



GABRIELLE DE FARIA

**CONDICIONAMENTO FISIOLÓGICO E
ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE
GIRASSOL**

LAVRAS - MG

2015

GABRIELLE DE FARIA

**CONDICIONAMENTO FISIOLÓGICO E ARMAZENAMENTO EM
SEMENTES DE GIRASSOL**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Doutora.

Orientador

Dr. Renato Mendes Guimarães

LAVRAS – MG

2015

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha
Catalográfica da Biblioteca Universitária da UFLA, com dados informados
pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Faria, Gabrielle de.

Condicionamento fisiológico e armazenamento de sementes de girassol/ Gabrielle de Faria. – Lavras : UFLA, 2015.

116 p. : il.

Tese(doutorado)–Universidade Federal de Lavras, 2015.

Orientador(a): Renato Mendes Guimarães.

Bibliografia.

1. Priming. 2. Vigor. 3. Viabilidade. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

GABRIELLE DE FARIA

**CONDICIONAMENTO FISIOLÓGICO E ARMAZENAMENTO EM
SEMENTES DE GIRASSOL**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Doutora.

APROVADA em 04 de Agosto de 2015

Dr. Antônio Carlos Fraga	UFLA
Dr. Pedro Castro Neto	UFLA
Dr. Antônio Rodrigues Vieira	EPAMIG
Dr. Alessandro Vieira Veloso	UFLA

Dr. Renato Mendes Guimarães

Orientador

LAVRAS – MG

2015

*À Deus, à minha mãe Helena,
aos meu irmãos e sobrinhos e meu
noivo, Conrado.*

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida e por todas as oportunidades concedidas;

A minha mãe Helena, pelo apoio, carinho e estar sempre ao meu lado;

Ao Conrado, pela motivação, apoio, ajuda, companheirismo e paciência;

Aos meus irmãos e sobrinhos pela confiança e amor.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) e ao Departamento de Agricultura (DAG), pela oportunidade de realização do doutorado;

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de doutorado;

Às agências de fomento CAPES, FAPEMIG, FINEP, MCTI pelas estruturas;

À empresa de produção de sementes Heliagro do Brasil, pela disponibilidade em fornecer as sementes utilizadas nessa pesquisa. Em especial à Ana Virgínia, pela atenção;

Ao Professor Renato, pela orientação, amizade, paciência, e incentivo para realização deste trabalho.

Ao Professor Pedro, pelo carinho, exemplo e incentivo.

Ao Professor Fraga, pela amizade e ajuda.

Ao Pesquisador Antônio Vieira e ao Professor Alessandro pelo apoio e contribuições.

Aos demais professores, pesquisadores e funcionários do Laboratório Central de Sementes (LCSEM/UFLA), Prof. Dra. Maria Laene Moreira Carvalho, Prof. Dr. João Almir Oliveira, Prof. Dra. Édila Vilella Resende Von Pinho, Dra. Sttela Delyzette Veiga Franco da Rosa, Viviana, pelos ensinamentos valiosos e amizade;

Aos amigos sementeiros, que me ajudaram na realização dos trabalhos e pelas boas risadas e inúmeras histórias vividas durante esse período.

Aos “escravos” do G-óleo pela ajuda e parceria.

À minha família e meus amigos, que sempre estiveram me apoiando e incentivando nesses anos.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para minha formação e conquista deste sonho.

Muito Obrigada!

RESUMO

O condicionamento fisiológico das sementes é uma técnica que visa a recuperação do sistema de membranas celulares e propicia uma maior uniformidade e velocidade de germinação dos lotes. Em relação ao armazenamento de sementes condicionadas osmoticamente, a preocupação é em manter a qualidade fisiológica e para as sementes condicionadas após o armazenamento aumentar a qualidade fisiológica. Objetivou-se nessa pesquisa verificar o comportamento fisiológico das sementes de girassol condicionadas antes do armazenamento e também quando condicionadas após o armazenamento. O estudo foi realizado no Laboratório Central de Sementes, e no Laboratório de Óleos, Gorduras e Biodiesel ambos da Universidade Federal de Lavras e foram utilizadas sementes de girassol híbrido 251 produzidas pela Empresa Heliagro Agricultura e Pecuária Ltda. No experimento 1 foram utilizadas sete soluções com e sem ácido giberélico (500 ppm) para o condicionamento osmótico: Ácido ascórbico (75 mg L^{-1}), Sacarose (75 mg L^{-1}), Tocoferol ($0,1930 \text{ ml L}^{-1}$), Ácido ascórbico (75 mg L^{-1}) + Sacarose (75 mg L^{-1}), Ácido ascórbico (75 mg L^{-1}) + Tocoferol ($0,1930 \text{ ml L}^{-1}$), Sacarose (75 mg L^{-1}) + Tocoferol ($0,1930 \text{ ml L}^{-1}$) e Ácido ascórbico (75 mg L^{-1}) + Sacarose (75 mg L^{-1}) + Tocoferol. Após o condicionamento as sementes foram secadas a 35°C por 24 horas e armazenadas em sacos de papel multifoliados em câmara fria por 45 dias. Os testes de germinação, emergência, índice de velocidade de emergência e condutividade elétrica foram realizados a cada 15 dias. No experimento 2, as sementes foram armazenadas em sacos de papel multifoliado na câmara fria por um período de até oito meses. A cada quatro meses, as sementes foram submersas nas mesmas sete soluções do experimento anterior, com e sem ácido giberélico (500 ppm) para o condicionamento osmótico. Após o condicionamento as sementes foram secadas a 35°C por 24 horas e realizados os testes fisiológicos: germinação, emergência, índice de velocidade de emergência e condutividade elétrica. Conclui-se nessa pesquisa que o uso do ácido giberélico nas soluções de condicionamento proporcionou efeito positivo na qualidade das sementes, o condicionamento fisiológico antes do armazenamento melhorou a qualidade das sementes armazenadas por 15 dias e o efeito do condicionamento foi mantido até o 30º dia de armazenamento. Para as sementes condicionadas após o armazenamento, verificou-se melhora da qualidade fisiológica nas épocas quatro e oito meses de armazenamento.

Palavras-chave: priming, vigor, viabilidade.

ABSTRACT

The priming of seeds is a technique that focuses on recovering the membrane system and propitiates a greater uniformity and speed of germination of the samples. Regarding the storage of seeds osmotically conditioned, the concern is to maintain the physiological quality and the seeds conditioned after storage to increase the physiological quality. This study aimed to verify the physiological performance of sunflower seeds conditioned prior to storage and also when conditioned after storage. The study was conducted at the Seed Center Laboratory and Laboratory Oils, Fats and Biodiesel Federal University of Lavras and sunflowers seeds hybrid 251 produced by Heliagro Agricultura e Pecuária LTDA were used. In experiment 1 were repeated seven solutions with and without gibberellic acid (500 ppm) for priming: Ascorbic acid (75 mg L⁻¹), Sucrose (75 mg L⁻¹), Tocopherol (0.1930 ml L⁻¹) ascorbic acid (75 mg L⁻¹) + Sucrose (75 mg L⁻¹), ascorbic acid (75 mg L⁻¹) + Tocopherol (0.1930 ml L⁻¹), Sucrose (75 mg L⁻¹) + Tocopherol (0.1930 ml L⁻¹) and ascorbic acid (75 mg L⁻¹) + Sucrose (75 mg L⁻¹) + Tocopherol. After conditioning the seeds were dried at 35 ° C for 24 hours and stored in multiwall paper bags in cold chamber for 45 days. Germination tests, emerging, emerging speed rate and electrical conductivity were performed every 15 days. In experiment 2, the seeds were stored in multiwall paper bags in the cold chamber for a period of up to eight months. Every four months, the seeds were submerged in the same seven solutions used on the first experiment with and without gibberellic acid (500 ppm) for priming. After conditioning the seeds were dried at 35 ° C for 24 hours and performed the physiological testing: germination, emerging, emerging speed index and electrical conductivity. It is concluded in this study that the use of gibberellic acid in the conditioning solutions provided positive effect on the quality of seeds, priming before storage improved the quality of seeds stored for 15 days and the effect of the conditioning was continued until the 30th day of storage. For the seeds conditioned after storage, it was found improved physiological quality in four seasons and eight months of storage.

Key words: priming, vigor, viability.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 Porcentagem de germinação de sementes de girassol condicionadas com os solutos: AA (1C), SAC (2C), TOC (3C), AA + SAC (4C), AA + TOC (5C), SAC + TOC (6C) e AA + SAC + TOC (7C), com ácido giberélico, armazenadas por zero, 15, 30 e 45 dias de armazenamento47
- Figura 2 Porcentagem de germinação de sementes de girassol condicionadas com os solutos: AA (1S), SAC (2S), TOC (3S), AA + SAC (4S), AA + TOC (5S), SAC + TOC (6S) e AA + SAC + TOC (7S), sem ácido giberélico, armazenadas por zero, 15, 30 e 45 dias de armazenamento.....48
- Figura 3 Índice de velocidade de emergência de sementes de girassol condicionadas com os solutos: AA (1C), SAC (2C), TOC (3C), AA + SAC (4C), AA + TOC (5C), SAC + TOC (6C) e AA + SAC + TOC (7C), com ácido giberélico, armazenadas por zero, 15, 30 e 45 dias de armazenamento53
- Figura 4 Índice de velocidade de emergência de sementes de girassol condicionadas com os solutos: AA (1S), SAC (2S), TOC (3S), AA + SAC (4S), AA + TOC (5S), SAC + TOC (6S) e AA + SAC + TOC (7S), sem ácido giberélico, armazenadas por zero, 15, 30 e 45 dias de armazenamento.....53
- Figura 5 Valores de condutividade elétrica de sementes de girassol condicionadas com os solutos: AA (1C), SAC (2C), TOC (3C), AA + SAC (4C), AA + TOC (5C), SAC + TOC (6C) e AA + SAC + TOC (7C), com ácido giberélico, armazenadas por zero, 15, 30 e 45 dias de armazenamento54

- Figura 6 Valores de condutividade elétrica de sementes de girassol condicionadas com os solutos: AA (1S), SAC (2S), TOC (3S), AA + SAC (4S), AA + TOC (5S), SAC + TOC (6S) e AA + SAC + TOC (7S), sem ácido giberélico, armazenadas por zero, 15, 30 e 45 dias de armazenamento.....54
- Figura 7 Quantificação da atividade da enzima superóxido dismutase em sementes de girassol condicionadas com os solutos: AA (1C), SAC (2C), TOC (3C), AA + SAC (4C), AA + TOC (5C), SAC + TOC (6C) e AA + SAC + TOC (7C), com ácido giberélico, armazenadas por zero, 15, 30 e 45 dias de armazenamento61
- Figura 8 Quantificação da atividade da enzima superóxido dismutase em sementes de girassol condicionadas com os solutos: AA (1S), SAC (2S), TOC (3S), AA + SAC (4S), AA + TOC (5S), SAC + TOC (6S) e AA + SAC + TOC (7S), sem ácido giberélico, armazenadas por zero, 15, 30 e 45 dias de armazenamento61
- Figura 9 Quantificação da atividade da enzima catalase em sementes de girassol condicionadas com os solutos: AA (1C), SAC (2C), TOC (3C), AA + SAC (4C), AA + TOC (5C), SAC + TOC (6C) e AA + SAC + TOC (7C), com ácido giberélico, armazenadas por zero, 15, 30 e 45 dias de armazenamento64
- Figura 10 Quantificação da atividade da enzima catalase em sementes de sementes de girassol condicionadas com os solutos: AA (1S), SAC (2S), TOC (3S), AA + SAC (4S), AA + TOC (5S), SAC + TOC (6S) e AA + SAC + TOC (7S), sem ácido giberélico, armazenadas por zero, 15, 30 e 45 dias de armazenamento.....64
- Figura 11 Teor de óleo de sementes de girassol da testemunha (AD), hidrocondicionadas (H₂O) e condicionadas com os solutos: AA (1C), SAC (2C), TOC (3C), AA + SAC (4C), AA + TOC (5C),

- SAC + TOC (6C) e AA + SAC + TOC (7C) com ácido giberélico armazenadas por zero, 15, 30 e 45 dias.....70
- Figura 12 Teor de óleo de sementes de girassol da testemunha (AD), hidrocondicionadas (H₂O) e condicionadas com os solutos: AA (1S), SAC (2S), TOC (3S), AA + SAC (4S), AA + TOC (5S), SAC + TOC (6S) e AA + SAC + TOC (7S) sem ácido giberélico armazenadas por zero, 15, 30 e 45 dias.....71
- Figura 13 Índice de acidez de óleos de sementes de girassol condicionadas com os solutos: AA (1C), SAC (2C), TOC (3C), AA + SAC (4C), AA + TOC (5C), SAC + TOC (6C) e AA + SAC + TOC (7C) com ácido giberélico, testemunha (AD), hidrocondicionadas (H₂O) e armazenadas por zero, 15, 30 e 45 dias de armazenamento.....72
- Figura 14 Índice de acidez de óleos de sementes de girassol condicionadas com os solutos: AA (1S), SAC (2S), TOC (3S), AA + SAC (4S), AA + TOC (5S), SAC + TOC (6S) e AA + SAC + TOC (7S) sem ácido giberélico, testemunha (AD), hidrocondicionadas (H₂O) e armazenadas por zero, 15, 30 e 45 dias de armazenamento72
- Figura 15 Índice de refração de óleo de sementes de girassol condicionadas com os solutos: AA (1C), SAC (2C), TOC (3C), AA + SAC (4C), AA + TOC (5C), SAC + TOC (6C) e AA + SAC + TOC (7C) com ácido giberélico, testemunha (AD), hidrocondicionadas (H₂O) e armazenadas por zero, 15, 30 e 45 dias.....74
- Figura 16 Índice de refração de óleo de sementes de girassol condicionadas com os solutos: AA (1S), SAC (2S), TOC (3S), AA + SAC (4S), AA + TOC (5S), SAC + TOC (6S) e AA + SAC + TOC (7S) sem ácido giberélico, testemunha (AD), hidrocondicionadas (H₂O) e armazenadas por zero, 15, 30 e 45 dias.....74

- Figura 17 Índice de iodo no óleo de sementes de girassol condicionadas com os solutos: AA (1C), SAC (2C), TOC (3C), AA + SAC (4C), AA + TOC (5C), SAC + TOC (6C) e AA + SAC + TOC (7C) com ácido giberélico, testemunha (AD) e hidrocondicionadas (H₂O) armazenadas por zero, 15, 30 e 45 dias76
- Figura 18 Índice de iodo no óleo de sementes de girassol condicionadas com os solutos: AA (1S), SAC (2S), TOC (3S), AA + SAC (4S), AA + TOC (5S), SAC + TOC (6S) e AA + SAC + TOC (7S) sem ácido giberélico, testemunha (AD) e hidrocondicionadas (H₂O) armazenadas por zero, 15, 30 e 45 dias.....76
- Figura 19 Porcentagem de germinação de sementes de girassol condicionadas com os solutos: AA (1C), SAC (2C), TOC (3C), AA + SAC (4C), AA + TOC (5C), SAC + TOC (6C) e AA + SAC + TOC (7C) com ácido giberélico após zero, quatro e oito meses de armazenamento81
- Figura 20 Porcentagem de germinação de sementes de girassol condicionadas com os solutos: AA (1S), SAC (2S), TOC (3S), AA + SAC (4S), AA + TOC (5S), SAC + TOC (6S) e AA + SAC + TOC (7S) sem ácido giberélico após zero, quatro e oito meses de armazenamento81
- Figura 21 Índice de velocidade de emergência de sementes de girassol condicionadas com os solutos: AA (1C), SAC (2C), TOC (3C), AA +SAC (4C), AA +TOC (5C), SAC + TOC (6C) e AA + SAC + TOC (7C) com ácido giberélico após zero, quatro e oito meses de armazenamento88
- Figura 22 Índice de velocidade de emergência de sementes de girassol condicionadas com os solutos: AA (1S), SAC (2S), TOC (3S), AA + SAC (4S), AA + TOC (5S), SAC + TOC (6S) e AA + SAC

- + TOC (7S) sem ácido giberélico após zero, quatro e oito meses de armazenamento88
- Figura 23 Valores de condutividade elétrica em sementes de girassol armazenadas por zero, quatro e oito meses e condicionadas com os solutos: AA (1C), SAC (2C), TOC (3C), AA + SAC (4C), AA + TOC (5C), SAC + TOC (6C) e AA + SAC + TOC (7C) com ácido giberélico89
- Figura 24 Valores de condutividade elétrica em sementes de girassol armazenadas por zero, quatro e oito meses e condicionadas com os solutos AA (1S), SAC (2S), TOC (3S), AA + SAC (4S), AA + TOC (5S), SAC + TOC (6S) e AA + SAC + TOC (7S) sem ácido giberélico.....89
- Figura 25 Quantificação da atividade da enzima superóxido dismutase em sementes de girassol armazenadas por zero, quatro e oito meses e condicionadas com os solutos: AA (1C), SAC (2C), TOC (3C), AA + SAC (4C), AA + TOC (5C), SAC + TOC (6C) e AA + SAC + TOC (7C) com ácido giberélico.....95
- Figura 26 Quantificação da atividade da enzima superóxido dismutase em sementes de girassol armazenadas por zero, quatro e oito meses e condicionadas com os solutos: AA (1S), SAC (2S), TOC (3S), AA + SAC (4S), AA + TOC (5S), SAC + TOC (6S) e AA + SAC + TOC (7S) sem ácido giberélico95

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Porcentagem de germinação sementes de girassol submetidas ao condicionamento fisiológico com diferentes solutos, com e sem ácido giberélico, e armazenadas por zero, 15, 30 e 45 dias.....	45
Tabela 2	Porcentagem de germinação para as sementes de girassol submetidas ao condicionamento fisiológico com diferentes solutos, com e sem ácido giberélico, de sementes hidrocondicionadas, testemunha seca e armazenadas por zero, 15, 30 e 45 dias.....	49
Tabela 3	Emergência de sementes de girassol armazenadas por zero, 15, 30 e 45 dias	50
Tabela 4	Índice de velocidade de emergência de sementes de girassol submetidas ao condicionamento fisiológico com diferentes solutos, com e sem ácido giberélico, e armazenadas por zero, 15, 30 e 45 dias.....	51
Tabela 5	Condutividade elétrica de sementes de girassol submetidas ao condicionamento fisiológico com diferentes solutos, com e sem ácido giberélico, e armazenadas por zero, 15, 30 e 45 dias.....	52
Tabela 6	Valores de índice de velocidade de emergência sementes de girassol submetidas ao condicionamento fisiológico com diferentes solutos, com e sem ácido giberélico, de sementes hidrocondicionadas e testemunha seca, e armazenadas por zero, 15, 30 e 45 dias.	57
Tabela 7	Condutividade elétrica para sementes de girassol submetidas ao condicionamento fisiológico com diferentes solutos, com e sem	

