crescente conforme ilustrado na Figura 3. Diferindo dos resultados encontrados por BONACIN et al., (2009), que avaliando o efeito das doses de boro no girassol, observaram ausência significativa na germinação das sementes de girassol.

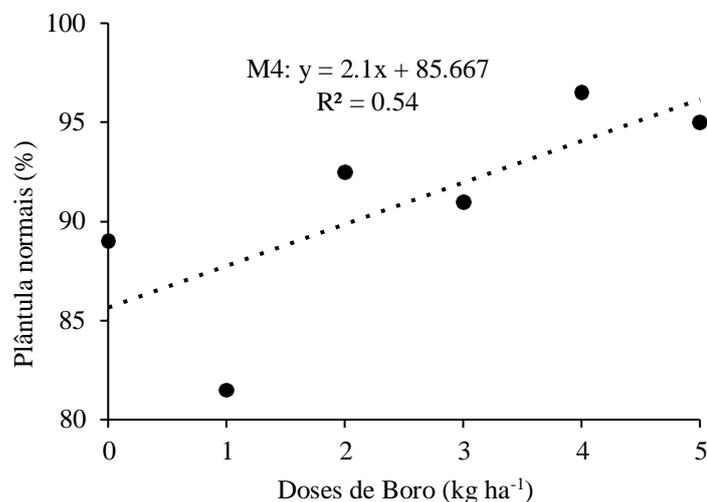


Figura 3. Germinação em função da interação entre tempo de armazenamento e doses de boro. Ipameri-GO, 2017.

O teste de envelhecimento acelerado apresentou interação significativa entre doses e tempo de armazenamento, conforme ilustrado na Figura 4. Os dados para os tempos de armazenamento M0 e M10 apresentaram redução linear na porcentagem de plantas germinadas com o incremento das doses de boro. FARINELLI et al. (2006) obtiveram 89% de vigor no teste de envelhecimento acelerado em sementes produzidas a partir da aplicação de boro e cálcio, via foliar, diferindo dos resultados encontrados aos dez meses de armazenamento neste trabalho.

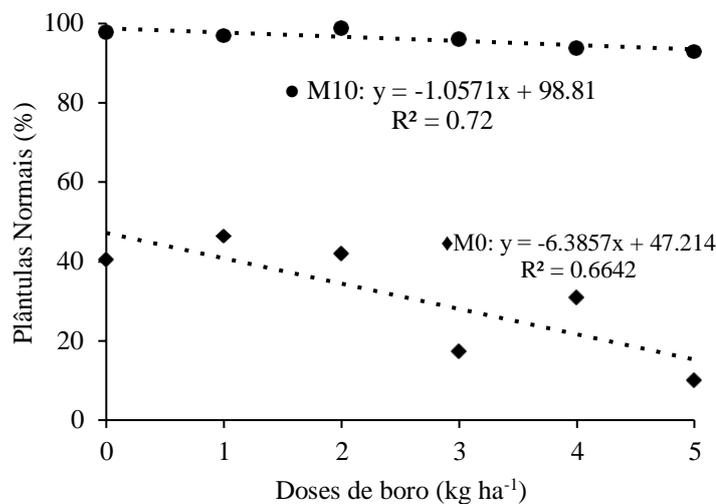


Figura 4. Envelhecimento acelerado em função da interação entre tempo de armazenamento e doses de boro. Ipameri-GO, 2017.

Ao avaliar o efeito isolado dos meses de armazenamento observa-se que o teste de Tetrázolio não apresentou diferença estatística quanto meses estuda os, cujos valores ficaram entre 23,21 e 24,25 % de sementes viáveis. Para as doses de boro, não verificou influência das mesmas sobre a viabilidade das sementes submetidas ao teste de tetrázolio (Tabela 5). Esses resultados corroboram aos de SILVA et al., (2013) na avaliação do vigor de sementes de girassol a partir do teste de tetrázolio. Já CALDEIRA et al. (2014), notaram que após quatro meses de armazenamento os lotes de sementes de girassol não diferiram quanto ao índice de velocidade de germinação, primeira contagem e tetrázolio. De acordo com SILVA et al. (2013) o teste de tetrázolio pode ser utilizado na avaliação do vigor das sementes de girassol, em virtude da sua elevada correlação com a emergência de plântulas em campo, a qual confere confiabilidade para a classificação de lotes.