	ácido giberélico, de sementes hidrocondicionadas e testemunha seca, e armazenadas por zero, 15, 30 e 45 dias.....	58
Tabela 8	Quantificação da atividade da enzima superóxido dismutase em sementes de girassol submetidas ao condicionamento fisiológico com diferentes solutos, com e sem ácido giberélico e, armazenadas por zero, 15, 30 e 45 dias.....	60
Tabela 9	Quantificação da atividade da enzima catalase de sementes de girassol submetidas ao condicionamento fisiológico com diferentes solutos, com e sem ácido giberélico e, armazenadas por zero, 15, 30 e 45 dias	63
Tabela 10	Quantificação da atividade da enzima álcool desidrogenase em sementes de girassol submetidas ao condicionamento fisiológico com diferentes solutos e armazenadas por zero, 15, 30 e 45 dias.....	65
Tabela 11	Quantificação da atividade da enzima álcool desidrogenase em sementes de girassol submetidas ao condicionamento fisiológico, com e sem ácido giberélico e, armazenadas por zero, 15, 30 e 45 dias.....	66
Tabela 12	Quantificação da atividade da enzima superóxido dismutase em sementes de girassol submetidas ao condicionamento fisiológico com diferentes solutos, com e sem ácido giberélico e, armazenadas por zero, 15, 30 e 45 dias.....	67
Tabela 13	Quantificação da atividade da enzima catalase em sementes de girassol submetidas ao condicionamento fisiológico com diferentes solutos, com e sem ácido giberélico e, armazenadas por zero, 15, 30 e 45 dias.	68
Tabela 14	Quantificação da atividade da enzima álcool deisdrogenase em sementes de girassol submetidas ao condicionamento fisiológico	

	com diferentes solutos, com e sem ácido giberélico e, armazenadas por zero, 15, 30 e 45 dias.....	69
Tabela 15	Porcentagem de germinação de sementes de girassol armazenadas por zero, quatro e oito meses e submetidas ao condicionamento fisiológico com diferentes solutos, na presença ou não de ácido giberélico.....	79
Tabela 16	Porcentagem de germinação de sementes de girassol armazenadas por zero, quatro e oito meses e submetidas ao condicionamento fisiológico com diferentes solutos, na presença ou não de ácido giberélico, hidrocondicionadas e testemunha.....	84
Tabela 17	Índice de velocidade de emergência para sementes de girassol armazenadas por zero, quatro e oito meses e submetidas ao condicionamento fisiológico com diferentes solutos, na presença ou não de ácido giberélico.....	85
Tabela 18	Condutividade elétrica para sementes de girassol armazenadas por zero, quatro e oito meses e submetidas ao condicionamento fisiológico com diferentes solutos, na presença ou não de ácido giberélico.....	86
Tabela 19	Índice de velocidade de emergência de sementes de girassol armazenadas por zero, 4 e 8 meses e submetidas ao condicionamento fisiológico com diferentes solutos, na presença ou não de ácido giberélico, hidrocondicionadas e testemunha.....	91
Tabela 20	Condutividade elétrica de sementes de girassol armazenadas por zero, quatro e oito meses e submetidas ao condicionamento fisiológico com diferentes solutos, na presença ou não de ácido giberélico, hidrocondicionadas e testemunha.....	92
Tabela 21	Quantificação da atividade da enzima superóxido dismutase em sementes de girassol armazenadas por zero, quatro e oito meses e	

	submetidas ao condicionamento fisiológico com diferentes solutos, na presença e ausência de ácido giberélico.....	94
Tabela 22	Quantificação da atividade da enzima catalase em sementes de girassol armazenadas por zero, quatro e oito meses e submetidas ao condicionamento fisiológico com diferentes solutos, na presença e ausência de ácido giberélico.	97
Tabela 23	Quantificação da atividade da enzima álcool desidrogenase em sementes de girassol armazenadas por zero, quatro e oito meses e submetidas ao condicionamento fisiológico, na presença ou ausência de ácido giberélico.	99
Tabela 24	Quantificação da atividade da enzima superóxido dismutase em sementes de girassol armazenadas por zero, quatro e oito meses e submetidas ao condicionamento fisiológico com diferentes solutos, na presença e ausência de ácido giberélico, hidrocondicionadas e testemunha	100
Tabela 25	Quantificação da atividade da enzima catalase em sementes de girassol armazenadas por zero, quatro e oito meses e submetidas ao condicionamento fisiológico com diferentes solutos, na presença e ausência de ácido giberélico, hidrocondicionadas e testemunha.....	101
Tabela 26	Quantificação da atividade da enzima álcool desidrogenase em sementes de girassol armazenadas por zero, quatro e oito meses e submetidas ao condicionamento fisiológico com diferentes solutos, na presença e ausência de ácido giberélico, hidrocondicionadas e testemunha	102

Sumário

1	INTRODUÇÃO.....	21
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	23
2.1	A cultura do girassol.....	23
2.2	Armazenamento de sementes.....	25
2.3	Deterioração de sementes	28
2.4	Condicionamento fisiológico	31
2.5	Propriedades físico-química do óleo de sementes de girassol.....	35
3	MATERIAL E MÉTODOS	36
3.1	Ensaio 1- Condicionamento fisiológico antes do armazenamento....	37
3.2	Ensaio 2- Condicionamento fisiológico depois do armazenamento..	37
3.3	Teste de germinação	38
3.4	Teste de Emergência	38
3.5	Condutividade elétrica de massa	39
3.6	Quantificação enzimática por espectrofotometria	39
3.7	Propriedades físico-química do óleo	40
3.7.1	Obtenção e determinação do teor de óleo	40
3.7.2	Índice de iodo	41
3.7.3	Índice de acidez.....	41
3.7.4	Índice de refração	41
3.8	Procedimento estatístico	42
3.8.1	Ensaio 1	42
3.8.2	Ensaio 2	42
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	43
4.1	ENSAIO 1	43
4.1.1	Qualidade fisiológica das sementes	43
4.1.2	Atividade enzimática	59
4.1.3	Propriedades do óleo	70

5.1	CONSIDERAÇÕES GERAIS	77
4.2	ENSAIO 2	78
4.2.1	Qualidade fisiológica	78
4.2.2	Atividade enzimática	93
5.2	CONSIDERAÇÕES GERAIS	103
6.	CONCLUSÃO	103
	REFERÊNCIAS	104
	ANEXOS	114

1 INTRODUÇÃO

A cultura do girassol vem se destacando no cenário nacional devido a sua ampla capacidade de adaptação às condições edafoclimáticas, de latitude, longitude e fotoperíodo. Seu sistema radicular profundo permite que um maior volume de solo seja explorado, conferindo uma maior tolerância à seca, sendo também utilizado como opção para a rotação e sucessão de culturas. Apesar de todas as condições favoráveis para a produção de sementes de girassol no Brasil, a oferta ainda é pequena, sendo necessária a importação de sementes para suprir a demanda interna, desencadeando a necessidade de tecnologias e inovações para a manutenção da qualidade das sementes.

Um dos problemas para a produção e conservação das sementes esta relacionada à velocidade de deterioração das sementes de girassol, pois a instabilidade química dos lipídios constitui um dos fatores preponderantes para a redução do desempenho das sementes de várias espécies oleaginosas durante o armazenamento. A peroxidação lipídica e o estresse oxidativo, principal causa da deterioração das sementes de girassol, pode promover reduções de vigor e viabilidade, com a desestruturação do sistema de membranas celulares.

Uma das maneiras de uniformizar a germinação das sementes se dá pela recuperação gradual do sistema de membrana por meio da utilização do condicionamento fisiológico, que tem por objetivo reduzir o tempo de emergência das plântulas, bem como sincronizar e melhorar a porcentagem de germinação. Tal procedimento baseia-se no controle da hidratação das sementes a um nível que permita que ela inicie a atividade metabólica pré-germinativa, antes da protrusão radicular.

Acredita-se que uma das desvantagens do condicionamento fisiológico seja a redução do potencial de armazenamento das sementes. Mas, estas devem

ser armazenadas por período suficiente para que possam ser comercializadas sem que ocorra a perda dos benefícios adquiridos pelo condicionamento.

Assim, o objetivo desta pesquisa foi verificar o comportamento fisiológico de sementes de girassol do híbrido Hélio 251 quando condicionadas e armazenadas e também quando armazenadas e depois condicionadas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A cultura do girassol

O girassol (*Helianthus annuus* L.) é uma dicotiledônea anual da família *Asteraceae*, originária do continente americano. Ele está difundido por outros continentes apresentando diversos híbridos e cultivares.

Hoje, o girassol se encontra entre as cinco culturas oleaginosas mais importantes para a produção de óleo vegetal no mundo. Os principais países produtores de girassol são Ucrânia, Rússia, União Européia, com produção superior a 28 milhões de toneladas de grão de girassol. Na safra 2014/2015, a produção nacional de girassol foi de 208 mil toneladas (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB, 2015).

Sua importância pode ser evidenciada pelas seguintes características: ciclo curto, polinização cruzada, maior resistência à seca, ao frio e ao calor, que a maioria das espécies cultivadas no Brasil, além de possuir ampla adaptabilidade às diferentes condições edafoclimáticas e sofrer pouca influência da altitude e fotoperíodo (SILVA, 1990). É empregado também na alimentação animal, com utilização da torta resultante da extração do óleo, como componente da silagem e os grãos na alimentação de pássaros (FAGUNDES, 2009).

O girassol monocapitular é o mais cultivado comercialmente, possui a inflorescência denominada capítulo, que é a formação na parte do ápice do caule de um alongamento discóide, constituído de um receptáculo onde as flores estão inseridas. O capítulo possui diâmetros que variam de 10 a 40 cm, dependendo da variedade ou híbrido e das condições de cultivo. As flores são alógamas e a polinização feita por entomofilia, sendo a abelha o principal inseto polinizador das flores de girassol (BRIGANTE, 2013).

A floração do girassol é desuniforme e as flores se formam de forma radial, em círculo, da periferia para o centro do capítulo, sendo em média produzidas de 700 a 3.000 flores por capítulo, dependendo do diâmetro do disco. As flores férteis e tubulosas quando fertilizadas darão origem aos frutos, denominados aquênios (BRIGANTE, 2013).

O aquênio, comumente considerado semente, é do tipo seco, indeiscente, e constituído por pericarpo e pela semente propriamente dita (SEILER, 1997). O peso individual do aquênio varia de 40 a 400 miligramas (mg), com tamanho que varia de 7 a 25 milímetros (mm) de comprimento e de 4 a 13 mm de largura.

A maturação das sementes de girassol ocorre das bordas para o centro do capítulo. As sementes localizadas em diferentes regiões do capítulo podem diferir em maturação fisiológica (ZIMMERMAN; ZIMMER, 1978). Para o girassol ainda não está determinado um indicador de maturação fisiológica, como para outras espécies, como a formação da camada negra para a semente de milho (CONNOR; SANDRAS, 1992).

Dentre as fases fenológicas da cultura do girassol em um sistema de produção, o momento da colheita é muito relevante, sendo de extrema importância a determinação da maturidade fisiológica das sementes.

A colheita precoce ou tardia, dependendo das condições meteorológicas predominantes, poderá acelerar o processo de deterioração, com consequente perda da qualidade fisiológica da semente (VIEIRA, 2004).

Vários fatores podem interferir na qualidade das sementes de girassol no processo de produção tais como a maturação desuniforme dentro da inflorescência (RONDANINI; SAVIN; HALL, 2007), a alta umidade das sementes no processo de colheita, a dormência das sementes a depender da cultivar (MAEDA et al., 1987), entre outros. Além disso, as sementes após a colheita, em geral, não se encontram em condições adequadas para o armazenamento, comercialização e semeadura, por apresentarem elevado teor de

água e grandes quantidades de materiais indesejáveis que precisam ser removidos (PEREIRA, 2012).

Os principais híbridos utilizados, atualmente, apresentam teor médio de óleo de 40 a 52% o que o torna uma cultura promissora para a produção de óleo para fins alimentícios. Entretanto, para que o girassol consiga ter seu cultivo expandido é necessário um mecanismo que retarde o processo de deterioração das sementes no armazenamento, uma vez que a velocidade de deterioração das sementes é diretamente proporcional ao percentual de óleo das mesmas (FAGUNDES, 2009; LEITE; BRIGUENTI; CASTRO, 2005).

2.2 Armazenamento de sementes

A expansão da cultura do girassol exige um aumento da demanda por sementes de qualidade para a semeadura, e o Brasil ainda não é auto-suficiente na produção de sementes de girassol, sendo necessária a importação para suprir o mercado.

A semente importada cumpre um longo percurso até chegar ao produtor brasileiro; neste percurso, os processos de deterioração afetam a qualidade da semente, interferindo na densidade de semeadura, população de plantas da lavoura, velocidade de emergência e, conseqüentemente, na produção (BRIGANTE, 2013).

Na maturidade fisiológica, quando a semente atinge seu nível máximo de qualidade, a deterioração está em seu nível mínimo. A partir da maturidade, o nível de qualidade da semente começa a decrescer em consequência de diversos fatores: oscilações de temperatura durante a maturação, flutuações das condições de umidade do ambiente, deficiências nutricionais das plantas, incidência de pragas e doenças, além de técnicas inadequadas de colheita e pós-colheita, como

secagem, beneficiamento, armazenamento e transporte (CARVALHO; FRANÇA NETO; KRZYZANOWSKI, 2006).

É bem sabido que a deterioração de sementes é mais rápida e intensa em regiões tropicais e subtropicais devido a condições climáticas desfavoráveis na pré e pós-colheita (BAUDET, 2003).

A deterioração é um processo inevitável e irreversível, mas que pode ser controlado, sendo um dos grandes problemas das sementes oleaginosas (BRACCINI; BRACCINI; SCAPIM, 2001). A velocidade da deterioração depende das condições ambientais e das características das próprias sementes, mas de maneira geral, a redução da temperatura e umidade, tanto do ambiente quanto das sementes, promovem a redução do metabolismo das sementes (VIEIRA et al., 2002).

O armazenamento visa conservar as sementes da deterioração, preservando suas qualidades físicas, fisiológicas e sanitárias, minimizando a perda da germinação e do vigor. Segundo Carvalho e Nakagawa (2000) a velocidade do processo de deterioração pode ser controlada em função da qualidade inicial das sementes, das condições do ambiente e da longevidade. Entretanto, sendo a longevidade uma característica genética inerente à espécie, somente a qualidade inicial das sementes e as condições do ambiente de armazenamento podem ser manipuladas.

Vários fatores influenciam diretamente o potencial fisiológico de sementes, incluindo as condições de armazenagem, que são fundamentais para manter a viabilidade e o vigor, o qual é afetado significativamente pela qualidade inicial fisiológica das sementes, teor de água, temperatura, ação de microorganismos e insetos e pelo período de armazenamento (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

As mudanças que ocorrem durante o processo de deterioração estão diretamente relacionadas ao período e às condições de armazenamento,

ocasionando a redução da velocidade e da uniformidade de emergência, refletindo no desenvolvimento das plantas no campo (BINGHAM; HARRIS; MCDONALD, 1994).

É no armazenamento que o setor de produção de sementes necessita ter grandes cuidados visando à preservação da qualidade, diminuindo a velocidade da deterioração e o problema de descarte dos lotes por perda da qualidade fisiológica (MACEDO; GROTH; SOAVE, 1998).

De acordo com Lima et al. (2014) condições de ambiente natural não são ideais para o armazenamento de sementes de girassol, sendo que a viabilidade foi mantida quando armazenada em câmara fria. 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 a $12^{\circ}(\pm 3^{\circ}\text{C})$.

Em relação ao armazenamento de sementes condicionadas osmoticamente, a preocupação é em manter a qualidade fisiológica e o ganho obtido no processo. Dias et al. (1999) e Nascimento (2002) trabalhando com sementes condicionadas de quiabo e melão, respectivamente, verificaram que a qualidade fisiológica das sementes foi reduzida durante o armazenamento. E Pereira (2012) estudando o efeito do condicionamento em sementes de girassol ao longo armazenamento, verificou que o benefício obtido ser mantido por dez dias de armazenamento.

Existem inúmeros fatores que podem interferir no potencial de armazenamento de sementes condicionadas e, assim, resultados diferentes podem ocorrer devido à metodologia empregada, ao método de secagem, ao genótipo, ao teor de água das sementes, às variações nas condições de armazenamento (temperatura e umidade relativa), o tipo de embalagem, entre outros (MARCOS FILHO, 2005; NASCIMENTO et al., 2009). Dearman, Brocklehurst e Drew (1987) afirmaram que os ganhos fisiológicos obtidos com o

condicionamento osmótico de sementes podem ser mantidos, desde que as condições de armazenamento sejam adequadas. Alvarado e Bradford (1988), estudando as condições de armazenamento de sementes de tomate, observaram que as tratadas com polietileno glicol (PEG) 8000, nitrato de potássio (KNO_3) e sementes não tratadas conservaram a viabilidade por 18 meses quando armazenadas a 10° C e 20° C. Segundo Nascimento (2002) sementes de melão cv. Top Net SR osmoticamente condicionadas após 24 meses de armazenamento sob condições de laboratório (15-30°C e 30-80% de UR), apresentaram maior deterioração, com apenas 30% de germinação, enquanto que as sementes não condicionadas mantiveram-se com 78% de germinação. No entanto, Nascimento e West (1999) utilizando a mesma cultivar de melão, observaram germinação maior e mais rápida das sementes condicionadas quando submetidas à temperatura de 17°C, confirmando que o condicionamento osmótico, em melão, pode ser altamente benéfico, principalmente, nas condições adversas de germinação a baixas temperaturas. Em condições ótimas, a porcentagem de germinação das sementes condicionadas e não condicionadas não diferiram entre si. Por outro lado, a germinação e o vigor de sementes de tomate osmoticamente condicionadas mostraram-se superiores aos das não condicionadas, após um período de armazenamento de 120 dias (ROSSETTO et al., 2000).

2.3 Deterioração de sementes

Os eventos deteriorativos estão ligados ao aumento ou diminuição na atividade de um determinado grupo de enzimas, além de alterações em componentes de reserva, como a queda na síntese e conteúdo de proteínas, as variações na disponibilidade e na estrutura dos carboidratos, diminuição no conteúdo de lipídios e aumento dos ácidos graxos livres, alterações na

permeabilidade de membranas, alterações nas atividades respiratórias e alterações no DNA (BASRA, 1994; MCDONALD, 1999).

A peroxidação de lipídios, que é a causa subsequente de danos a membrana (CHANG; SUNG, 1998) é ocasionada pelo envelhecimento das sementes. Essas alterações levam a lixiviação de substâncias essenciais, reduzindo a germinação (GOEL; SHEORAN, 2003).

Apesar da perda da integridade das membranas ser o primeiro sinal de deterioração de sementes para vários autores, outros indicam que, antes da desestruturação das membranas celulares, o aumento da atividade ou inativação de algumas enzimas podem estar contribuindo para iniciar o processo deteriorativo das sementes. Por isso, várias pesquisas em nível bioquímico estão sendo utilizadas como ferramentas para verificação dessas causas, como o estudo de isoenzimas (OLIVEIRA, 2011).

As análises bioquímicas têm revelado alterações em diferentes componentes de reserva de várias espécies. Estas alterações provocam a deficiência de processos metabólicos que conduz à perda de viabilidade das sementes, conforme avaliações de Halder, Kole e Gupta (1983) em que a redução no conteúdo de lipídios em aquênios de girassol ocasionou a diminuição da viabilidade. Halder e Gupta (1980) constataram que sementes de girassol armazenadas por mais de 90 dias com umidade relativa elevada e sob temperaturas de 25°C provocaram aumento na lixiviação de eletrólitos, da solubilidade de nitrogênio, de carboidratos e do nível de aminoácidos.

As isoenzimas são grupos enzimáticos que possuem afinidade pelo mesmo substrato. Estas podem ser utilizadas como metodologia alternativa para o estudo da deterioração em sementes, pois permitem identificar os pontos iniciais em que ocorrem alterações em nível celular, bem como de afirmações mais seguras sobre as reais causas de eventos deteriorativos e suas consequências na redução da qualidade das sementes (CAMARGO, 2003).

Enzimas desempenham um importante papel no progresso da deterioração de sementes e sua atividade pode ser um indicativo da perda da qualidade (BRANDÃO JÚNIOR, 1996) e, ou estágio de maturação por meio das variações eletroforéticas, principalmente, aquelas relacionadas à respiração, peroxidação lipídica e remoção de radicais livres (CHAUHAN; GOPINATHAN; BABU, 1985).

Existem enzimas que são consideradas “scavenger”, ou seja, removedoras de radicais livres formados durante o processo deteriorativo em sementes. Neste contexto, de acordo com McDonald (1999), a catalase (CAT), a peroxidase (POX) e a superóxido dismutase (SOD) são apontadas como as principais enzimas envolvidas na remoção de radicais livres.

As superóxido dismutase são um grupo de enzimas cuja função é catalizar a reação de dismutação de radicais superóxido livres (O_2^-) produzidos em diferentes locais na célula, para oxigênio molecular (O_2) e peróxido de hidrogênio (H_2O_2) (SCANDALIOS, 1993). A principal função da SOD é transformar o superóxido em peróxido de hidrogênio, cujo composto é muito menos reativo. Porém, o acúmulo de peróxido na célula também é tóxico, podendo levá-la à morte, principalmente na presença do ferro (EATON, 1991). Para reduzir o efeito fitotóxico do peróxido de hidrogênio na célula, as enzimas catalase e peroxidase começam a atuar. A catalase é uma enzima capaz de realizar a desintoxicação de (O_2^-) e (H_2O_2). Ela está presente nos peroxissomas das células, quebrando o peróxido de hidrogênio em oxigênio molecular e água, sem a produção de radicais livres. Em outros compartimentos, como no citosol e na matriz mitocondrial, o peróxido de hidrogênio é removido pelas peroxidases (MCDONALD, 1999). A enzima álcool desidrogenase (ADH) está relacionada à respiração anaeróbia, promovendo redução do acetaldeído a etanol (BUCHANAN, GRUISSEN; JONES, 2005). O acetaldeído acelera a deterioração das sementes (ZHANG et al., 1994). Portanto, com o aumento da

atividade da enzima ADH, as sementes ficam mais protegidas contra a ação deletéria deste composto (CARVALHO et al., 2014).

O armazenamento de sementes pode contribuir para reduzir ou acelerar a deterioração das sementes, por promover alterações degenerativas como a desestabilização nas atividades de enzimas e a desestruturação e perda de integridade do sistema de membranas celulares, causada, principalmente pela peroxidação de lipídios (BRIGANTE, 2013). Nesse sentido, as mudanças ocorridas no comportamento da atividade de isoenzimas são importantes para elucidar as modificações relacionadas à deterioração das sementes durante o armazenamento.

A deterioração das sementes de girassol é uma consequência da peroxidação lipídica, sendo esta uma possível causa da perda da viabilidade das sementes durante o armazenamento. Entretanto, as células possuem mecanismos protetores contra as espécies reativas de oxigênio prevenindo a sua formação e promovendo a remoção das formas reativas produzidas (ALSCHER; ERTURK; HEALTH, 2002). Em diferentes culturas são observadas reduções progressivas das enzimas catalase e superóxido dismutase durante o armazenamento, em sementes de girassol (BAILLY et al., 1998); em sementes de algodão (GOEL; SHEORAN, 2003); e em sementes de soja (SUNG; CHIU, 1995).

2.4 Condicionamento fisiológico

O estabelecimento rápido e uniforme das plântulas no campo é fundamental para alcançar o estande ideal e garantir a produtividade desejada e com qualidade do produto final. Um método promissor para acelerar a germinação, permitindo a emergência mais rápida e uniforme das plântulas no campo, é o condicionamento osmótico (BITTENCOURT et al., 2004; SUNE,

FRANKE; SAMPAIO, 2002), também conhecido como condicionamento fisiológico da semente, priming ou osmocondicionamento.

O condicionamento fisiológico é uma técnica desenvolvida por Heydecker, Higgins e Turner (1975), empregada com o objetivo principal de reduzir o período de germinação das sementes, bem como sincronizar a emergência das plântulas.

O processo de germinação das sementes ocorre com a absorção de água durante embebição segundo um padrão trifásico (BEWLEY; BLACK, 1994). Nesse sentido, o condicionamento osmótico visa controlar a hidratação das sementes o suficiente para promover a atividade metabólica das fases iniciais do processo de germinação (fases I e II), porém sem que a fase III seja atingida, esta caracterizada pelo alongamento celular e protrusão da raiz primária. Para tanto, são empregados agentes osmóticos que reduzem o potencial hídrico da solução e limitam a absorção de água pelas sementes (HEYDECKER, HIGGINS; TURNER, 1975). Vários agentes osmóticos são possíveis de utilização para o condicionamento osmótico de sementes, como sais inorgânicos, tais como nitrato de potássio (KNO_3), sulfato de magnésio (MgSO_4), cloreto de sódio (NaCl), cloreto de magnésio (MgCl_2) e os compostos orgânicos, como manitol, glicerol, sacarose e polietileno glicol (PEG).

Durante o condicionamento, diversos eventos metabólicos são ativados contribuindo com a melhoria da germinação subsequente. Os benefícios têm sido associados à ativação de mecanismos de reparos macromoleculares e do sistema de membranas, incremento nas atividades enzimáticas e mobilização de açúcares e proteínas (MCDONALD, 1998). Zheng et al. (1994) também se referiram à melhoria do vigor de sementes de canola osmocondicionadas em razão da eficiência do tratamento em reparar a organização estrutural da membrana plasmática durante a embebição. Segundo Bradford (1986), o condicionamento osmótico possibilita maior velocidade e uniformidade de

germinação devido ao acúmulo de solutos, como açúcares e ácidos orgânicos, provenientes do início do processo metabólico da semente, resultando em maior turgor celular durante a reidratação como consequência, ocorre à protrusão da raiz primária em menor período de tempo. Resultados de pesquisas realizadas com várias culturas possibilitam a constatação de efeitos positivos do condicionamento na germinação de sementes e no desenvolvimento inicial de plântulas sob condições ideais ou adversas, conforme observado por Teixeira et al. (2011) em maxixe, por Lopes, Menezes e Rodrigues (2011) em cenoura e pimentão, Murungu et al. (2005) em milho e algodão, por Oliveira et al. (2007) em milho doce, por Patanè, Cavallaro e Cosentino (2009) em sorgo e por Giúdice et al. (1999) em sementes de soja.

De acordo Rabbani et al. (2013), o condicionamento osmótico é viável para incremento da germinação e redução na velocidade de germinação em girassol. Sementes de algodão submetidas ao osmocondicionamento tiveram vigor superior ao de sementes não condicionadas (testemunha), principalmente nos períodos de condicionamento de 24 a 48 horas. No entanto, a porcentagem de germinação não foi influenciada (QUEIROGA et al., 2008). Para Braccini et al. (1999), o condicionamento osmótico de sementes de soja é eficiente em aumentar a performance germinativa. Conforme Nunes et al. (2003), o tratamento de sementes de soja, possibilita melhoria na emergência das plântulas em taxa e rapidez de estabelecimento, e conseqüentemente, o desenvolvimento das plantas, com reflexos na produtividade da cultura, quando comparado aqueles de sementes não submetidas ao osmocondicionamento.

Diversas são as metodologias empregadas na técnica de condicionamento fisiológico que permitem a elevação da porcentagem de germinação de sementes de girassol. Maiti et al. (2006) realizaram o condicionamento pela embebição de sementes em água por cinco ou 12 horas e subsequente secagem durante dois dias a 20 °C; Kaya et al. (2006) testaram diferentes potenciais hídricos (-0,3, -

0,6, -0,9 e -1,2 MPa) após imersão em solução de PEG 6000 e em solução de KNO_3 a 500ppm; Bailly et al. (1998) avaliaram em sementes de girassol após cinco dias de envelhecimento acelerado o efeito do condicionamento fisiológico com solução de polietileno glicol 6000 (-2,0 MPa). El-Saidy, Farouk e El-Ghany (2011), recomendaram aplicação de ácido ascórbico na solução de condicionamento por observarem melhoria nos resultados da porcentagem de germinação e redução no tempo médio de emergências das plântulas.

Com o intuito de favorecer o processo germinativo durante o condicionamento osmótico, tem sido utilizado giberelina associada a essa técnica.

As giberelinas são substâncias que podem controlar numerosas e variadas respostas morfogênicas, tais como germinação, divisão celular, alongação e iniciação floral. Elas têm papel chave na germinação de sementes, estando envolvidas tanto na superação da dormência, como no controle da hidrólise de reservas, da qual o embrião em crescimento é dependente (TAIZ; ZEIGER, 2004).

O favorecimento da germinação ocasionada pelo condicionamento osmótico deve-se ao acúmulo de solutos provenientes do início do metabolismo da semente, promovendo a emergência da radícula e a formação da plântula em menor espaço de tempo (ALBUQUERQUE et al., 2009). A ação da giberelina também interfere nos processos metabólicos, induzindo o crescimento do hipocótilo (SANTOS; MENEZES, 2000; TAIZ; ZEIGER, 2004).

O ácido giberélico, considerado ativador enzimático endógeno, promove a germinação (LEVITT, 1974), e a aplicação exógena deste promotor influencia o metabolismo protéico, podendo dobrar a taxa de síntese de proteínas das sementes (MCDONALD; KHAN, 1983).

O condicionamento fisiológico das sementes com antioxidantes não enzimáticos, tais como: ácido ascórbico e o tocoferol, aumentam o vigor, e

assim, o potencial de armazenamento dessas sementes às condições adversas de temperatura e umidade (MAITY et al., 2000).

2.5 Propriedades físico-química do óleo de sementes de girassol

A semente de girassol é classificada de acordo com sua composição química como uma oleaginosa por apresentar, em média, 45% de lipídios, 24% de proteínas, 19,9 % de carboidratos, 4% de cinzas em seu conteúdo de matéria seca, com grau de umidade de 4,7% (O'BRIEN, 2009).

Em decorrência da característica dos componentes químicos presentes, as sementes de girassol quando são submetidas a diferentes condições de armazenamento podem sofrer alterações na sua composição em decorrência das insaturações presentes no seu óleo, principalmente, dos ácidos graxos polinsaturados, que poderão ser convertidos em ácidos graxos saturados (FREITAS et al., 2004).

As modificações na composição dos ácidos graxos se devem a oxidação de lipídios promovidos pelo processo de deterioração das sementes. Quando do armazenamento, as sementes são submetidas à ação lenta do oxigênio, ocorrendo à oxidação por meio da peroxidação lipídica, formando hidroperóxidos, outros ácidos graxos oxigenados e os radicais livres, sendo o processo acelerado pela ação das lipoxigenases (WILSON; MCDONALD, 1986). Em função deste comportamento, a composição dos ácidos graxos presentes nas sementes é alterada pela ação das enzimas lipolíticas, acelerando o processo de deterioração das sementes.

A estabilidade oxidativa não depende apenas da composição química, mas também da qualidade e do armazenamento das sementes (SMOUSE, 1995). Parâmetros utilizados na avaliação da qualidade do óleo contido nas sementes podem ser indicativos de alterações na composição de ácidos graxos. Neste

sentido, o índice de acidez revela o estado de conservação do óleo, já o índice de iodo é uma medida da insaturação presente nos lipídios, indicando que uma maior insaturação corresponde à maior quantidade de ácidos graxos insaturados como o oléico, linoléico e linolênico (KNOTHE, 2002).

Alterações na composição química é uma característica que pode estar relacionada com a redução da qualidade de sementes. As sementes de girassol possuem elevados teores de lipídios e proteínas e, dependendo do processo de deterioração, podem ocasionar o aumento ou redução destes compostos.

Os lipídios constituem os principais componentes de reserva das sementes de girassol. A redução no seu teor durante o armazenamento pode resultar em declínio do vigor das sementes, devido às alterações estruturais nos fosfolipídios de membranas e ácidos graxos poliinsaturados (PRIESTLEY; LEOPOLD, 1983).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes e no Laboratório de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel da Universidade Federal de Lavras, entre março de 2014 a março de 2015. Foi utilizado um híbrido simples de girassol, Hélio 251, de um lote comercial de sementes produzido no ano agrícola de 2013, com teor médio de óleo de 43%, produzidos pela empresa Heliagro Agricultura e Pecuária Ltda.

A Universidade Federal de Lavras está situada geograficamente na latitude de 21°14' sul, longitude de 45°00' oeste e altitude de 918m, apresentando clima Cwa de acordo com a classificação de Köppen (BRASIL, 1992).

3.1 Ensaio 1- Condicionamento fisiológico antes do armazenamento

As sementes foram separadas e submersas em solução aerada de acordo com o tratamento: Ácido ascórbico (AA) (75 mg L^{-1}), Sacarose (SAC) (75 mg L^{-1}), Tocoferol (TOC) ($0,1930 \text{ ml L}^{-1}$), AA (75 mg L^{-1}) + SAC (75 mg L^{-1}), AA (75 mg L^{-1}) + TOC ($0,1930 \text{ ml L}^{-1}$), SAC (75 mg L^{-1}) + TOC ($0,1930 \text{ ml L}^{-1}$) e AA (75 mg L^{-1}) + SAC (75 mg L^{-1}) + TOC com ácido giberélico (GA_3) (500 ppm) e a outra parte foi submersas nas mesmas soluções porém sem ácido giberélico, durante 36 horas a uma temperatura de 15°C . Como tratamentos controle, foram utilizadas sementes secas (sem condicionamento) e condicionadas em água destilada durante 36 horas a uma temperatura de 15°C . Após o condicionamento as sementes foram lavadas em água corrente por um período de 10 minutos para retirada do excesso das soluções. Após o procedimento as sementes foram secadas a 30°C por 24 horas, embaladas em sacos de papel Kraft multifoliado e armazenadas em câmara fria a 10°C .

3.2 Ensaio 2- Condicionamento fisiológico depois do armazenamento

As sementes foram separadas e armazenadas em câmara fria e após o período de armazenagem as sementes foram submersas em solução aerada de acordo com o tratamento: Ácido ascórbico (AA) (75 mg L^{-1}), Sacarose (SAC) (75 mg L^{-1}), Tocoferol (TOC) ($0,1930 \text{ ml L}^{-1}$), AA (75 mg L^{-1}) + SAC (75 mg L^{-1}), AA (75 mg L^{-1}) + TOC ($0,1930 \text{ ml L}^{-1}$), SAC (75 mg L^{-1}) + TOC ($0,1930 \text{ ml L}^{-1}$) e AA (75 mg L^{-1}) + SAC (75 mg L^{-1}) + TOC com ácido giberélico (GA_3) (500 ppm) e a outra parte foi submersa nas mesmas soluções porém sem ácido giberélico, durante 36 horas a uma temperatura de 15°C . Como tratamentos controle, foram utilizadas sementes secas (sem condicionamento) e condicionadas em água destilada durante 36 horas a uma temperatura de 15°C .

Após o condicionamento as sementes foram lavadas em água corrente por um período de 10 minutos para retirada do excesso das soluções e secadas por 24 horas a 30°C.

Para o ensaio 1, as avaliações foram realizadas a cada 15 dias, num total de 45 dias de armazenamento e para o ensaio 2, a cada quatro meses, num total de oito meses de armazenamento.

Os testes realizados foram:

3.3 Teste de germinação

Foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes, semeadas em papel germitest, na forma de rolo, umedecido com água destilada na quantidade de 2,5 vezes o peso do substrato e mantidos em germinador a 25°C, com avaliações segundo as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

3.4 Teste de Emergência

A semeadura foi realizada em substrato terra e areia na proporção volumétrica de 1:2, em bandejas plásticas. Foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes por tratamento e os resultados expressos em porcentagem de plântulas normais ao décimo dia após a semeadura. Concomitante ao teste de emergência foi realizado o **índice de velocidade de emergência**, computando-se diariamente o número de plântulas emergidas, calculado pela fórmula proposta por Maguire (1962).

3.5 Condutividade elétrica de massa

Foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes, pesadas e colocadas para embeber em copo plástico descartável com 75 ml de água destilada e deionizada, durante um período de 24 horas, à temperatura de 25°C, conforme Vieira e Carvalho (1994).

Após o período de embebição, as amostras foram agitadas levemente, procedendo-se então a leitura da condutividade elétrica por meio do condutivímetro MS TECNOPON®, modelo mCA 150, sendo os resultados expressos em $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$ de sementes.

3.6 Quantificação enzimática por espectrofotometria

O extrato foi obtido pela maceração de sementes sem o tegumento em nitrogênio líquido, e desse foi retirado 0,05 g, às quais foram adicionados 1,5 mL do tampão de extração contendo: 1,47 mL de tampão fosfato de potássio 0,1 M (pH 7,0), 15 μL de EDTA 0,1 M (pH 7,0), ácido ascórbico 0,001 M e 12 mg de PVP (polivinilpirrolidona), e então centrifugado a 13.000 xg por 30 minutos a 4 °C para a extração das enzimas Superóxido Dismutase (SOD) e Catalase (CAT); para a enzima Álcool Desidrogenase (ADH) o extrato foi obtido pela maceração de sementes sem o tegumento em nitrogênio líquido e assim separados 0,05 g às quais foram adicionados 1 mL tampão de extração contendo Tris HCl 0,50 M (pH 6,8), glicerol 15%, 0,1% de β - mercaptoetanol e PMSF (fluoreto de fenilmetanossulfonil) 0,1 M; e centrifugado a 13000 xg por 15 minutos a 4°C. Para todas as enzimas, os sobrenadantes foram coletados e aplicados em microplacas de Elisa de 96 poços, em triplicatas.

A atividade da SOD foi avaliada pela capacidade da enzima em inibir a fotorredução do azul de nitrotetrazólio (NBT), conforme proposto por

Giannopolitis e Ries (1977), com modificações. Adicionou-se 10 μL do extrato enzimático a 190 μL do meio de incubação. A placa de acrílico ultra violeta, contendo o meio de incubação e a amostra, foi iluminada com lâmpada fluorescente de 20 W por 7 minutos. As leituras foram realizadas a 560 nm por espectrofotometria. Uma unidade da SOD corresponde à quantidade de enzima capaz de inibir em 50% a fotoredução do NBT nas condições do ensaio.

A atividade da CAT foi avaliada segundo Havir e McHale (1987), em que uma alíquota de 10 μL do extrato enzimático foi adicionada a 190 μL do meio de incubação. A atividade dessa enzima foi determinada pelo decréscimo na absorbância a 240 nm, a cada 15 segundos, por 3 minutos, monitorando o consumo de peróxido de hidrogênio por meio de espectrofotometria.

A atividade da ADH foi avaliada por meio da adição de uma alíquota de 9 μL do extrato enzimático a 190 μL do meio de incubação; adicionando-se 1% de etanol (v/v) na hora da leitura, realizada por espectrofotometria a 340 nm, durante 3 minutos, acompanhando-se a redução do NAD^+ , segundo Yamanoshita et al. (2005), com modificações. O cálculo da atividade enzimática foi dado pela quantidade de NADH produzido por minuto de incubação.

3.7 Propriedades físico-química do óleo

As caracterizações do óleo foram realizadas apenas para o ensaio 1.

3.7.1 Obtenção e determinação do teor de óleo- as sementes foram imersas em nitrogênio líquido e moídas em moinho refrigerado. Pesou-se 100 g da semente moída por tratamento em balão de fundo redondo e boca esmerilada de 500 mL. Foram adicionados 200 mL de n-hexano até cobrir as sementes e estes foram levados para o aparelho soxhlet, onde permaneceram por 24 horas em refluxo. Após este período, o material foi filtrado, com o auxílio de bomba à vácuo e separada a fase sólida da líquida, na qual continha o óleo. Para a

remoção do hexano foi utilizado o evaporador rotativo Büchi-144, sob pressão reduzida. O óleo obtido de cada amostra foi levado à estufa a aproximadamente 35 °C por 24 horas para a completa evaporação do solvente. A extração foi realizada em triplicata para a determinação do teor de óleo. Após a obtenção dos óleos, foram realizadas as seguintes determinações:

3.7.2 Índice de iodo – foi determinado por titulometria. Foram pesadas 0,25 gramas da amostra em frasco Erlenmeyer de 500 mL com tampa e adicionou 10 mL de tetracloreto de carbono, adicionou 25 ml de solução de Wijs. Posteriormente, adicionou-se 10 ml de solução de iodeto de potássio a 15% e 100 ml de água recentemente fervida e fria e realizou a titulação com solução tiosulfato de sódio 0,1 M até o aparecimento de uma fraca coloração amarela. Adicionou-se de uma a duas mL de solução indicadora de amido 1% e continuou a titulação até o completo desaparecimento da cor azul. Os resultados foram expressos em g I₂/100g de amostra (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2005).

3.7.3 Índice de acidez - foi determinado pelo método titulométrico. Dois gramas de cada amostra foram pesada em frasco erlenmeyer de 125 mL e adicionada à solução de éter:álcool na proporção de 2:1 neutra. Adicionou-se duas gotas da solução de fenolftaleína e titulada com a solução de hidróxido de sódio 0,1 M, até o aparecimento da coloração rósea. Os resultados foram expressos em porcentagem de acidez (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2005).

3.7.4 Índice de refração- uma amostra contendo de uma a três gotas de cada tratamento foi colocada no refratômetro modelo AR200 Digital Hand- Held Refractometer REICHERT, que por meio de leitura direta, relacionado com o grau de saturação das ligações de cada amostra, determina o índice de refração.

3.8 Procedimento estatístico

3.8.1 Ensaio 1

As sementes foram submetidas ao condicionamento fisiológico adotando-se um delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições de 50 sementes, distribuídas em esquema fatorial (7x4x2), sendo sete soluções para o condicionamento (AA, SAC, TOC, AA+SAC, AA+TOC, SAC+TOC, AA+SAC+TOC), quatro épocas de armazenamento (zero, 15, 30 e 45 dias) e a utilização ou não do Ácido Giberélico (GA_3).

Para comparação dos tratamentos controle com os demais tratamentos foi realizada análise de variância em delineamento simples.

Para a determinação da atividade das enzimas SOD, CAT e ADH utilizou as três repetições de pipetagem das amostras como repetições estatísticas e para as enzimas CAT e ADH os dados foram transformados para $\sqrt{x+1}$.

As médias foram submetidas à análise de variância e os resultados analisados por meio de análise de comparação de médias, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

3.8.2 Ensaio 2

Após o armazenamento, as sementes foram submetidas ao condicionamento fisiológico adotando-se um delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições de 50 sementes, distribuídas em esquema fatorial (7x3x2), sendo sete soluções para o condicionamento (AA, SAC, TOC, AA+SAC, AA+TOC, SAC+TOC, AA+SAC+TOC), três épocas de armazenamento (zero, quatro e oito meses) e a utilização ou não do Ácido Giberélico (GA_3).

Para comparação dos tratamentos controle com os demais tratamentos foi realizada análise de variância em delineamento simples.

Para a atividade enzimática utilizou as três repetições de pipetagem das amostras como repetições estatísticas e para as enzimas CAT e ADH os dados foram transformados para $\sqrt{x+1}$.

As médias foram submetidas à análise de variância e os resultados analisados por meio de análise de comparação de médias, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 ENSAIO 1

4.1.1 Qualidade fisiológica das sementes

Observa-se pelo quadro de análise de variância dos dados Anexo Tabela 1A que em relação aos testes fisiológicos de germinação (G); índice de velocidade de emergência (IVE) e condutividade elétrica (CE) houve interação tripla entre as variáveis: época; solutos e ácido giberélico com coeficientes de variação (CV) de 8,80, 8,63, 9,03% respectivamente. E para o teste de Emergência (E) apenas a variável época foi significativa, apresentando um CV de 9,23.

Pela análise de germinação (Tabela 1) para os tratamentos com ácido giberélico, na época zero, as soluções contendo AA + TOC, SAC + TOC e AA + SAC + TOC foram os que propiciaram maior viabilidade germinativa em relação aos demais. Aos 15 dias de armazenamento não houve diferença na porcentagem de germinação das sementes entre os tratamentos utilizados. Aos 30 dias de armazenamento verifica-se que houve uma redução da porcentagem de

germinação, sendo os tratamentos TOC, AA + TOC, SAC + TOC e AA + SAC + TOC os melhores em relação aos demais. Aos 45 dias a maior germinação foi obtida para os tratamentos AA, SAC, TOC e AA + SAC + TOC. Nos tratamentos realizados sem ácido giberélico, para a época zero dia de armazenamento, apenas o tratamento AA propiciou maior germinação em relação aos demais tratamentos. Na época 15 dias de armazenamento não observa-se discrepância entre a viabilidade das sementes em relação aos tratamentos e para a época 30 dias de armazenamento apenas os tratamentos SAC e AA + SAC obtiveram o melhor desempenho. Já aos 45 dias de armazenamento o comportamento germinativo foi semelhante entre todos os tratamentos, exceto para o tratamento AA+SAC+TOC.