Tabela 5. Médias de viabilidade de sementes obtidas através do teste de Tetrazólio e comprimento de plântula de girassol em função da aplicação de doses de boro e tempos de armazenamento. Ipameri-GO, 2017.

	Tetrazólio	Comprimento
	% sementes viáveis	cm
Tempo de armazenamento		
M0	23,66 a	9,34 ab
M2	23,29 a	8,65 bc
M4	23,21 a	7,73 c
M6	23,25 a	8,51 bc
M8	24,17 a	8,27 c
M10	24,25 a	10,30 a
Doses kg ha⁻¹		
0	22,92	8,62
1	24,04	9,13
2	24,62	8,75
3	24,00	8,67
4	22,91	8,94
5	24,29	8,67
CV (%)	6,48	13,89

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, para cada fator estudado, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

As doses de boro não apresentaram significância para o comprimento de plântulas conforme apresentado na Tabela 5. Foi constatado que as plântulas aos dez meses de armazenamento foram superiores apresentando média de 10,30 cm, contudo sem diferir das plântulas oriundas de sementes germinadas logo após a colheita com média de 9,34cm. O menor comprimento de plântulas foi observado nas avaliações aos quatro meses de armazenamento (7,73 cm), sem diferir dos tempos M2, M6 e M8.

A avaliação do comprimento das plântulas é uma característica importante na diferenciação de lotes de sementes, onde os maiores valores correspondem aos lotes de maior vigor (NAKAGAWA, 1999); sendo o comprimento de plântulas sensível para classificar lotes com diferenças sutis no potencial fisiológico (GUEDES et al., 2009).

Assim torna-se imprescindível a utilização dos testes de vigor das sementes para avaliar o conjunto de características que determinam o potencial para emergência rápida e uniforme de plântulas normais, sob ampla diversidade de condições ambientais (MARCOS FILHO, 2005).

6 CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos no presente trabalho pode-se concluir que:

O tempo de armazenamento influencia positivamente na germinação das sementes de girassol; após 2 meses de armazenamento há superação da dormência das sementes.

Sementes de girassol armazenadas por um período de até dez meses não apresentaram danos quanto ao poder germinativo;

Doses entre 2 e 3 kg ha⁻¹ de boro proporcionam maior massa de 1000 sementes, massa seca de plântulas e porcentagem de germinação na primeira contagem de sementes.

-

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, L. A. S.; CARVALHO, M. L. M.; PINTO, C. A. G.; KATAOKA, V. Y. Teste de condutividade elétrica na avaliação de sementes de girassol armazenadas sob diferentes temperaturas. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 33, n. 4, p.593-601, 2011.
- ALVES, L. S.; STARK, E. M. L. M.; ZONTA, E.; FERNANDES, M. S.; SANTOS, A. M.; SOUZA, S. R. Different nitrogen and boron levels influence the grain production and oil content of a sunflower cultivar. **Acta Scientiarum**, v. 39, n. 1, p. 59-66, 2017.
- BACKES, R. L.; SOUZA, A. M.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; GALLOTTI, G. J. M.; BAVARESCO, A. Desempenho de cultivares de girassol em duas épocas de plantio de safrinha no planalto norte catarinense. **Scientia Agricola**, v.9, n.1, p.41-48, 2008.
- BALEŠEVIĆ-TUBIĆ, S.; TATIĆ, M.; ĐORĐEVIĆ, V.; NIKOLIĆ, Z.; ĐUKIĆ, V. Seed viability of oil crops depending on storage conditions. **Helia**, v.33, n.52, p.153-160, 2010.
- BARAICH, A. A. K.; GANDAH, A. W.; TUNIO, S.; CHACHAR, Q. Influence of micronutrients and their method of application on yield and yield components of sunflower. **Pakistan Journal of Botany**, v. 48, n. 5, p. 1925-1932, 2016.
- BEZERRA, F. T. C., DUTRA, A. S., LIMA, L. K. S., & SANTOS, C. C. Potencial fisiológico de aquênios de girassol em função do arranjo espacial das plantas e das condições edafoclimáticas. **MAGISTRA**, v. 27, n. 3/4, p. 384-394, 2015.
- BONACIN, G. A.; RODRIGUES, T. J. D.; CRUZ, M. C. P.; BANZATTO, D. A. Características morfofisiológicas de sementes e produção de girassol em função de boro no solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, n.2, p.111-116, 2009.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. **Secretaria de Defesa Agropecuária**. Brasília, v. 01, p. 399, 2009.
- BRAZ, M. R. S., & ROSSETTO, C. A. V. Estabelecimento de plântulas e desempenho de plantas em resposta ao vigor dos aquênios de girassol. **Ciência Rural**, v. 39, n.7. 2009b.
- BRAZ, M. R. S.; ROSSETTO, C. A. V. Correlação entre testes para avaliação da qualidade de sementes de girassol e emergência das plântulas em campo. **Ciência Rural**, v.39, n.7, p.2004-2009, 2009a.
- CALDEIRA, C. M., DE CARVALHO, M. L. M., OLIVEIRA, J. A., COELHO, S. V. B., & KATAOKA, V. Y. Vigor de sementes de girassol pela análise computadorizada de plântulas. **Científica**, v. 42, n. 4, p. 346-353, 2014.
- CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588p.
- CHIN, H.F. Seedbanks: conserving the past for the future. **Seed Science and Technology**, v.22, n.2, p. 385-400, 1994.
- DIAS, D. C. F. S.; MARCOS FILHO, J. Teste de vigor baseados na permeabilidade de membranas celulares: II Lixiviação de potássio. **Informativo ABRATES**, v. 5, n. 1, p. 37-41, 1995.