Ao trabalharem com diferentes genótipos de sementes de girassol, Mwale, Hamusimbi e Mwansa (2003) afirmaram que o condicionamento osmótico das sementes com PEG 8000 em potencial de -0,6 MPa causou efeitos positivos na germinação da semente e emergência da plântula. Bittencourt et al. (2005) obtiveram resultados similares para as sementes de aspargo, para os quais o condicionamento osmótico aumentou significativamente a germinação, independente da qualidade fisiológica inicial.

Tabela 1 Porcentagem de germinação sementes de girassol submetidas ao condicionamento fisiológico com diferentes solutos, com e sem ácido giberélico, e armazenadas por zero, 15, 30 e 45 dias.

SOLUTOS	ÉPOCA 0		ÉPOCA 15		ÉPOCA 30		ÉPOCA 45	
	C GA ₃	S GA ₃						
AA	80,50 bB	92,00 aA	97,00 aA	97,50 aA	76,50 bA	61,50 bA	72,00 aA	69,00 aA
SAC	71,50 bA	72,00 bA	91,50 aA	96,50 aA	63,50 cB	76,00 aA	72,50 aB	87,50 aA
TOC	75,50 bA	75,00 bA	97,00 aA	93,00 aA	87,50 aA	48,00 cB	67,50 aA	73,00 aA
AA + SAC	79,00 bA	74,50 bA	91,50 aA	98,00 aA	74,50 bA	70,50 aA	63,00 bB	79,00 aA
AA + TOC	85,00 aA	54,00 cB	97,50 aA	89,50 aA	92,50 aA	58,50 cB	61,00 bB	83,50 aA
SAC + TOC	89,50 aA	68,50 bB	92,50 aA	92,50 aA	91,50 aA	65,00 bB	57,00 bB	76,00 aA
AA + SAC + TOC	87,00 aA	58,00 cB	97,00 aA	96,00 aA	88,00 aA	50,50 cB	71,50 aA	57,50 bB

Medias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e pela mesma letra maiúscula na linha para cada época não diferem entre si a, 5% de probabilidade pelo teste Scott-Knott

Pela Tabela 1, pode-se verificar que quando comparada a influência do uso do ácido giberélico nos tratamentos para o teste de germinação, para a época zero, sua presença propiciou melhor desempenho nos tratamentos AA + TOC, SAC + TOC e AA + SAC + TOC. Para os tratamentos SAC, TOC e AA + SAC não observou diferença entre o uso de ácido giberélico, entretanto para o tratamento ÁCIDO ASCÓRBICO a melhor viabilidade foi obtida nos tratamentos sem ácido giberélico. Não foi detectada diferença entre o uso de ácido giberélico no condicionamento das sementes aos 15 dias de armazenamento. Aos 30 dias de armazenamento, o desempenho germinativo das sementes condicionadas em solução de ácido giberélico e com os tratamentos TOC, AA + TOC, SAC + TOC e AA + SAC + TOC foi superior aos demais. Os tratamentos com AA e AA + SAC não tiveram diferenças quanto ao uso de ácido giberélico. Na época 45 dias de armazenamento, a germinação das sementes submetidas aos tratamentos AA, SAC, TOC, AA + SAC, AA + TOC e SAC + TOC sem ácido giberélico foi igual ou superior em relação aos tratamentos com ácido giberélico.

Nos resultados encontrados para germinação no início (época zero) foi observado menor porcentagem do que na segunda época (15 dias) e a seguir esses tendem a reduzir. Isso sugere uma dormência efêmera que é superada logo nos primeiros 15 dias de armazenamento.

No trabalho realizado com sementes de cenoura, com diferentes soluções Lopes, Menezes e Rodrigues (2011) concluíram que aos 30 dias de armazenamentos, sementes condicionadas com PEG 6000 e a testemunha tiveram a melhor porcentagem de germinação e aos 90 dias de armazenamento, os melhores tratamentos foram PEG 6000 e as hidrocondicionadas.

Aroucha et al. (2006) verificaram que o uso de ácido giberélico além de propiciar aumento, uniformizou a germinação de sementes de mamão. Resultados semelhantes foram observados por Andreoli e Khan (1993) com sementes de mamão, por Menezes et al. (2006) e Santos e Menezes (2000) em sementes de alface.

Na Figura 1 observa-se uma tendência de queda na qualidade das sementes ao longo do armazenamento após os 15 dias e uma tendência de agrupamento dos tratamentos com ácido giberélico. Na época 15 dias de armazenamento verificou igual germinação para todos os tratamentos. Os tratamentos AA + TOC, SAC + TOC e AA + SAC + TOC tiveram o mesmo desempenho para as épocas zero, 15 e 30 dias e o tratamento TOC, AA + TOC foi semelhante nas épocas 15 e 30 dias de armazenamento.

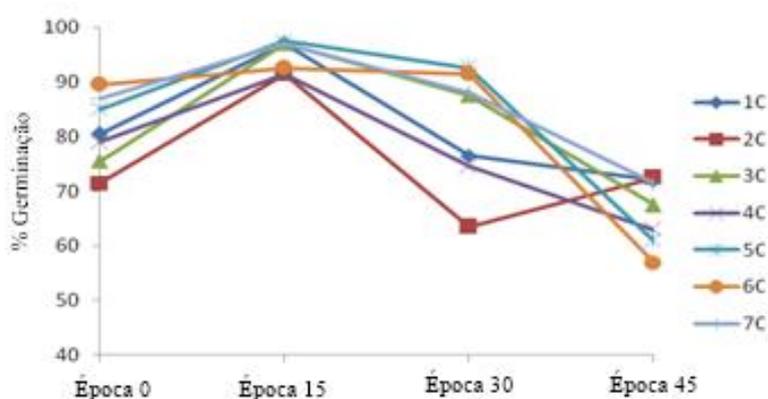


Figura 1- Porcentagem de germinação de sementes de girassol condicionadas com os solutos: AA (1C), SAC (2C), TOC (3C), AA + SAC (4C), AA + TOC (5C), SAC + TOC (6C) e AA + SAC + TOC (7C), com ácido giberélico, armazenadas por zero, 15, 30 e 45 dias de armazenamento

No condicionamento sem ácido giberélico (Figura 2) verificou que na época 15 dias de armazenamento houve porcentagem de germinação igual para todos os tratamentos, contudo apenas o tratamento com ÁCIDO ASCÓRBICO foi o que se manteve a porcentagem de germinação nas épocas zero e 15 dias de armazenamento.

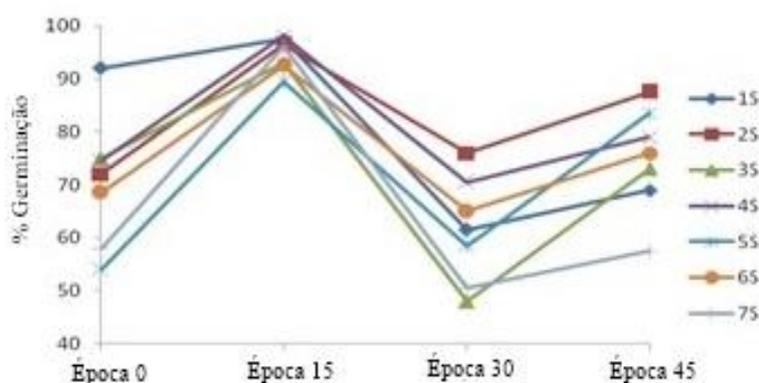


Figura 2- Porcentagem de germinação de sementes de girassol condicionadas com os solutos: AA (1S), SAC (2S), TOC (3S), AA + SAC (4S), AA + TOC (5S), SAC + TOC (6S) e AA + SAC + TOC (7S), sem ácido giberélico, armazenadas por zero, 15, 30 e 45 dias de armazenamento

Nascimento (2002) concluiu que sementes condicionadas de melão apresentaram maior deterioração durante o período de armazenamento, comparado com as sementes não condicionadas.

A viabilidade das sementes condicionadas em água foi superior a das sementes submetidas aos demais tratamentos, aos zero, 30 e 45 dias de armazenamento (Tabela 2). Na época 15 dias de armazenamento a testemunha foi o tratamento com menor porcentagem de germinação.

Resultados semelhantes foram observados por Hussain et al. (2006) e Kathiresan e Gnanarethinam (1985) onde o melhor desempenho de germinação de sementes de girassol foi observado quando as sementes foram condicionadas em água.

Por Perez e Negreiros (2001) o condicionamento em água melhora a qualidade fisiológica das sementes de canafístula, e quando armazenadas por 45 dias apresentam maiores valores de germinação.

Basra et al. (2005), relataram em seu estudo com sementes de arroz, que o condicionamento fisiológico em água destilada propiciou maior

Tabela 2 Porcentagem de germinação para as sementes de girassol submetidas ao condicionamento fisiológico com diferentes solutos, com e sem ácido giberélico, de sementes hidrocondicionadas, testemunha seca e armazenadas por zero, 15, 30 e 45 dias.

SOLUTOS	Época 0	Época 15	Época 30	Época 45
Testemunha	72,00 B	72,00 C	86,00 A	75,00 B
Hidrocondicionadas	84,00 A	97,50 A	95,50 A	66,50 C
AA com GA ₃	80,50 A	97,00 A	76,50 B	72,00 B
SAC com GA ₃	71,50 B	91,50 B	63,50 C	72,50 B
TOC com GA ₃	75,50 B	97,00 A	87,50 A	67,50 C
AA + SAC com GA ₃	79,00 A	91,50 B	74,50 B	63,00 D
AA + TOC com GA ₃	85,00 A	97,50 A	92,50 A	61,00 D
SAC + TOC com GA ₃	89,50 A	92,50 B	91,50 A	57,00 D
AA + SAC + TOC com GA ₃	87,00 A	97,00 A	88,00 A	71,50 B
AA sem GA ₃	92,00 A	97,50 A	61,50 C	69,00 C
SAC sem GA ₃	72,00 B	96,50 A	76,00 B	87,50 A
TOC sem GA ₃	75,50 B	93,00 B	48,00 D	73,00 B
AA + SAC sem GA ₃	74,50 B	98,00 A	70,50 C	79,00 B
AA + TOC sem GA ₃	54,00 C	89,50 B	58,50 C	83,50 A
SAC + TOC sem GA ₃	68,50 C	92,50 B	65,00 C	76,00 B
AA + SAC + TOC sem GA ₃	58,00 C	96,00 A	50,50 D	57,50 D

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si, a 5% de probabilidade pelo teste Scott-Knott

porcentagem de germinação, podendo ser resultado da quebra de dormência e aumento das atividades metabólicas nas sementes.

Para os resultados de vigor pelo teste de emergência melhores médias foram encontradas nas épocas 15 e 45 dias de armazenamento (Tabela 3).

Tabela 3 Porcentagem de emergência de sementes de girassol armazenadas por zero, 15, 30 e 45 dias

Épocas	Média
0	93,75 b
15	98,64 a
30	92,14 b
45	96,60 a

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, a 5% pelo teste de Scott-Knott

Em relação ao vigor pelo teste de índice de velocidade de emergência verifica-se que houve diferenças apenas na época zero em relação aos tratamentos utilizados com e sem ácido giberélico (Tabela 4). Pelo teste de condutividade elétrica observa-se que não houve diferença entre os tratamentos das épocas 15 e 30 dias de armazenamento com ácido giberélico (Tabela 5).

Ao analisar o vigor das sementes em função do uso do ácido giberélico pode-se verificar que para o índice de velocidade de emergência diferenças foram detectadas para as épocas zero, 15 e 45 dias de armazenamento (Tabela 4). Já para a condutividade elétrica observa-se que para as épocas zero e 45 dias os melhores valores foram obtidos com o uso de ácido giberélico. Entretanto para os tratamentos AA e TOC não houve diferenças.

As diferenças encontradas entre os testes de vigor das sementes se devem as distintas áreas de atuação dos testes. O índice de velocidade de emergência esta relacionado ao potencial fisiológico enquanto o teste de condutividade elétrica mede as alterações das membranas das sementes.

Tabela 4 Índice de velocidade de emergência de sementes de girassol submetidas ao condicionamento fisiológico com diferentes solutos, com e sem ácido giberélico, e armazenadas por zero, 15, 30 e 45 dias.

SOLUTOS	ÉPOCA 0		ÉPOCA 15		ÉPOCA 30		ÉPOCA 45	
	C GA ₃	S GA ₃						
AA	14,72 bA	14,15 aA	15,09 aA	13,79 aA	11,82 aA	11,40 aA	11,93 aA	11,17 aA
SAC	17,40 aA	16,03 aA	15,88 aA	13,74 aB	11,63 aA	10,65 aA	12,22 aA	12,56 aA
TOC	15,62 bA	12,87 bB	14,92 aA	14,65 aA	12,85 aA	10,19 aB	10,43 aA	10,72 aA
AA + SAC	14,25 bA	15,54 aA	14,95 aA	14,44 aA	12,62 aA	10,23 aB	11,69 aA	11,26 aA
AA + TOC	15,63 bA	12,01 bB	15,64 aA	14,07 aA	13,19 aA	11,10 aB	11,70 aA	11,47 aA
SAC + TOC	15,24 bA	15,18 aA	15,22 aA	12,31 aB	13,14 aA	10,07 aB	11,40 aA	10,85 aA
AA + SAC + TOC	16,09 bA	13,22 bB	15,55 aA	14,46 aA	12,41 aA	10,57 aB	12,56 aA	10,92 aB

Medias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e pela mesma letra maiúscula na linha para cada época não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste Scott-Knott

Tabela 5 Condutividade elétrica de sementes de girassol submetidas ao condicionamento fisiológico com diferentes solutos, com e sem ácido giberélico, e armazenadas por zero, 15, 30 e 45 dias.

SOLUTOS	ÉPOCA 0		ÉPOCA 15		ÉPOCA 30		ÉPOCA 45	
	C GA ₃	S GA ₃						
AA	30,84 aA	34,08 aA	28,48 aA	33,82 bB	27,77 aA	33,63 bB	42,52 bA	41,50 aA
SAC	34,83 bA	44,57 bB	31,97 aB	26,02 aA	32,71 aB	24,77 aA	38,63 bA	52,95 bB
TOC	32,40 aA	33,42 aA	31,00 aA	35,99 bB	31,49 aA	35,56 bA	39,88 bA	36,82 aA
AA + SAC	40,42 cA	53,39 cB	32,76 aA	29,80 aA	30,29 aA	30,61 bA	53,15 cA	56,46 bA
AA + TOC	30,07 cA	45,16 bB	32,69 aB	26,77 aA	29,49 aB	24,36 aA	42,06 bA	55,68 bB
SAC + TOC	34,72 bA	41,75 bB	34,31 aB	27,88 aA	32,34 aA	27,75 aA	42,84 bA	55,77 bB
AA + SAC + TOC	27,20 aA	40,65 bB	31,18 aA	32,77 bA	28,18 aA	31,51 bA	30,37 aA	52,56 bB

Medias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e pela mesma letra maiúscula na linha para cada época não diferem entre si, a5% de probabilidade, pelo teste Scott-Knott

Analisando as Figuras 3 e 4, pode-se verificar uma tendência de queda para o índice de velocidade de emergência em função do tempo de armazenamento das sementes de girassol condicionadas fisiologicamente. Contudo, as médias observadas nas épocas zero e 15 dias foram iguais e superiores em relação às demais épocas nos dois tipos de condicionamento fisiológico (com e sem ácido giberélico).

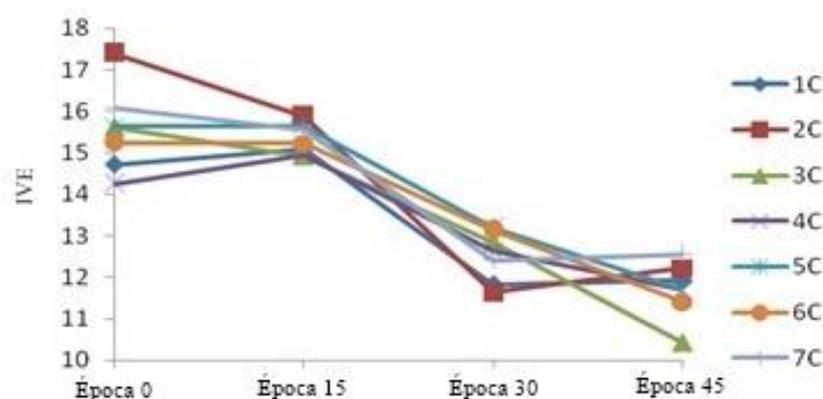


Figura 3- Índice de velocidade de emergência de sementes de girassol condicionadas com os solutos: AA (1C), SAC (2C), TOC (3C), AA + SAC (4C), AA + TOC (5C), SAC + TOC (6C) e AA + SAC + TOC (7C), com ácido giberélico, armazenadas por zero, 15, 30 e 45 dias de armazenamento

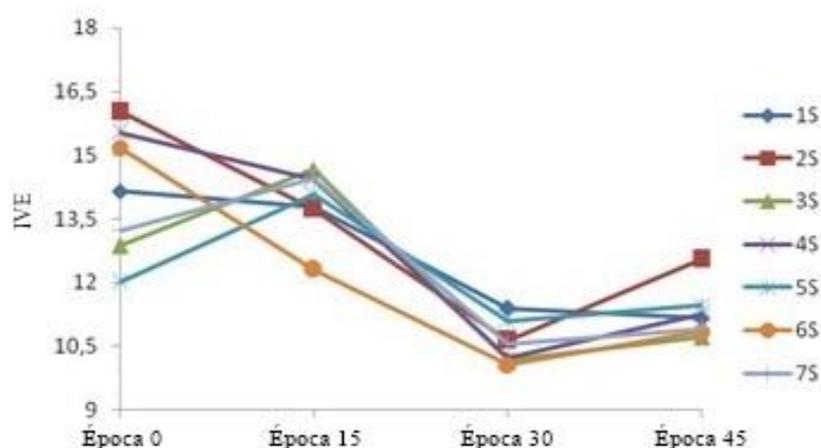


Figura 4- Índice de velocidade de emergência de sementes de girassol condicionadas com os solutos: AA (1S), SAC (2S), TOC (3S), AA + SAC (4S), AA + TOC (5S), SAC + TOC (6S) e AA + SAC + TOC (7S), sem ácido giberélico, armazenadas por zero, 15, 30 e 45 dias de armazenamento

Para a condutividade elétrica nas sementes condicionadas com ácido giberélico o valor inicial da condutividade elétrica foi inferior em relação às sementes sem ácido giberélico (Figuras 5 e 6).

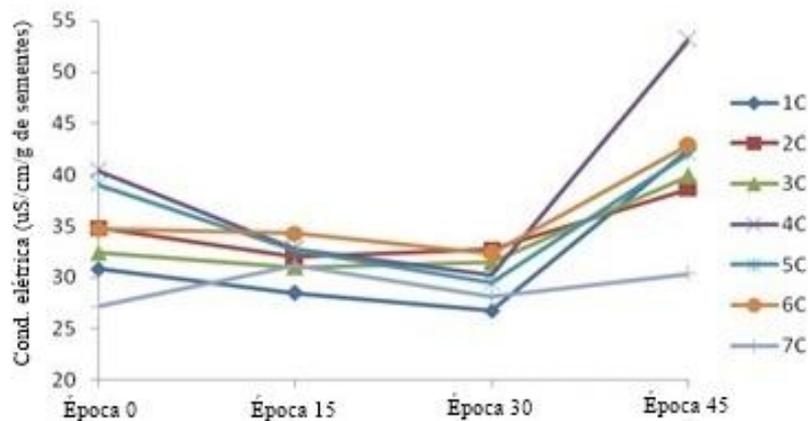


Figura 5- Valores de condutividade elétrica de sementes de girassol condicionadas com os solutos: AA (1C), SAC (2C), TOC (3C), AA + SAC (4C), AA + TOC (5C), SAC + TOC (6C) e AA + SAC + TOC (7C), com ácido giberélico, armazenadas por zero, 15, 30 e 45 dias de armazenamento

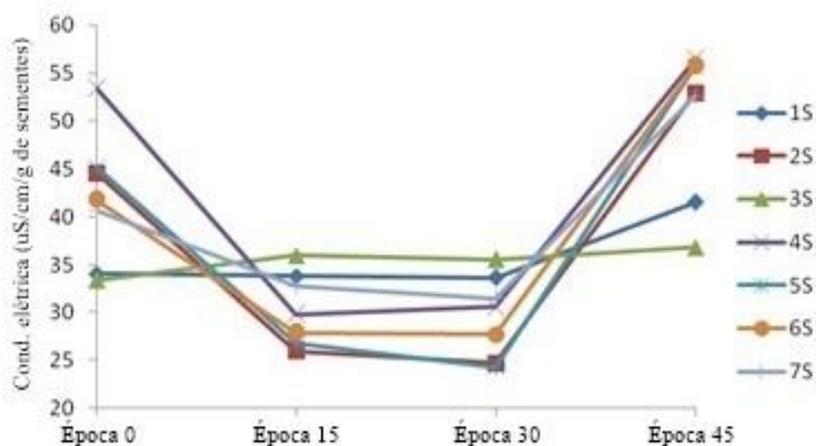


Figura 6- Valores de condutividade elétrica de sementes de girassol condicionadas com os solutos: AA (1S), SAC (2S), TOC (3S), AA + SAC (4S), AA + TOC (5S), SAC + TOC (6S) e AA + SAC + TOC (7S), sem ácido giberélico, armazenadas por zero, 15, 30 e 45 dias de armazenamento

As sementes condicionadas com ácido giberélico para todos os tratamentos, exceto AA + SAC e AA + TOC tiveram os maiores valores de leitura nas épocas zero, 15 e 30 dias de armazenamento (Figura 5). Entretanto para o tratamento AA + SAC + TOC não houve diferença nas quatro épocas. Para as sementes condicionadas sem ácido giberélico (Figura 6) as maiores médias para todos os tratamentos foram observadas nas épocas 15 e 30 dias de armazenamento. Porém no tratamento com TOC não houve diferenças ao longo do armazenamento e, no tratamento AA, apenas a época 45 dias de armazenamento foi significativamente inferior as demais.