- DODE, J. S.; MENEGHELLO, G. E.; TIMM, F. C.; MORAES, D. M.; PESKE, S. T. Teste de respiração em sementes de soja para avaliação da qualidade fisiológica. **Ciência Rural**, v. 43, n. 2, p. 193-198, 2013.
- FAGERIA, N. K., BALIGAR, V. C., & CLARK, R. B. Micronutrients in crop production. **Advances in Agronomy**, v. 77, p. 185-268, 2002.
- FARINELLI, R., PENARIOL, F. G., DE SOUZA, F. S., PIEDADE, A. R., & LEMOS, L. B. Características agronômicas e qualidade fisiológica de sementes de cultivares de feijão adubados via foliar com cálcio e boro. **Científica**, v. 34, n. 1, p. 59-65, 2006.
- FRANÇA NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C.; COSTA, N.P. da. **O teste de tetrazólio em sementes de soja**. EMBRAPA-CNPSo – Documentos, 116. v.1, n.1, p.72, 1998.
- GRISI, P. U., SANTOS, C. M., FERNANDES, J. J., & SÁ JÚNIOR, A. Qualidade das sementes de girassol tratadas com inseticidas e fungicidas. **Bioscience Journal**, v. 25, n. 4, p. 28- 36, 2009.
- GRISI, P.U.; SANTOS, C.M. Influência do armazenamento, na germinação das sementes de girassol. **Horizonte Científico**, v.1, n.7, 14p, 2007.
- GUEDES, R. S., ALVES, E. D., GONÇALVES, E. P., VIANA, J. S., MEDEIROS, M. S., & LIMA, C. R. Teste de comprimento de plântula na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Erythrina velutina* Willd. **Semina: Ciências Agrárias**, v.30, n.4, p. 793-802. 2009.
- HAESBAERT, F. M.; LOPES, S. J.; MERTZ, L. M. M.; LÚCIO, A. D.; HUTH, C. Tamanho de amostra para determinação da condutividade elétrica individual de sementes de girassol. **Bragantia**, v. 76, n. 1, p.54-61, 2017.
- HALDER, S.; KOLE, S.; GUPTA, K. On the mechanism of sunflower seed deterioration under two different types of accelerated ageing. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.11, n.3, p.331-339.1983.
- JULIATTI, F. C. Avanços no tratamento de sementes. **Informativo Abrates**, v. 20, n.3, p.54-55. 2010.
- KAPPES, C.; GOLO, A. L.; CARVALHO, M. A. C. Doses e épocas de aplicação foliar de boro nas características agronômicas e qualidade de sementes de soja. **Scientia Agraria**, v. 9, n. 3, p. 291 - 297, 2008.
- LEITE, R. F. C., SCHUCH, L. O. B., DOS SANTOS AMARAL, A., & TAVARES, L. C. Rendimento e qualidade de sementes de arroz irrigado em função da adubação com boro. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 33, n. 4, p. 785-791, 2011.
- LEITE, R. M. V. B. C.; BRIGHENTI, A. M.; CASTRO, C.; OLIVEIRA, F. A.; CARVALHOS, C. G. P.; OLIVEIRA, A. C. B. **Indicações para o cultivo de girassol nos Estados do Rio Grande do Sul, Paraná, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Goiás e Roraima**. Comunicado Técnico 78, Londrina, 2007.
- LIMA, A. D.; VIANA, T. V. A.; AZEVEDO, B. M.; MARINHO, A. B.; DUARTE, J. M. Adubação borácica na cultura do girassol. **Revista Agro@ambiente On-Line**, v. 7, n. 3, p. 269-276, 2013.
- LIMA, D. C.; DUTRA, A. S.; PONTES, F. M.; BEZERRA, T.C. Armazenamento de sementes de girassol. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 2, p. 361-369, abr./jun. 2014
- MACEDO, E.; GROTH, D.; SOAVE, J. Influência da embalagem e do armazenamento na qualidade fisiológica de sementes de algodão. **Revista Brasileira de Sementes**. v. 20, n. 2, p. 454-461.1998.
- MAEDA, J. A.; UNGARO, M. R. G.; LAGO, A. A.; RAZERA, L. F. Estádio de maturação e qualidade de sementes de girassol. **Bragantia**, v.46, n.1, p.35-44, 1997.

MAGUIRE, J.D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v.2, n.1, p.176-177, 1962.

MALDANER, I.C.; HELDWEIN, A.B.; LOOSE, L.H.; LUCAS, D.D.P.; GUSE, F.I.; & BERTOLUZZI, M.P. Modelos de determinação não-destrutiva da área foliar em girassol. **Ciência Rural**, v. 39, n.5, p.1356-1361.2009.

MARCHETTI, M. E., MOTOMYA, W. R., FABRÍCIO, A. C., & NOVELINO, J. O. Resposta do girassol, *Helianthus annuus*, a fontes e níveis de boro. **Acta Scientiarum**, v. 23, n. 05, p. 1107-1110, 2001.

MARCOS-FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. Teste de vigor em sementes. Jaboticabal: FUNEP, 1999. p. 133-149.

MARQUES, M. R. C.; SOUZA, P. S. A.; RIGO, M. M.; CERQUEIRA, A. A.; PAIVA, J. L.; MERÇON, F.; PEREZ, D. V. Effects of untreated and treated oilfield-produced water on seed germination, seedling development, and biomass production of sunflower (*Helianthus annuus*L.). **Environ Sci Pollut Res**, v. 22, n. 20, p. 15985-15993, 2015.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. (pp.2.1-2.241). Londrina: ABRATES. 1999.

NUNES, R. T. C.; CANGUSSU, A. C. V.; OLIVEIRA, C. C.; SANTOS, A. P. S.; MORAIS, O. M. Qualidade fisiológica de sementes de girassol classificadas pelo tamanho. **AGROPECUÁRIA CIENTÍFICA NO SEMIÁRIDO**, v. 12, n. 2, p. 153-161, 2016.

OHSE, S., MARODIM, V., SANTOS, O. S., LOPES, S. J., & MANFRON, P. A. Germinação e vigor de sementes de arroz irrigado tratadas com zinco, boro e cobre. **Revista da FZVA**, v. 7/8, n. 1, p. 41 - 50, 2001.

OLIVEIRA, F. N., TORRES, S. B., VIEIRA, F. E. R., PAIVA, E. P., & DUTRA, A. S. Qualidade fisiológica de sementes de girassol avaliadas por condutividade elétrica. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 42, n.3, p.279-287. 2012.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília. AGIPLAN, 1985. 289 p.

QUEIROGA, V.P.; DURAN, J.M. **Análise da qualidade fisiológica em sementes de girassol com e sem pericarpos**. In: IV Congresso Brasileiro de Mamona, I Simpósio Internacional de Oleaginosas Energéticas, 2010, João Pessoa. Inclusão Social e Energia. Campina grande: Embrapa Algodão, 2010. p. 1944 -1950.

SALEEM, M.; ARSHADULLAH, A.; GANDAH, A. W.; BHATTI, S. M.; VELO, S. Effectiveness of Colemanite Ore as Boron Source for Sunflower (*Helianthus Annuus*L.) Oil Content and Yield. **Sindh University Research Journal-SURJ (Science Series)**, v. 48, n. 4, 2016.