O índice de velocidade de emergência para a testemunha, na época zero foi inferior a todos os demais tratamentos, para a época 15 dias as sementes condicionadas apenas em água e aos 45 a testemunha foram inferiores ou igual aos demais tratamentos (Tabela 6). No entanto, Basra et al. (2005) em sua pesquisa com sementes de arroz, observaram uma mais rápida velocidade de emergência para as sementes condicionadas a 24 horas em água destilada e atribuíram tal resultado as replicações que ocorrem nas pontas das raízes das plântulas.

O vigor das sementes, pelo teste de condutividade elétrica para a testemunha, em todas as épocas foi pior em relação aos demais tratamentos, entretanto na época zero e 45 dias outros tratamentos tiveram o mesmo desempenho. Esta diferença de valores reflete os danos provocados nas membranas celulares decorrentes da rápida absorção de água pelas células devido à diferença de potencial hídrico, que nas células de sementes secas encontra-se muito negativo (BALBINOT; LOPEZ, 2006). A absorção de água pela semente seca provoca a síntese de giberelinas, responsáveis pelo estímulo à produção de hidrolases. A clivagem das reservas, em metabólitos secundários, por essas enzimas, torna o potencial hídrico ainda mais negativo, promovendo uma maior absorção de água e conseqüente aumento da pressão de turgescência da célula. O rápido aumento do potencial de pressão não permite a reorganização das microfibrilas de celulose da parede celular a tempo de evitar a ruptura e, em decorrência, o extravasamento

celular (BEWLEY; BLACK, 1994). Já para as sementes hidrocondicionadas o vigor, pelo teste de condutividade elétrica, foi superior ou igual a outros tratamentos (Tabela 7).

Tabela 6 Valores de índice de velocidade de emergência sementes de girassol submetidas ao condicionamento fisiológico com diferentes solutos, com e sem ácido giberélico, de sementes hidrocondicionadas e testemunha seca, e armazenadas por zero, 15, 30 e 45 dias.

SOLUTOS	Época 0	Época 15	Época 30	Época 45
Testemunha	10,26 C	14,64 A	11,67 B	10,61 D
Hidrocondicionadas	15,47 A	12,33 C	13,19 A	12,03 B
AA com GA ₃	14,72 A	15,09 A	11,82 B	11,93 B
SAC com GA ₃	17,40 A	15,88 A	11,63 B	12,22 A
TOC com GA ₃	15,62 A	14,92 A	12,85 A	10,47 D
AA + SAC com GA ₃	14,25 A	14,95 A	12,62 A	11,69 B
AA + TOC com GA ₃	15,63 A	15,64 A	13,19 A	11,70 B
SAC + TOC com GA ₃	15,24 A	15,22 A	13,14 A	11,40 C
AA + SAC + TOC com GA ₃	16,09 A	15,55 A	12,41 A	12,56 A
AA sem GA ₃	14,15 A	13,79 B	11,40 B	11,17 C
SAC sem GA ₃	16,03 A	13,74 B	10,65 B	12,56 A
TOC sem GA ₃	12,87 B	14,65 A	10,19 B	10,72 D
AA + SAC sem GA ₃	15,52 A	14,44 A	10,23 B	11,26 C
AA + TOC sem GA ₃	12,01 B	14,07 B	11,10 B	11,47 C
SAC + TOC sem GA ₃	15,18 A	12,31 C	10,07 B	10,85 D
AA + SAC + TOC sem GA ₃	13,22 B	14,46 A	10,57 B	10,92 D

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste Scott-Knott

Tabela 7 Condutividade elétrica para sementes de girassol submetidas ao condicionamento fisiológico com diferentes solutos, com e sem ácido giberélico, de sementes hidrocondicionadas e testemunha seca, e armazenadas por zero, 15, 30 e 45 dias.

SOLUTOS	Época 0	Época 15	Época 30	Época 45
Testemunha	53,91 E	55,97 C	54,00 E	62,13 C
Hidrocondicionadas	38,44 C	26,61 A	36,12 D	38,97 B
AA com GA ₃	30,84 A	28,48 A	26,77 B	42,52 B
SAC com GA ₃	34,83 B	31,97 B	32,71 C	38,63 B
TOC com GA ₃	32,40 B	31,00 B	31,49 C	39,88 B
AA + SAC com GA ₃	40,42 C	32,76 B	30,29 C	53,15 C
AA + TOC com GA ₃	39,07 C	32,69 B	29,49 B	42,06 B
SAC + TOC com GA ₃	34,72 B	34,31 B	32,34 C	42,84 B
AA + SAC + TOC com GA ₃	27,20 A	31,18 B	28,18 B	30,37 A
AA sem GA ₃	34,08 B	33,82 B	33,63 D	41,50 B
SAC sem GA ₃	44,57 D	26,02 A	24,77 A	52,95 C
TOC sem GA ₃	33,42 B	35,99 B	35,56 D	36,82 B
AA + SAC sem GA ₃	53,39 E	29,80 A	30,61 C	56,46 C
AA + TOC sem GA ₃	45,16 D	26,77 A	24,35 A	55,68 C
SAC + TOC sem GA ₃	41,75 C	27,88 A	27,75 B	55,77 C
AA + SAC + TOC sem GA ₃	40,65 C	32,77 B	31,51 C	52,56 C

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste Scott-Knott

4.1.2 Atividade enzimática

De acordo com o quadro de análise de variância (Anexo Tabela 2A) observa-se que para as enzimas superóxido dismutase e catalase houve interação entre as três variáveis estudadas época, solutos e ácido giberélico. Para a enzima ADH ocorreu interação entre época x soluto e época x ácido giberélico, apresentando um CV de 18,61, 18,75, 1,07 para SOD, CAT e ADH respectivamente.

Observa-se pela Tabela 8, que para a época zero com e sem ácido giberélico e aos 45 dias com ácido giberélico houve diferença da atividade da enzima SOD. Ao zero dia com ácido giberélico a maior atividade foi verificada nos tratamentos TOC, AA + TOC, SAC + TOC e AA + SAC + TOC e para as soluções sem ácido giberélico os maiores valores de atividade foram com os solutos AA, SAC e AA + SAC + TOC. Essas alterações observadas na época zero podem ser explicadas pelo fato de não ter tido tempo das membranas se restabelecerem após o condicionamento fisiológico.

Em relação ao uso do ácido giberélico na atividade da SOD (Tabela 8), verifica-se que no tratamento AA nas épocas zero, 15 e 45 dias o desempenho da atividade enzimática foi similar e menor nos tratamentos com seu uso. Comportamento semelhante foi observado no tratamento TOC nas épocas zero e 15 dias em relação às soluções sem ácido giberélico.

Ao longo do armazenamento, pode-se verificar pelas Figuras 7 e 8, que a atividade da enzima SOD, de maneira geral, aumentou da época zero para a 15 dias e se manteve até o fim do armazenamento nos condicionamentos realizados com o ácido giberélico e sem o ácido giberélico.

Resultados semelhantes foram observados por Vidigal et al. (2009) em sementes de pimenta, onde a maior expressão enzimática coincidiu com as melhores qualidades fisiológicas das sementes.

Tabela 8 Quantificação da atividade da enzima superóxido dismutase em sementes de girassol submetidas ao condicionamento fisiológico com diferentes solutos, com e sem ácido giberélico e, armazenadas por zero, 15, 30 e 45 dias.

SOLUTOS	ÉPOCA 0		ÉPOCA 15		ÉPOCA 30		ÉPOCA 45	
	COM GA ₃	SEM GA ₃						
AA	1604 bB	2592 aA	2872 aB	3952 aA	3276 aA	3016 aA	1984 bB	2904 aA
SAC	1316 bB	2576 aA	3652 aA	2328 aB	3616 aA	3816 aA	3668 aA	3164 aA
TOC	2264 aA	676 bB	3992 aA	2980 aB	2668 aA	3224 aA	3175 aA	3616 aA
AA + SAC	1092 bA	1224 bA	3372 aA	3072 aA	3008 aA	3572 aA	3284 aA	2312 aB
AA + TOC	2328 aA	724 bB	3244 aA	3272 aA	2648 aA	3100 aA	3452 aA	3088 aA
SAC + TOC	2792 aA	1052 bB	3412 aA	3032 aA	2980 aA	3084 aA	3404 aA	2648 aA
AA + SAC + TOC	3096 aA	1872 aB	3652 aA	3148 aA	3164 aA	3664 aA	3484 aA	3536 aA

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e pela mesma letra maiúscula na linha para cada época não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste Scott-Knott

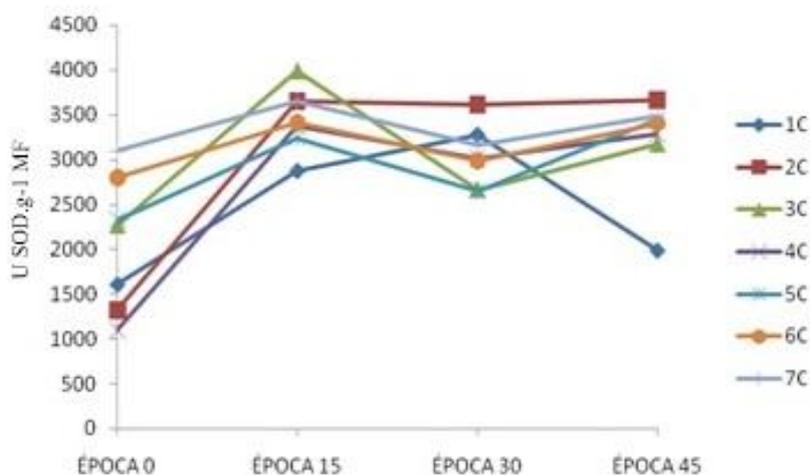


Figura 7- Quantificação da atividade da enzima superóxido dismutase em sementes de girassol condicionadas com os solutos: AA (1C), SAC (2C), TOC (3C), AA + SAC (4C), AA + TOC (5C), SAC + TOC (6C) e AA + SAC + TOC (7C), com ácido giberélico, armazenadas por zero, 15, 30 e 45 dias de armazenamento

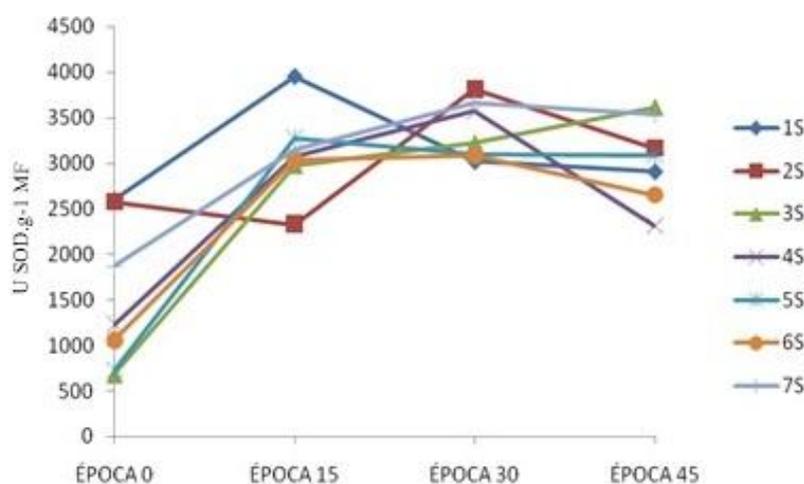


Figura 8- Quantificação da atividade da enzima superóxido dismutase em sementes de girassol condicionadas com os solutos: AA (1S), SAC (2S), TOC (3S), AA + SAC (4S), AA + TOC (5S), SAC + TOC (6S) e AA + SAC + TOC (7S), sem ácido giberélico, armazenadas por zero, 15, 30 e 45 dias de armazenamento

Para a enzima catalase, observa-se pela Tabela 9 que nas soluções com ácido giberélico, para a época zero os tratamentos AA, AA + SAC, AA + TOC, SAC + TOC e AA + SAC + TOC foram os de maior atividade. Para a época 15, os tratamentos que tiveram o mesmo desempenho foram AA e SAC + TOC, na época 30 os tratamentos com atividade superior aos demais foram SAC e AA + SAC.

Ao analisar a Figura 9, observa-se queda da atividade da época zero para 15 dias em todos os tratamentos, e nos tratamentos SAC, TOC e AA + SAC a catalase teve suas atividades aumentadas na época 30 dias de armazenamento, quando os tratamentos continham ácido giberélico.

Para as sementes condicionadas sem ácido giberélico (Figura 10) verifica-se que na época zero apenas os tratamentos TOC e SAC + TOC foram superiores e diferentes aos demais. Aos 15 dias, todos os tratamentos exceto SAC e TOC foram os de maior atividade enzimática da catalase. Aos 30 dias de armazenamento, somente as sementes condicionadas com TOC foram superiores e aos 45 dias o mesmo comportamento foi observado no tratamento TOC, SAC + TOC e AA + SAC + TOC. Pode observar ainda nessa figura, que o tratamento TOC apresentou maior irregularidade na atividade da enzima CAT, mas o mesmo comportamento foi observado para os tratamentos SAC + TOC e AA + SAC + TOC a partir da época 30 dias.

Tabela 9 Quantificação da atividade da enzima catalase de sementes de girassol submetidas ao condicionamento fisiológico com diferentes solutos, com e sem ácido giberélico e, armazenadas por zero, 15, 30 e 45 dias

SOLUTOS	ÉPOCA 0		ÉPOCA 15		ÉPOCA 30		ÉPOCA 45	
	COM GA ₃	SEM GA ₃						
AA	4,00 a A	2,32 b A	3,20 a A	3,93 a A	0,97 b A	0,54 b A	1,37 a A	1,17 b A
SAC	1,86 b A	1,89 b A	0,93 b A	1,09 b A	3,25 a A	0,68 b B	1,19 a A	2,57 b A
TOC	1,67 b B	5,61 a A	0,92 b A	0,51 b A	2,02 b B	5,98 a A	0,41 a B	3,23 a A
AA + SAC	3,70 a A	2,36 b A	0,36 b B	2,56 a A	3,75 a A	1,96 b A	2,25 a A	2,00 b A
AA + TOC	3,43 a A	2,86 b A	0,46 b A	2,14 a A	0,86 b A	2,30 b A	2,00 a A	2,31 b A
SAC + TOC	5,07 a A	4,71 a A	1,77 a A	2,08 a A	1,26 b A	1,48 b A	1,64 a B	6,40 a A
AA + SAC + TOC	3,29 a A	3,08 b A	0,87 b A	2,31 a A	1,26 b A	1,78 b A	1,01 a B	4,76 a A

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e pela mesma letra maiúscula na linha para cada época não diferem entre si, a 5% de probabilidade pelo teste Scott-Knott

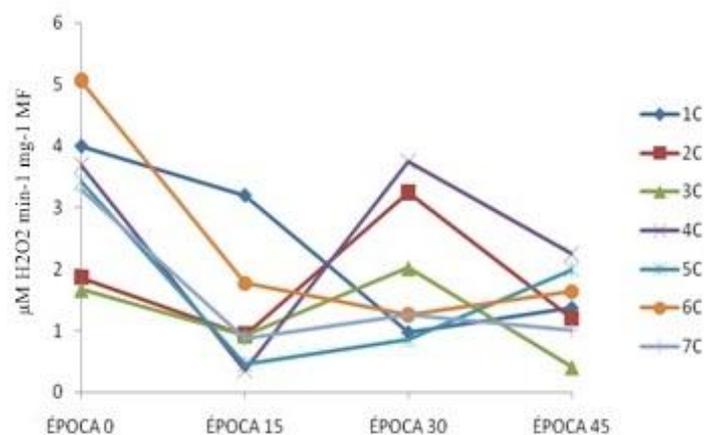


Figura 9- Quantificação da atividade da enzima catalase em sementes de girassol condicionadas com os solutos: AA (1C), SAC (2C), TOC (3C), AA + SAC (4C), AA + TOC (5C), SAC + TOC (6C) e AA + SAC + TOC (7C), com ácido giberélico, armazenadas por zero, 15, 30 e 45 dias de armazenamento

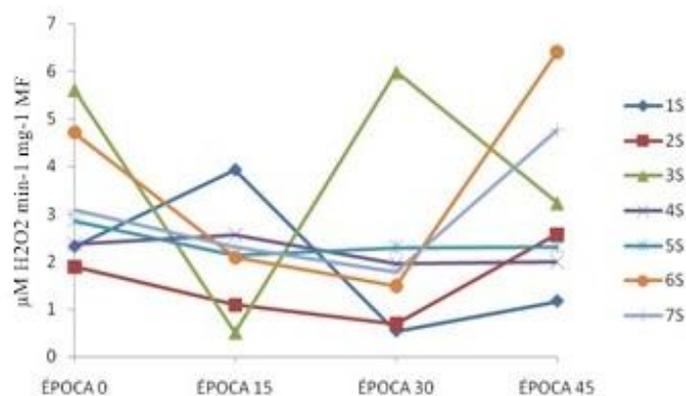


Figura 10- Quantificação da atividade da enzima catalase em sementes de girassol condicionadas com os solutos: AA (1S), SAC (2S), TOC (3S), AA + SAC (4S), AA + TOC (5S), SAC + TOC (6S) e AA + SAC + TOC (7S), sem ácido giberélico, armazenadas por zero, 15, 30 e 45 dias de armazenamento

Para a enzima ADH, as épocas que propiciaram diferenças entre os tratamentos, contendo ou não ácido giberélico foram apenas a 15 e 45 dias de armazenamento (Tabela 10). Aos 15 dias de armazenamento, os tratamentos AA + TOC e SAC + TOC foram superiores aos demais e aos 45 dias, apenas o tratamento SAC teve atividade enzimática superior.

Tabela 10 Quantificação da atividade da enzima álcool desidrogenase em sementes de girassol submetidas ao condicionamento fisiológico com diferentes solutos e armazenadas por zero, 15, 30 e 45 dias.

SOLUTOS	ÉPOCA 0	ÉPOCA 15	ÉPOCA 30	ÉPOCA 45
AA	0,081 a A	0,026 b B	0,012 a B	0,029 b B
SAC	0,074 a A	0,019 b B	0,032 a B	0,055 a A
TOC	0,062 a A	0,013 b B	0,009 a B	0,014 b B
AA + SAC	0,063 a A	0,019 b B	0,023 a B	0,032 b B
AA + TOC	0,048 a A	0,056 a A	0,026 a B	0,016 b B
SAC + TOC	0,042 a A	0,035 a A	0,024 a A	0,017 b A
AA + SAC + TOC	0,060 a A	0,013 b B	0,022 a B	0,026 b B

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e pela mesma letra maiúscula na linha para cada época não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste Scott-Knott

Em relação as épocas, observa-se que a atividade da enzima no tratamento SAC + TOC foi constante ao longo do armazenamento. Os tratamentos AA, TOC, AA + SAC e AA + SAC + TOC tiveram o maior valor para a época zero. O tratamento SAC obteve a maior atividade nas épocas zero e 45 dias de armazenamento e o AA + TOC foi superior nas épocas zero e 15 dias de armazenamento.

Em relação à interação época x ácido giberélico (Tabela 11) verificou que nos tratamentos condicionados com ácido giberélico não houve diferenças na atividade da ADH. Para as soluções com ácido giberélico o maior desempenho enzimático foi para a época zero dia de armazenamento. E apenas na época zero obteve-se diferença entre a atividade nos tratamentos com e sem ácido giberélico.

Tabela 11 Quantificação da atividade da enzima álcool desidrogenase em sementes de girassol submetidas ao condicionamento fisiológico, com e sem ácido giberélico e, armazenadas por zero, 15, 30 e 45 dias.

GA ₃	ÉPOCA 0	ÉPOCA 15	ÉPOCA 30	ÉPOCA 45
COM	0,0312 b A	0,0323 a A	0,0217 a A	0,0246 a A
SEM	0,0924 a A	0,0201 a B	0,0217 a B	0,0302 a B

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e pela mesma letra maiúscula na linha para cada época não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste Scott-Knott

A atividade dessa enzima contribui para a manutenção da qualidade das sementes no armazenamento em câmara fria (CARVALHO et al., 2014). Essa enzima é relevante, pois converte o acetaldeído em etanol, um composto com menor toxicidade, e reduz a velocidade do processo de deterioração (VEIGA et al., 2010).

De uma maneira geral, nos tratamentos controle, não se verifica diferenças na atividade das enzimas SOD, CAT e ADH com os demais tratamentos Tabelas 12, 13, 14.

Tabela 12 Quantificação da atividade da enzima superóxido dismutase em sementes de girassol submetidas ao condicionamento fisiológico com diferentes solutos, com e sem ácido giberélico e, armazenadas por zero, 15, 30 e 45 dias.

SOLUTOS	ÉPOCA 0	ÉPOCA 15	ÉPOCA 30	ÉPOCA 45
Testemunha	888 B	2792 B	3708 A	3116 A
Hidrocondicionadas	2328 A	4384 A	2668 B	2992 A
AA com GA ₃	1604 B	2872 B	3276 B	1984 B
SAC com GA ₃	1316 B	3652 A	3616 A	3668 A
TOC com GA ₃	2264 A	3992 A	2668 B	3172 A
AA + SAC com GA ₃	1092 B	3372 B	3008 B	3284 A
AA + TOC com GA ₃	2328 A	3244 B	2648 B	3452 A
SAC + TOC com GA ₃	2792 A	3412 B	2980 B	3404 A
AA + SAC + TOC com GA ₃	3096 A	3652 A	3164 B	3484 A
AA sem GA ₃	2592 A	3952 A	3016 B	2904 A
SAC sem GA ₃	2576 A	2328 B	3816 A	3164 A
TOC sem GA ₃	676 B	2980 B	3224 B	3616 A
AA + SAC sem GA ₃	1224 B	3072 B	3572 A	2312 B
AA + TOC sem GA ₃	724 B	3272 B	3100 B	3088 A
SAC + TOC sem GA ₃	1052 B	3032 B	3084 B	2648 B
AA + SAC + TOC sem GA ₃	1872 A	3148 B	3664 A	3536 A

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste Scott-Knott

Tabela 13 Quantificação da atividade da enzima catalase em sementes de girassol submetidas ao condicionamento fisiológico com diferentes solutos, com e sem ácido giberélico e, armazenadas por zero, 15, 30 e 45 dias.

SOLUTOS	ÉPOCA 0	ÉPOCA 15	ÉPOCA 30	ÉPOCA 45
Testemunha	3,29 A	0,3728 B	2,0984 B	1,3203 B
Hidrocondicionadas	3,49 A	2,0105 A	0,5616 B	2,5982 B
AA com GA ₃	4,00 A	3,2055 A	0,9702 B	1,3707 B
SAC com GA ₃	1,86 B	0,9328 B	3,2576 A	1,1900 B
TOC com GA ₃	1,67 B	0,9279 B	2,0219 B	0,4151 B
AA + SAC com GA ₃	3,70 A	0,3646 B	3,7541 A	2,2531 B
AA + TOC com GA ₃	3,43 A	0,4639 B	0,8660 B	2,0056 B
SAC + TOC com GA ₃	5,07 A	1,7777 A	1,2633 B	1,6475 B
AA + SAC + TOC com GA ₃	3,29 A	0,8709 B	1,2682 B	1,0109 B
AA sem GA ₃	2,32 B	3,9316 A	0,5421 B	1,1770 B
SAC sem GA ₃	1,89 B	1,0956 B	0,6853 B	2,5754 B
TOC sem GA ₃	5,61 A	0,5128 B	5,9829 A	3,2397 B
AA + SAC sem GA ₃	2,362 B	2,5673 A	1,9601 B	2,0024 B
AA + TOC sem GA ₃	2,86 B	2,1457 A	2,3003 B	2,3182 B
SAC + TOC sem GA ₃	4,71 A	2,0854 A	1,4847 B	6,4013 A
AA + SAC + TOC sem GA ₃	3,08 B	2,3199 A	1,7842 B	4,7651 A

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste Scott-Knott

Tabela 14 Quantificação da atividade da enzima álcool desidrogenase em sementes de girassol submetidas ao condicionamento fisiológico com diferentes solutos, com e sem ácido giberélico e, armazenadas por zero, 15, 30 e 45 dias.

SOLUTOS	ÉPOCA 0	ÉPOCA 15	ÉPOCA 30	ÉPOCA 45
Testemunha	0,1361 A	0,0646 A	0,0425 A	0,0209 A
Hidrocondicionadas	0,1678 A	0,0385 A	0,0317 A	0,0170 A
AA com GA ₃	0,0646 B	0,0362 A	0,0130 A	0,0153 A
SAC com GA ₃	0,0385 B	0,0170 B	0,0215 A	0,0431 A
TOC com GA ₃	0,0170 B	0,0096 B	0,0079 A	0,0170 A
AA + SAC com GA ₃	0,0221 B	0,0311 B	0,0260 A	0,0465 A
AA + TOC com GA ₃	0,0164 B	0,0601 A	0,0317 A	0,0158 A
SAC + TOC com GA ₃	0,0068 B	0,0567 A	0,0289 A	0,0158 A
AA + SAC + TOC com GA ₃	0,0533 B	0,0147 B	0,0232 A	0,0187 A
AA sem GA ₃	0,0981 A	0,0170 B	0,0124 A	0,0436 A
SAC sem GA ₃	0,1105 A	0,0221 B	0,0442 A	0,0674 A
TOC sem GA ₃	0,1088 A	0,0164 B	0,0113 A	0,0113 A
AA + SAC sem GA ₃	0,1042 A	0,0068 B	0,0207 A	0,0184 A
AA + TOC sem GA ₃	0,0799 A	0,0533 A	0,0215 A	0,0164 A
SAC + TOC sem GA ₃	0,0782 A	0,0136 B	0,0198 A	0,0198 A
AA + SAC + TOC sem GA ₃	0,0669 B	0,0119 B	0,0221 A	0,0345 A

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste Scott-Knott

4.1.3 Propriedades do óleo

Observa-se pelas Figuras 11 e 12, que houve pequenas alterações no teor de óleo das sementes de girassol após o condicionamento fisiológico e o armazenamento, comportamento que não resulta em diferenças expressivas em função dos solutos utilizados e da presença ou não do ácido giberélico na solução de condicionamento fisiológico. Apenas para o tratamento com o soluto SAC + TOC sem ácido giberélico observa-se uma redução mais acentuada do teor de óleo para a época 45 dias de armazenamento (Figura 12). Não verifica-se correlação entre a qualidade fisiológica das sementes com o comportamento desse tratamento.

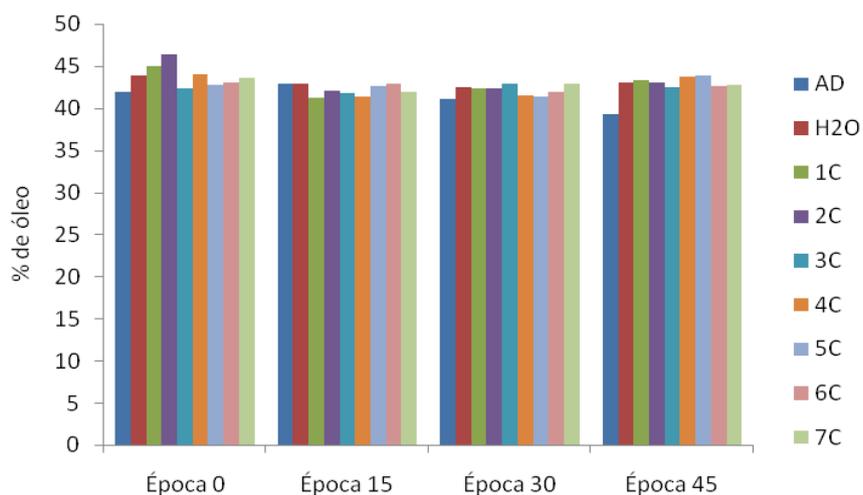


Figura 11- Teor de óleo de sementes de girassol da testemunha (AD), hidrocondicionadas (H₂O) e condicionadas com os solutos: AA (1C), SAC (2C), TOC (3C), AA + SAC (4C), AA + TOC (5C), SAC + TOC (6C) e AA + SAC + TOC (7C) com ácido giberélico armazenadas por zero, 15, 30 e 45 dias

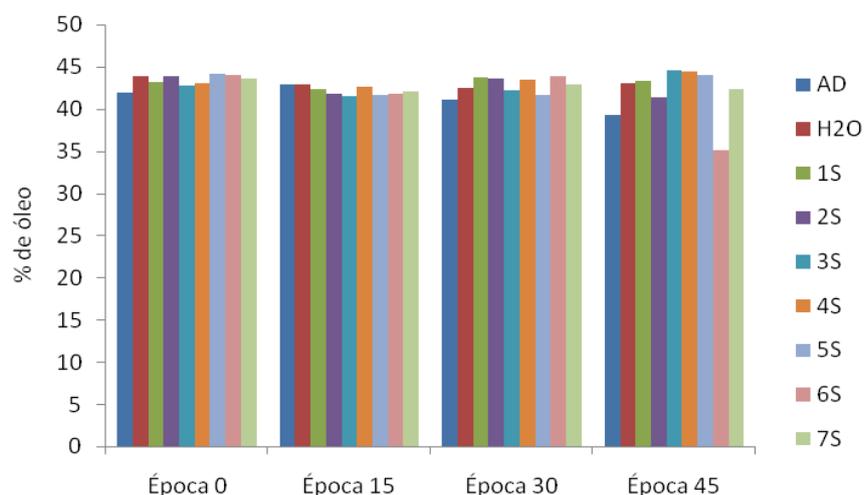


Figura 12- Teor de óleo de sementes de girassol da testemunha (AD), hidrocondicionadas (H₂O) e condicionadas com os solutos: AA (1S), SAC (2S), TOC (3S), AA + SAC (4S), AA + TOC (5S), SAC + TOC (6S) e AA + SAC + TOC (7S) sem ácido giberélico armazenadas por zero, 15, 30 e 45 dias

A acidez é um parâmetro que permite inferir sobre o grau de deterioração do óleo. Pode observar pelas Figuras 13 e 14 que para a época zero dia de armazenamento, os índices de acidez para os tratamentos condicionados na presença de ácido giberélico foram menores do que o índice de acidez quando não houve ácido giberélico na solução, a exceção do tratamento SACAROSE+TOCOFEROL com ácido giberélico.

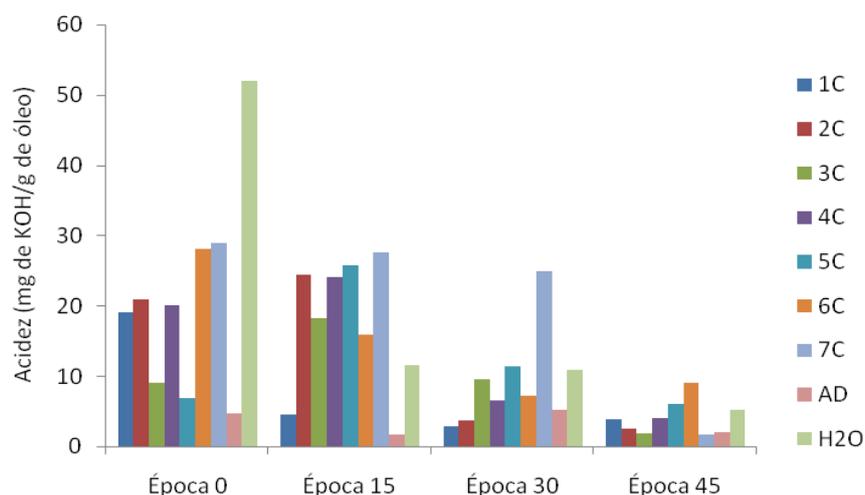


Figura 13- Índice de acidez de óleos de sementes de girassol condicionadas com os solutos: AA (1C), SAC (2C), TOC (3C), AA + SAC (4C), AA + TOC (5C), SAC + TOC (6C) e AA + SAC + TOC (7C) com ácido giberélico, testemunha (AD), hidrocondicionadas (H₂O) e armazenadas por zero, 15, 30 e 45 dias de armazenamento

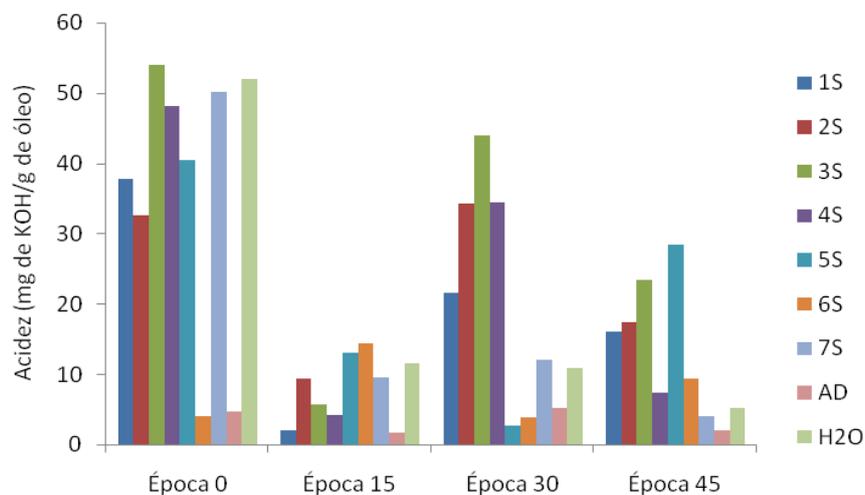


Figura 14- Índice de acidez de óleos de sementes de girassol condicionadas com os solutos: AA (1S), SAC (2S), TOC (3S), AA + SAC (4S), AA + TOC (5S), SAC + TOC (6S) e AA + SAC + TOC (7S) sem ácido giberélico, testemunha (AD), hidrocondicionadas (H₂O) e armazenadas por zero, 15, 30 e 45 dias de armazenamento

Para a época 15 dias de armazenamento, verifica-se que os índices de acidez para os tratamentos condicionados na presença de ácido giberélico

foram superiores aos índices de acidez para os tratamentos condicionados sem ácido giberélico. Porém essa diferença não interferiu na qualidade das sementes quando comparadas com a taxa de germinação, e o índice de velocidade de emergência.

Para as épocas 30 e 45 dias de armazenamento, observou-se que os índices de acidez para os tratamentos condicionados com ácido giberélico foram menores em relação aos índices dos tratamentos condicionados sem ácido giberélico.

O aumento da acidez de sementes ricas em óleo quando armazenadas é causado por danos ou pelo envelhecimento natural das sementes. Este fato está relacionado com o aumento do nível de ácidos graxos livres, principalmente quando estas são submetidas ao armazenamento em elevadas temperaturas (PRZYBYLSKI; DAUN, 2001; SOARES, 2003), o que comprova a associação entre nível de deterioração nas sementes e aumento na acidez. A acidez do óleo presente nas sementes também resulta no aumento dos ácidos graxos livres produzidos pela ação das lipases (SMITH; BERJAK, 1995).

O índice de refração é característico para cada tipo de óleo e está relacionado com o grau de insaturação das ligações, compostos de oxidação e condições de armazenamento.

No óleo das sementes de girassol condicionadas na presença de ácido giberélico foram observadas, para a época zero (Figura 15), maiores índices de refração em relação aos tratamentos da época zero e 15 dias de armazenamento quando condicionadas sem ácido giberélico (Figura 16).

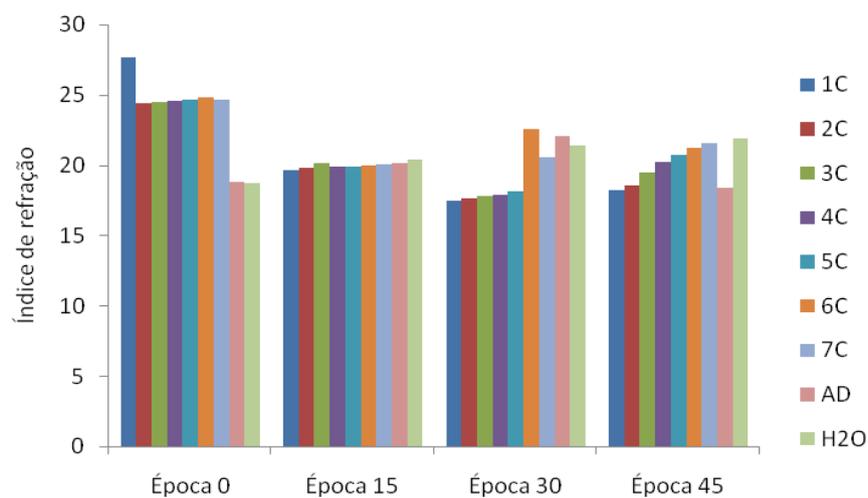


Figura 15- Índice de refração de óleo de sementes de girassol condicionadas com os solutos: AA (1C), SAC (2C), TOC (3C), AA + SAC (4C), AA + TOC (5C), SAC + TOC (6C) e AA + SAC + TOC (7C) com ácido giberélico, testemunha (AD), hidrocondicionadas (H₂O) e armazenadas por zero, 15, 30 e 45 dias

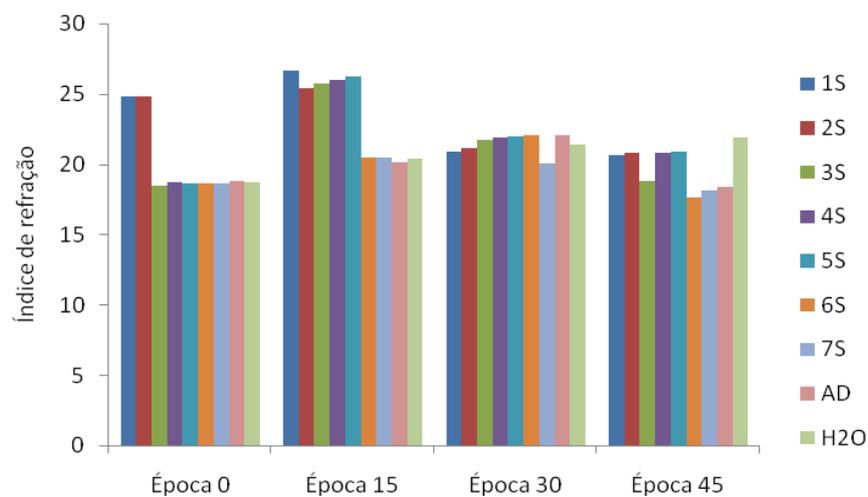


Figura 16- Índice de refração de óleo de sementes de girassol condicionadas com os solutos: AA (1S), SAC (2S), TOC (3S), AA + SAC (4S), AA + TOC (5S), SAC + TOC (6S) e AA + SAC + TOC (7S) sem ácido giberélico, testemunha (AD), hidrocondicionadas (H₂O) e armazenadas por zero, 15, 30 e 45 dias

Nas Figuras 15 e 16, observa-se que para a época 30 dias de armazenamento, os índices de refração para os tratamentos condicionados com ácido giberélico foram menores do que os índices de refração da mesma época quando condicionadas sem ácido giberélico, exceto para os tratamentos SAC + TOC e AA + SAC + TOC. E para a época 45 dias de armazenamento, verificou menores índices de refração para os tratamentos TOC, SAC + TOC e AA + SAC + TOC quando não condicionadas com ácido giberélico, para todos os demais tratamentos, os índices de refração foram maiores na presença de ácido giberélico (Figura 15 e 16).

É comprovado que o índice de refração aumenta com o comprimento da cadeia hidrocarbonada e o grau de insaturação dos ácidos graxos, sendo um parâmetro muito utilizado no controle de qualidade de óleos (MORETTO; FETT, 1998).

O índice de iodo representa o grau de insaturação de óleos, sendo aplicável a todos os óleos que não contenham ligações duplas conjugadas.

Ao comparar os índices de iodo dos tratamentos que continham ou não o ácido giberélico na solução de condicionamento fisiológico (Figuras 17 e 18) observa-se que para a época zero dia de armazenamento, os maiores índices foram para os tratamentos: AA, TOC, AA + TOC e AA + SAC + TOC sem ácido giberélico. O índice de iodo para o óleo do tratamento condicionado em água apresentou o menor valor entre todos os tratamentos estudados. Para a época 15 dias de armazenamento, o grande índice verificou-se para os tratamentos condicionados sem ácido giberélico na solução (Figura 17 e 18). Quando comparados com os índices obtidos para a testemunha e para o óleo das sementes hidrocondicionadas, observa-se que estes foram maiores em relação a todos os tratamentos dos condicionamentos com ácido giberélico, e para os tratamentos sem ácido giberélico, com exceção do tratamento AA + SAC + TOC, os valores também foram maiores.