SANTOS JUNIOR, J. A.; GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; SOARES, F. A. L.; NOBRE, R. G. Doses de boro e água residuária na produção do girassol. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 4, p. 857-864, 2011.

SANTOS, E. R.; BARROS, H. B.; CAPONE, A.; FERRAZ, E. C.; FIDELIS, R. R. Efeitos de épocas de semeaduras sobre cultivares de girassol nosul do Estado de Tocantins. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, n. 1, p. 199-206, 2012.

SANTOS, L. G.; SOUZA, U. O.; PRIMO, D. C.; SILVA, P. C.C.; SANTOS, A. R. Fósforo e boro na produção de grãos e óleo no girassol. **Enciclopédia biosfera, Centro Científico Conhecer**, v.6, n.11, p.1-8. 2010.

- SCHEEREN, B. R., PESKE, S. T., SCHUCH, L. O. B. & BARROS, A. C. A. Qualidade fisiológica e produtiva de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v.32, n.3, p. 35-41. 2010.
- SILVA, H. P.; BRANDÃO JUNIOR, D. S.; NEVES, J. M. G.; SAMPAIO, R. A.; DUARTE, R. F.; OLIVEIRA, A. S. Qualidade de sementes de *Helianthus annuus* L. em função da adubação fosfatada e da localização na inflorescência. **Ciência Rural**, v.41, n.7, p.1160-1165, 2011.
- SILVA, M. L. O.; FARIA, M. A.; PEREIRA, R.; SANTANA, M. J.; WESLEY, M. Viabilidade técnica e econômica do cultivo de safrinha do girassol irrigado na região de Lavras, MG. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 1, p. 200-205, 2007.
- SILVA, R. C., DE SOUZA GRZYBOWSKI, C. R., DE BARROS FRANÇA-NETO, J., & PANOBIANCO, M. Adaptação do teste de tetrazólio para avaliação da viabilidade e do vigor de sementes de girassol. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 1, p. 105-113, 2013.
- SMANIOTTO, T. D. S., RESENDE, O., MARÇAL, K. A., OLIVEIRA, D. D., & SIMON, G. A. Qualidade fisiológica das sementes de soja armazenadas em diferentes condições. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 4, p. 446-453, 2014.
- TALAMINI, V.; ALMEIDA, N. A.; LIMA, N. R. S.; SILVA, A. M. F.; CARVALHO, H. W. L.; SOUSA, R. C. **Avaliação da qualidade física, fisiológica e sanitária de sementes de girassol introduzidas para cultivo em Sergipe**. Embrapa Tabuleiros Costeiros, p.19, 2011.
- THOMAZINI, A.; MARTINS, L.D. Qualidade física e fisiológica de sementes de girassol (*Helianthus annuus* L.) cultivar MG2 em condições de casa de vegetação e laboratório. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer**, v.7, n.12; 2011.
- UNGARO, M. R. G. **Cultura do Girassol**. Boletim Técnico do Instituto Agrônomo, Campinas, SP, n. 188, p. 9, 2000.
- VIEIRA, R.D.; KRZYZANOWSKI, F.C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA-NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p. 1-26.
- WAZILEWSKI, W. T.; GOMES, L. F. S. Boro aplicado via semente em girassol. **Cultivando o Saber**, v. 2, n. 2, p. 137 - 142, 2009.
- WISSUWA M., ISMAIL A. M., GRAHAM R. D. Rice grain zinc concentrations as affected by genotype, native soil-zinc availability, and zinc fertilization. **Plant and Soil**, v. 306, n. 1-2, p. 37-48, 2008.
- ZINK, E.; ALMEIDA, L. D.; LAGO, A. A. Observação sobre o comportamento de sementes de feijão sob diferentes condições de armazenamento. **Bragantia**, v. 35, n. 38, p. 443-451, dez. 1976
- ZOBIOLE, L. H. S.; CASTRO, C.; OLIVEIRA, F. A.; OLIVEIRA JUNIOR, A. Marcha de absorção de macronutrientes na cultura do girassol. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.34, n. 2, p.425-433, 2010.
- ZONTA, E. P.; MACHADO, A. A.; SILVEIRA JÚNIOR, P. **Sistemas de análise estatística para microcomputadores: Manual de utilização**. 2. ed. Pelotas: UFPEL, 1987.