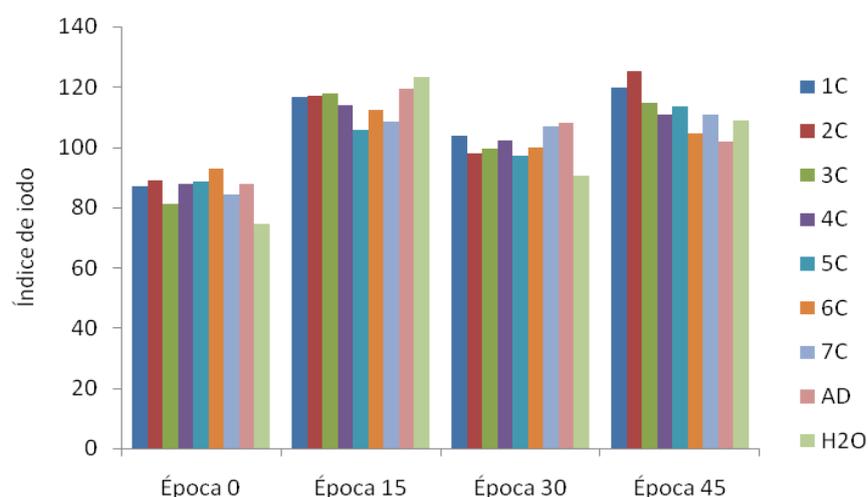


Figura 17- Índice de iodo no óleo de sementes de girassol condicionadas com os solutos: AA (1C), SAC (2C), TOC (3C), AA + SAC (4C), AA + TOC (5C), SAC + TOC (6C) e AA + SAC + TOC (7C) com ácido giberélico, testemunha (AD) e hidrocondicionadas (H₂O) armazenadas por zero, 15, 30 e 45 dias

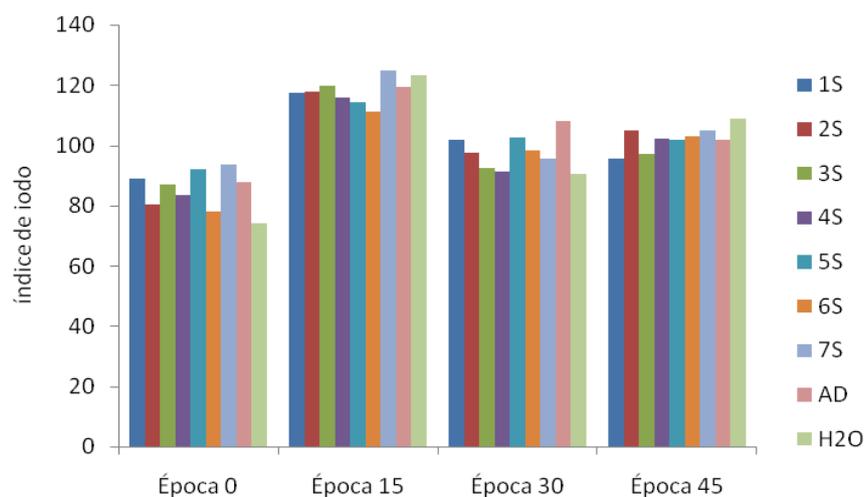


Figura 18- Índice de iodo no óleo de sementes de girassol condicionadas com os solutos: AA (1S), SAC (2S), TOC (3S), AA + SAC (4S), AA + TOC (5S), SAC + TOC (6S) e AA + SAC + TOC (7S) sem ácido giberélico, testemunha (AD) e hidrocondicionadas (H₂O) armazenadas por zero, 15, 30 e 45 dias

Observa-se nas Figuras 17 e 18, para as épocas 30 e 45 dias de armazenamento, os maiores índices de iodo foram nos tratamentos com ácido giberélico quando comparados com os tratamentos sem ácido

giberélico. Para a testemunha aos 30 dias de armazenamento, detecta-se o maior índice em relação a todos os tratamentos da época e para o tratamento hidrocondicionado verifica o menor valor para o índice em relação a todos os demais tratamentos. Esses comportamentos podem ser explicados pelo estresse sofrido pelas sementes condicionadas em relação à testemunha e pela ação dos agentes antioxidantes, hormônios e açúcares no processo de condicionamento das sementes de girassol em relação às sementes condicionadas em água apenas. Aos 45 dias de armazenamento verificou-se que o índice de iodo para a testemunha nos tratamentos com ácido giberélico foi o menor em relação aos demais tratamentos.

5.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

O condicionamento fisiológico realizado nas sementes de girassol, híbrido 251 com ácido giberélico proporcionou de maneira geral a melhor qualidade fisiológica em relação às sementes condicionadas sem ácido giberélico. Em geral, sementes de alta qualidade fisiológica foram obtidas aos 15 e 30 dias após o condicionamento com maiores valores de germinação e vigor, menores valores de condutividade elétrica e maior atividade de enzimas envolvidas na respiração e proteção contra radicais livres atuando nesse período.

4.2 ENSAIO 2

4.2.1 Qualidade fisiológica

Pelo quadro de análise de variância dos resultados (Anexos Tabela 3A) verifica-se que para os testes fisiológicos: germinação (G); índice de velocidade de emergência (IVE) e condutividade elétrica (CE) houve interação tripla entre as variáveis estudadas: épocas (E), solutos (S) e ácido giberélico (G) apresentando coeficientes de variação (CV) de 8,47, 7,80 e 13,60 respectivamente. Para o teste de emergência (E) observa significância somente na variável Época, com CV de 8,57.

Para a viabilidade das sementes pelo teste de germinação (Tabela 15) observa-se pelos resultados ao zero mês de armazenamento que os solutos de melhor performance foram os AA + TOC, SAC + TOC e AA + SAC + TOC, para os tratamentos com ácido giberélico. Sem ácido giberélico, para a mesma época, apenas o tratamento AA foi superior aos demais. Para a época de quatro meses para os dois tipos de condicionamento verifica-se que não houve diferença entre os tratamentos estudados. Aos oito meses, os tratamentos SAC e SAC + TOC proporcionaram as maiores porcentagens de germinação para as soluções com ácido giberélico, e nas sementes condicionadas sem ácido giberélico foram os tratamentos SAC, TOC e AA + SAC + TOC, os demais foram inferiores.

Tabela 15 Porcentagem de germinação de sementes de girassol armazenadas por zero, quatro e oito meses e submetidas ao condicionamento fisiológico com diferentes solutos, na presença ou não de ácido giberélico.

SOLUTOS	ÉPOCA 0		ÉPOCA 4		ÉPOCA 8	
	C GA ₃	S GA ₃	C GA ₃	S GA ₃	C GA ₃	S GA ₃
AA	80,50 Bb	92,00 Aa	97,00 Aa	87,00 Aa	83,00 Ab	69,00 Bc
SAC	71,50 Ab	72,00 Ab	92,50 Aa	92,50 Aa	93,00 Aa	90,50 Aa
TOC	75,50 Ab	75,00 Ab	81,00 Aa	90,00 Aa	81,00 Ab	92,00 Aa
AA + SAC	79,00 Ab	74,50 Ab	97,50 Aa	96,00 Aa	76,50 Bb	82,00 Ab
AA + TOC	85,00 Aa	54,00 Bc	97,00 Aa	89,50 Aa	82,50 Bb	80,50 Ab
SAC + TOC	89,50 Aa	68,50 Bb	92,50 Aa	91,50 Aa	91,50 Aa	75,00 Bc
AA + SAC + TOC	87,00 Aa	58,00 Bc	96,50 Aa	90,00 Aa	76,50 Bb	94,00 Aa

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e pela mesma letra maiúscula na linha para cada época não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste Scott-Knott

Oliveira et al. (2007) obtiveram em sementes de milho doce, após seis meses de armazenamento e condicionadas osmoticamente, redução de 28% na germinação em relação as sementes sem armazenar e condicionadas.

O uso do fator condicionante ácido giberélico permitiu diferença no desempenho germinativo das sementes nos tratamentos AA, AA + TOC, SAC + TOC e AA + SAC + TOC na época zero (Tabela 15), sendo que dentre eles apenas o AA obteve maior germinação na ausência de ácido giberélico. Para a época oito meses de armazenamento os tratamentos AA e SAC + TOC com ácido giberélico foi superior em relação ao não uso do mesmo. Contudo os tratamentos AA + SAC, AA + TOC e AA + SAC + TOC sem ácido giberélico foram os que propiciaram melhores porcentagens germinativas em relação aos mesmos tratamentos com ácido giberélico.

Entretanto, verifica-se que no geral o favorecimento do condicionamento osmótico obtido nas sementes armazenadas por quatro meses também foi alcançado para as sementes da época oito meses.

Diversos autores observaram que sementes tratadas com ácido giberélico apresentaram aumento na porcentagem de germinação, entre eles Ferreira, Fogaça e Bloedorn (2001) testando diferentes concentrações e tempo de embebição em *Passiflora alata* verificaram que a giberelina aumentou o poder germinativo das sementes. Para Rodrigues e Leite (2004), a significância do efeito do ácido giberélico tornou-se clara quando se demonstrou que o embrião sintetiza giberelinas e as libera para o endosperma durante a germinação.

Pelas Figuras 19 e 20 observa-se tendências no comportamento germinativo das sementes em relação as épocas de armazenamento para condicionamento com e sem ácido giberélico. Nas sementes com ácido giberélico, a maior viabilidade foi obtida aos quatro meses de armazenamento, entretanto para tratamentos SAC, TOC e SAC + TOC o desempenho foi semelhante nas épocas quatro e oito meses de armazenamento.

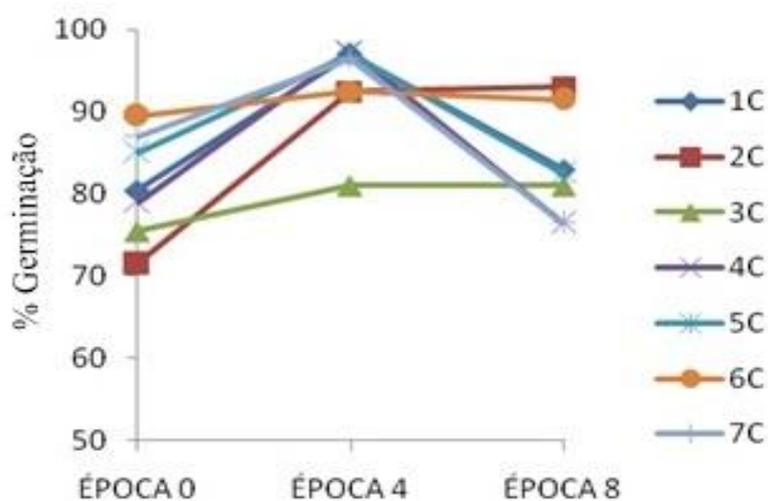


Figura 19 - Porcentagem de germinação de sementes de girassol condicionadas com os solutos: AA (1C), SAC (2C), TOC (3C), AA + SAC (4C), AA + TOC (5C), SAC + TOC (6C) e AA + SAC + TOC (7C) com ácido giberélico após zero, quatro e oito meses de armazenamento

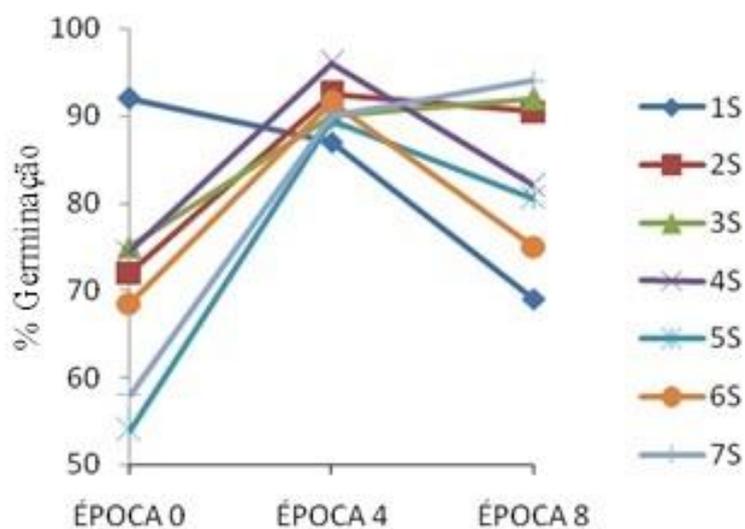


Figura 20- Porcentagem de germinação de sementes de girassol condicionadas com os solutos: AA (1S), SAC (2S), TOC (3S), AA + SAC (4S), AA + TOC (5S), SAC + TOC (6S) e AA + SAC + TOC (7S) sem ácido giberélico após zero, quatro e oito meses de armazenamento

Para os tratamentos sem ácido giberélico a época quatro meses também foi a de melhor germinação, e os tratamentos SAC, TOC, AA + SAC, AA + TOC e AA + SAC + TOC tiveram nas épocas quatro e oito meses a mesma performance germinativa.

No trabalho realizado por Basso (2014) foi observado que para as sementes de milho doce armazenadas em câmara fria e condicionadas a maior porcentagem de germinação se deu ao zero mês de armazenamento, no entanto, quando as sementes foram armazenadas em condições de laboratório, a germinação para as épocas zero, dois e quatro meses foram iguais.

Para os tratamentos controle, a viabilidade foi superior ou igual aos demais tratamentos em todas as épocas (Tabela 16). Resultados semelhantes com relação ao condicionamento com água também foram obtidos por Basra et al. (2005), Kaya et al. (2006), McDonald (2000) e Wahid et al. (2008). Os autores relatam a maior capacidade que as sementes possuem de reativar o metabolismo quando absorvem água rapidamente e que a viabilidade é elevada, observados por germinação mais rápida e sincronizada. Pereira (2012) também encontrou efeitos promissores dos condicionamentos fisiológicos com água e com solução de ácido ascórbico na germinação, em relação às sementes sem tratamento (Testemunha). Os autores Mendonça et al. (2005) concluíram que o condicionamento em água e em solução de polietilenoglicol + ácido giberélico aumenta a velocidade de germinação de sementes de *Triplaris americana*

No teste de índice de velocidade de emergência (Tabela 17) observa-se que para o vigor das sementes condicionadas com ácido giberélico na época zero mês de armazenamento, apenas o tratamento SAC foi superior e após quatro meses, somente o tratamento AA obteve desempenho maior. Para essas duas épocas os demais tratamentos foram inferiores e iguais entre si. Aos oito meses de armazenamento não foi verificada diferença no vigor das sementes em função dos tratamentos utilizados. Entretanto, para os

tratamentos sem ácido giberélico, ao zero mês de armazenamento os tratamentos AA, SAC, AA + SAC e SAC + TOC foram os de maior vigor, já os demais tratamentos obtiveram vigor menor e igual entre si. Aos quatro meses, apenas o tratamento AA + SAC + TOC foi superior em relação aos outros tratamentos e para a época de oito meses de armazenamento o tratamento SAC + TOC foi o único em que se verifica vigor inferior.

Basso (2014) em sua pesquisa com milho doce obteve redução no índice de velocidade de emergência a partir dos seis meses de armazenamento em câmara fria e nas armazenadas em ambiente de laboratório houve diferença depois de nove meses de armazenamento.

O vigor das sementes por meio do teste de condutividade elétrica (Tabela 18) permitiu observar que para a época zero os tratamentos AA, TOC foram os que tiveram maior vigor independente do uso do ácido giberélico e AA + SAC + TOC com ácido giberélico. Para os outros tratamentos não houve diferenças. Aos quatro meses de armazenamento, apenas o tratamento AA com ácido giberélico obteve vigor inferior aos demais e aos oito meses o desempenho foi semelhante em relação a todos os tratamentos.

Tabela 16 Porcentagem de germinação de sementes de girassol armazenadas por zero, quatro e oito meses e submetidas ao condicionamento fisiológico com diferentes solutos, na presença ou não de ácido giberélico, hidrocondicionadas e testemunha

SOLUTOS	Época 0	Época 4	Época 8
Testemunha	72,00 B	98,00 A	60,00 C
Hidrocondicionadas	84,00 A	98,00 A	91,50 A
AA com GA ₃	80,50 A	97,00 A	83,00 B
SAC com GA ₃	71,50 B	92,50 B	93,00 A
TOC com GA ₃	75,50 B	96,50 A	81,00 B
AA + SAC com GA ₃	79,00 A	97,50 A	76,50 B
AA + TOC com GA ₃	85,00 A	97,00 A	82,50 B
SAC + TOC com GA ₃	89,50 A	92,50 B	91,50 A
AA + SAC + TOC com GA ₃	87,00 A	96,50 A	76,50 B
AA sem GA ₃	92,00 A	87,00 B	69,00 C
SAC sem GA ₃	72,00 B	92,50 B	90,50 A
TOC sem GA ₃	75,50 B	90,00 B	92,00 A
AA + SAC sem GA ₃	74,50 B	96,00 A	82,00 B
AA + TOC sem GA ₃	54,00 C	89,50 B	80,50 B
SAC + TOC sem GA ₃	68,50 C	91,50 B	75,00 B
AA + SAC + TOC sem GA ₃	58,00 C	90,00 B	94,00 A

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste Scott-Knott

Tabela 17 Índice de velocidade de emergência para sementes de girassol armazenadas por zero, quatro e oito meses e submetidas ao condicionamento fisiológico com diferentes solutos, na presença ou não de ácido giberélico.

SOLUTOS	ÉPOCA 0		ÉPOCA 4		ÉPOCA 8	
	C GA ₃	S GA ₃	C GA ₃	S GA ₃	C GA ₃	S GA ₃
AA	14,72 bA	14,15 aA	15,25 aA	12,62 cB	15,09 aA	13,79 aA
SAC	17,40 aA	16,03 aA	13,40 bA	13,88 bA	15,83 aA	13,81 aB
TOC	15,62 bA	12,87 bB	13,40 bA	13,45 cA	14,88 aA	14,62 aA
AA + SAC	14,25 bA	15,54 aA	13,19 bA	14,39 bA	14,95 aA	14,44 aA
AA + TOC	15,63 bA	12,81 bB	12,91 bA	11,94 cA	15,64 aA	14,09 aB
SAC + TOC	15,24 bA	15,18 aA	12,50 bA	13,16 cA	15,24 aA	12,31 bB
AA + SAC + TOC	16,09 bA	13,22 bB	13,43 bB	15,67 aA	15,55 aA	14,46 aA

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e pela mesma letra maiúscula na linha para cada época não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste Scott-Knott

Tabela 18 Condutividade elétrica para sementes de girassol armazenadas por zero, quatro e oito meses e submetidas ao condicionamento fisiológico com diferentes solutos, na presença ou não de ácido giberélico.

SOLUTOS	ÉPOCA 0		ÉPOCA 4		ÉPOCA 8	
	C GA ₃	S GA ₃	C GA ₃	S GA ₃	C GA ₃	S GA ₃
AA	30,84 a A	34,08 a A	34,72 b B	25,30 a A	26,55 a A	27,28 a A
SAC	34,83 b A	44,57 b B	25,38 a A	25,74 a A	23,33 a A	23,68 a A
TOC	32,40 a A	33,42 a A	23,78 a A	25,03 a A	27,07 a A	22,37 a A
AA + SAC	40,42 b A	53,39 c B	24,96 a A	26,83 a A	24,13 a A	29,03 a A
AA + TOC	39,07 b A	45,16 b B	24,15 a A	26,91 a A	26,33 a A	24,84 a A
SAC + TOC	34,72 b A	41,75 b B	24,69 a A	23,39 a A	21,54 a A	22,81 a A
AA + SAC + TOC	27,20 a A	40,65 b B	18,60 a A	26,45 a B	25,13 a A	21,92 a A

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e pela mesma letra maiúscula na linha para cada época não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste Scott-Knott

Quando se analisa o efeito do ácido giberélico no condicionamento das sementes (Tabela 17) no teste de índice de velocidade de emergência, os tratamentos TOC, AA + TOC e AA + SAC + TOC sem ácido giberélico para a época zero mês, foram os que forneceram os menores valores. Aos quatro meses de armazenamento, o tratamento AA obteve maior vigor na presença do ácido giberélico, já para o tratamento AA + SAC + TOC o melhor desempenho foi alcançado sem ácido giberélico e os demais tratamentos foram indiferentes ao uso do ácido giberélico. Aos oito meses de armazenamento verifica-se que os tratamentos SAC, AA + TOC e SAC + TOC foram os que tiveram diferenças sendo que o uso do ácido giberélico permitiu os melhores índices.

Em relação ao vigor das sementes quanto ao uso do ácido giberélico no teste de condutividade elétrica (Tabela 18), na época zero observa-se que os tratamentos SAC, AA + SAC, AA + TOC, SAC + TOC e AA + SAC + TOC foram iguais e inferiores aos demais. Para a época de quatro meses de armazenamento, verificou que os tratamentos AA com ácido giberélico e AA + SAC + TOC sem ácido giberélico foram inferiores e após os oito meses de armazenamento não houve diferença no vigor em relação ao uso do ácido giberélico.

O vigor pelo teste de índice de velocidade de emergência apresentou tendências de queda com pequeno aumento em função do período de armazenamento (Figuras 21 e 22). Nos tratamentos com ácido giberélico (Figura 21) observa-se que apenas o tratamento AA teve comportamento constante durante o armazenamento. Para os tratamentos sem ácido giberélico (Figura 22), observa-se que somente o tratamento SAC + TOC teve redução do vigor ao longo do tempo.

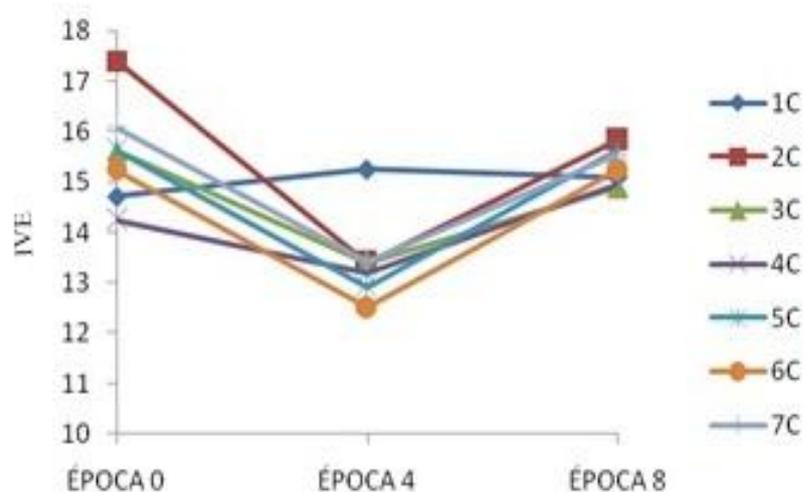


Figura 21- Índice de velocidade de emergência de sementes de girassol condicionadas com os solutos: AA (1C), SAC (2C), TOC (3C), AA +SAC (4C), AA +TOC (5C), SAC + TOC (6C) e AA + SAC + TOC (7C) com ácido giberélico após zero, quatro e oito meses de armazenamento

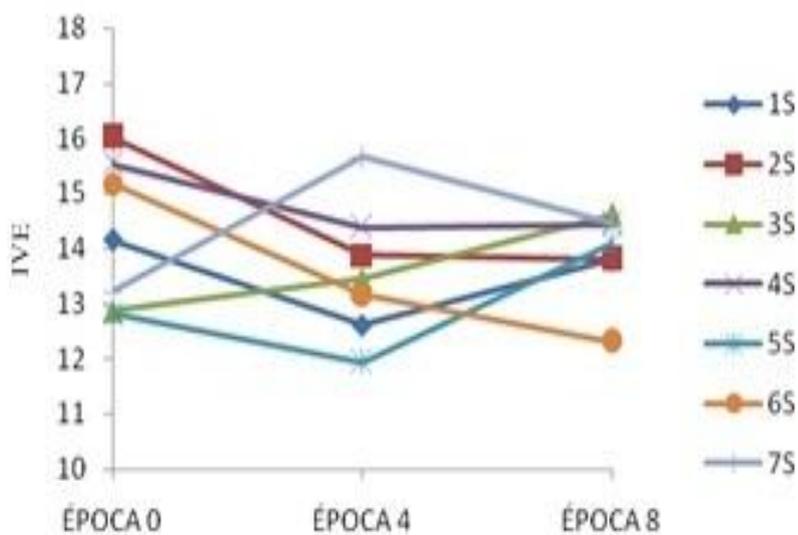


Figura 22- Índice de velocidade de emergência de sementes de girassol condicionadas com os solutos: AA (1S), SAC (2S), TOC (3S), AA + SAC (4S), AA + TOC (5S), SAC + TOC (6S) e AA + SAC + TOC (7S) sem ácido giberélico após zero, quatro e oito meses de armazenamento

O comportamento do vigor pelo teste de condutividade elétrica dos tratamentos condicionados com e sem ácido giberélico (Figura 23 e 24, respectivamente) apresentaram uma tendência no desempenho, onde houve diminuição dos lixiviados ao longo do armazenamento, exceto para o tratamento AA com ácido giberélico.

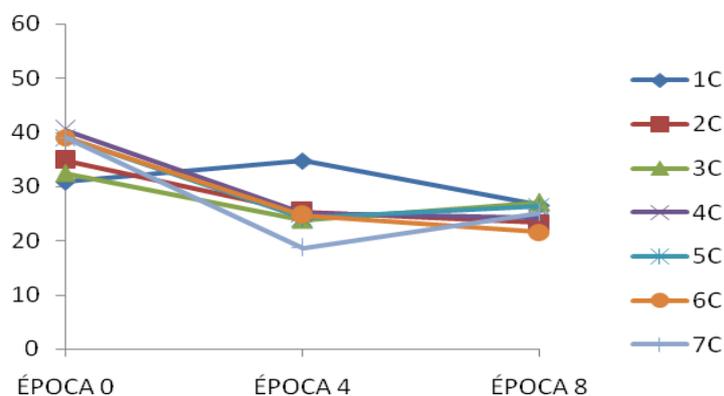


Figura 23 Valores de condutividade elétrica em sementes de girassol armazenadas por zero, quatro e oito meses e condicionadas com os solutos: AA (1C), SAC (2C), TOC (3C), AA + SAC (4C), AA + TOC (5C), SAC + TOC (6C) e AA + SAC + TOC (7C) com ácido giberélico

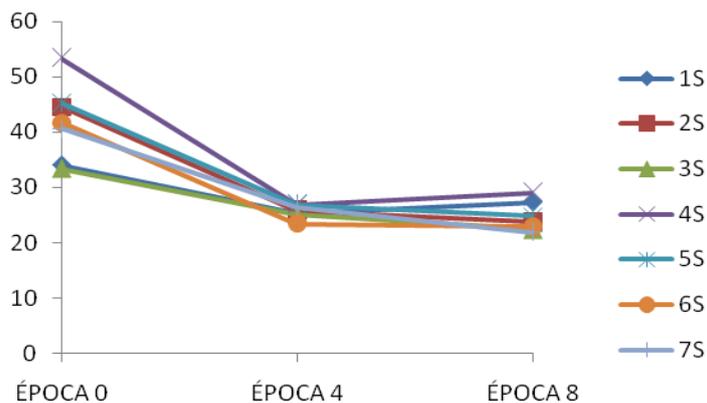


Figura 24 Valores de condutividade elétrica em sementes de girassol armazenadas por zero, quatro e oito meses e condicionadas com os solutos AA (1S), SAC (2S), TOC (3S), AA + SAC (4S), AA + TOC (5S), SAC + TOC (6S) e AA + SAC + TOC (7S) sem ácido giberélico

Em relação ao vigor utilizando os tratamentos controle (Tabela 19 e 20) pode-se observar que para a época zero, a testemunha obteve o pior desempenho em relação a todos os tratamentos estudados. Para a época quatro e oito meses de armazenamento, a testemunha no teste de condutividade elétrica (Tabela 20) também conferiu o menor vigor dentre os tratamentos. Para o teste de índice de velocidade de emergência (Tabela 19) não verifica-se diferenças entre os controles e os demais tratamentos.

De acordo com diversos autores, dentre eles Santos et al. (2011) e Trigo, Nedel e Trigo (1999) que relatam que o principal efeito do condicionamento osmótico é aumentar a velocidade de emergência das plântulas, o que influenciará no tamanho e desenvolvimento das plântulas. Assim, o condicionamento osmótico se mostrou eficiente para acelerar a emergência das plântulas e diminuir os lixiviados das sementes de girassol, sem afetar negativamente a porcentagem final de germinação, conforme observado por Bittencourt et al. (2004) em sementes de aspargos e Rabbani et al. (2013) em sementes de girassol.

Tabela 19 Índice de velocidade de emergência de sementes de girassol armazenadas por zero, 4 e 8 meses e submetidas ao condicionamento fisiológico com diferentes solutos, na presença ou não de ácido giberélico, hidrocondicionadas e testemunha.

SOLUTOS	Época 0	Época 4	Época 8
Testemunha	10,26 C	14,53 A	12,20 C
Hidrocondicionadas	15,47 A	12,20 C	14,53 A
AA com GA ₃	14,72 A	15,34 A	15,34 A
SAC com GA ₃	17,40 A	13,49 B	13,49 B
TOC com GA ₃	15,62 A	13,52 B	13,52 B
AA + SAC com GA ₃	14,25 A	13,27 B	13,27 B
AA + TOC com GA ₃	15,63 A	13,30 B	13,30 B
SAC + TOC com GA ₃	15,24 A	12,45 C	12,45 C
AA + SAC + TOC com GA ₃	16,09 A	13,76 B	13,76 A
AA sem GA ₃	14,15 A	12,36 C	12,36 C
SAC sem GA ₃	16,03 A	13,63 B	13,63 B
TOC sem GA ₃	12,87 B	13,32 B	13,32 B
AA + SAC sem GA ₃	15,52 A	14,20 A	14,20 A
AA + TOC sem GA ₃	12,01 B	11,90 C	11,90 C
SAC + TOC sem GA ₃	15,18 A	13,05 B	13,05 B
AA + SAC + TOC sem GA ₃	13,22 B	13,59 B	13,59 B

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste Scott-Knott

Tabela 20 Condutividade elétrica de sementes de girassol armazenadas por zero, quatro e oito meses e submetidas ao condicionamento fisiológico com diferentes solutos, na presença ou não de ácido giberélico, hidrocondicionadas e testemunha.

SOLUTOS	Época 0	Época 4	Época 8
Testemunha	53,91 E	51,44 B	45,57 E
Hidrocondicionadas	38,44 C	22,17 A	18,02 A
AA com GA ₃	30,84 A	34,72 A	26,55 C
SAC com GA ₃	34,83 B	25,38 A	23,33 B
TOC com GA ₃	32,40 B	23,78 A	27,07 D
AA + SAC com GA ₃	40,42 C	24,96 A	24,13 B
AA + TOC com GA ₃	39,07 C	24,15 A	26,33 C
SAC + TOC com GA ₃	34,72 B	24,69 A	21,54 B
AA + SAC + TOC com GA ₃	27,20 A	18,60 A	25,13 C
AA sem GA ₃	34,08 B	25,30 A	27,28 D
SAC sem GA ₃	44,57 D	25,74 A	23,68 B
TOC sem GA ₃	33,42 B	25,03 A	22,37 B
AA + SAC sem GA ₃	53,39 E	26,83 A	29,03 D
AA + TOC sem GA ₃	45,16 D	26,91 A	24,84 C
SAC + TOC sem GA ₃	41,75 C	23,39 A	22,81 B
AA + SAC + TOC sem GA ₃	40,65 C	26,45 A	21,72 B

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, a5% de probabilidade, pelo teste Scott-Knott.

4.2.2 Atividade enzimática

Na determinação da atividade das enzimas SOD, CAT verifica-se interação tripla entre as variáveis: épocas, solutos e ácido giberélico, apresentando um CV de 21,0 e 13,14 respectivamente. Para a ADH houve interação nos fatores época x ácido giberélico com CV de 1,59 (Anexo Tabela 4A).

Para a enzima superóxido dismutase, a atividade ao zero mês de armazenamento com ácido giberélico foi superior para os tratamentos TOC, AA + TOC, SAC + TOC e AA + SAC + TOC (Tabela 21). Aos quatro meses não houve diferença entre os tratamentos e aos oito meses a maior atividade enzimática foi verificada nos tratamentos AA, SAC e AA + SAC + TOC.

Nos tratamentos condicionados sem ácido giberélico observa-se diferença na atividade apenas na época zero mês de armazenamento, sendo que os tratamentos AA, SAC e AA + SAC + TOC (Tabela 21), aqueles onde foram verificadas as maiores atividades da SOD.

Ao longo do armazenamento verifica-se comportamento semelhante para os tratamentos com (Figura 25) e sem ácido giberélico (Figura 26). Na época quatro meses de armazenamento houve um aumento da atividade em relação a época zero seguida de redução. No entanto, quantitativamente, os valores para os tratamentos sem ácido giberélico foram menores durante o estudo.

Resultados semelhantes foram obtidos por Carvalho et al. (2014) onde verificaram incremento dessa enzima em sementes de soja armazenadas em câmara fria por dois e quatro meses, contudo no armazenamento de seis e oito meses houve diminuição da expressão da enzima SOD.

Tabela 21 Quantificação da atividade da enzima superóxido dismutase em sementes de girassol armazenadas por zero, quatro e oito meses e submetidas ao condicionamento fisiológico com diferentes solutos, na presença e ausência de ácido giberélico

SOLUTOS	ÉPOCA 0		ÉPOCA 4		ÉPOCA 8	
	COM GA	SEM GA	COM GA	SEM GA	COM GA	SEM GA
AA	1604 b B	2592 a A	3720 a A	3452 a A	1296 a A	1164 a A
SAC	1316 b B	2576 a A	3916 a A	3260 a A	1288 a A	802 a A
TOC	2264 a A	676 b B	3548 a A	3296 a A	338 b A	658 a A
AA + SAC	1092 b A	1224 b A	3628 a A	2876 a A	612 b A	1132 a A
AA + TOC	2328 a A	724 b B	4020 a A	3164 a B	362 b A	546 a A
SAC + TOC	2792 a A	1052 b B	3304 a A	2492 a A	526 b A	1164 a A
AA + SAC + TOC	3096 a A	1872 a B	3488 a A	2980 a A	936 a A	1396 a A

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e pela mesma letra maiúscula na linha para cada época não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste Scott-Knott

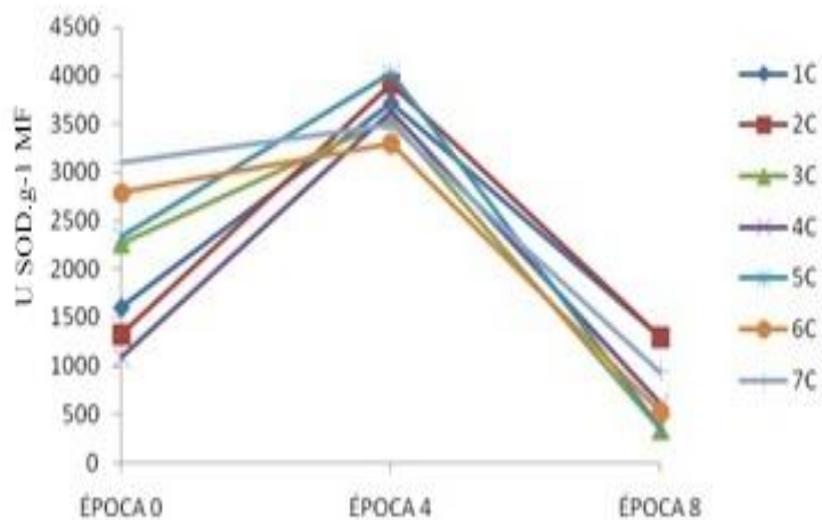


Figura 25 Quantificação da atividade da enzima superóxido dismutase em sementes de girassol armazenadas por zero, quatro e oito meses e condicionadas com os solutos: AA (1C), SAC (2C), TOC (3C), AA + SAC (4C), AA + TOC (5C), SAC + TOC (6C) e AA + SAC + TOC (7C) com ácido giberélico

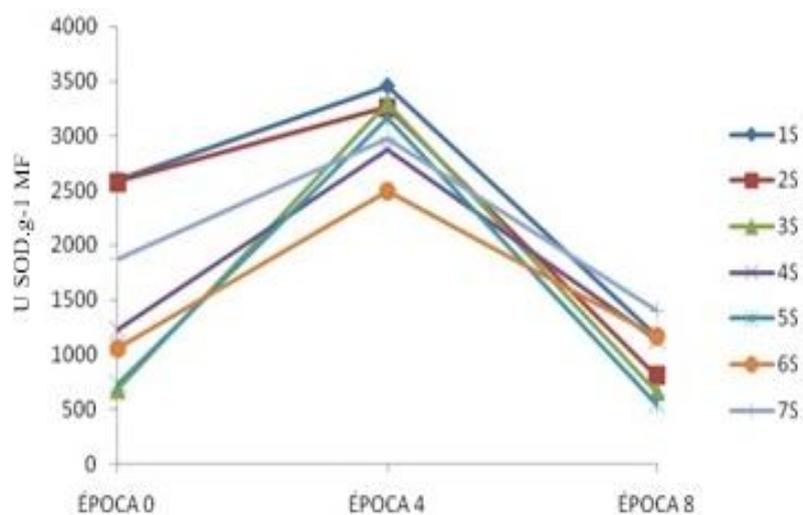


Figura 26 Quantificação da atividade da enzima superóxido dismutase em sementes de girassol armazenadas por zero, quatro e oito meses e condicionadas com os solutos: AA (1S), SAC (2S), TOC (3S), AA + SAC (4S), AA + TOC (5S), SAC + TOC (6S) e AA + SAC + TOC (7S) sem ácido giberélico

Abreu (2010) constatou para o híbrido Hélio 251 um decréscimo da enzima SOD a partir de quatro meses de armazenamento e com oito e doze meses não foi constatada a atividade da enzima superóxido dismutase.

Para a atividade da catalase (Tabela 22) observa-se maior atividade nos tratamentos AA, AA + SAC, AA + TOC, SAC + TOC e AA + SAC + TOC com ácido giberélico, na época zero. Aos quatro meses de armazenamento, os tratamentos AA, SAC, AA + TOC e SAC + TOC foram os de maior atividade enzimática. Aos oito meses não houve diferença entre os tratamentos.

Quando as sementes foram condicionadas sem ácido giberélico (Tabela 22), observa-se que a atividade da enzima CAT ao zero mês foi superior nos tratamentos TOC e SAC + TOC. Após 4 meses a maior atividade foi nos tratamentos AA e SAC + TOC. Aos oito meses de armazenamento não houve diferença entre os tratamentos.

Em relação ao uso de ácido giberélico (Tabela 22) a atividade da enzima foi inferior nos tratamentos TOC ao zero mês de armazenamento, e AA + SAC + TOC aos oito meses. Já para os tratamentos SAC e AA + TOC sem ácido giberélico as atividades foram inferiores aos demais para a época de quatro meses de armazenamento.

Pelas Figuras 27 e 28 referente a atividade da enzima CAT, verifica-se nos tratamentos com ácido giberélico uma constância no seu desempenho enzimático durante o período de armazenamento. Entretanto, na pesquisa realizada por Brigante (2013), observou uma redução da atividade da CAT a partir dos seis meses de armazenamento nas sementes de girassol, e vários autores trabalhando com sementes de espécies que apresentam alto teor de óleo verificaram a redução na atividade de várias enzimas entre elas, a catalase com o aumento do período de armazenamento das sementes.

Tabela 22 Quantificação da atividade da enzima catalase em sementes de girassol armazenadas por zero, quatro e oito meses e submetidas ao condicionamento fisiológico com diferentes solutos, na presença e ausência de ácido giberélico.

SOLUTOS	ÉPOCA 0		ÉPOCA 4		ÉPOCA 8	
	COM GA	SEM GA	COM GA	SEM GA	COM GA	SEM GA
AA	4,00 a A	2,32 b A	2,95 a A	2,52 a A	3,48 a A	3,89 a A
SAC	1,86 b A	1,89 b A	3,13 a A	1,54 b B	4,18 a A	5,46 a A
TOC	1,67 b B	5,61 a A	2,06 b A	1,53 b A	4,02 a A	5,75 a A
AA + SAC	3,70 a A	2,36 b A	1,34 b A	1,26 b A	4,45 a A	5,86 a A
AA + TOC	3,43 a A	2,86 b A	4,33 a A	0,56 b B	4,44 a A	5,62 a A
SAC + TOC	5,07 a A	4,71 a A	3,76 a A	4,13 a A	3,24 a A	4,65 a A
AA + SAC + TOC	2,81a A	3,08 b A	1,79 b A	1,11 b A	2,81 a B	4,79 a A

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e pela mesma letra maiúscula na linha para cada época não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste Scott-Knott

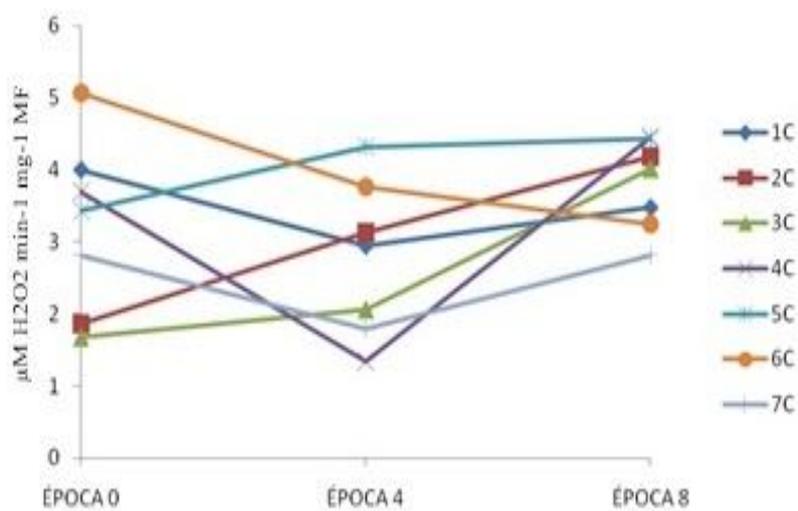


Figura 27 Quantificação da atividade da enzima catalase em sementes de girassol armazenadas por zero, quatro e oito meses e condicionadas com os solutos: AA (1C), SAC (2C), TOC (3C), AA + SAC (4C), AA + TOC (5C), SAC + TOC (6C) e AA + SAC + TOC (7C) com ácido giberélico

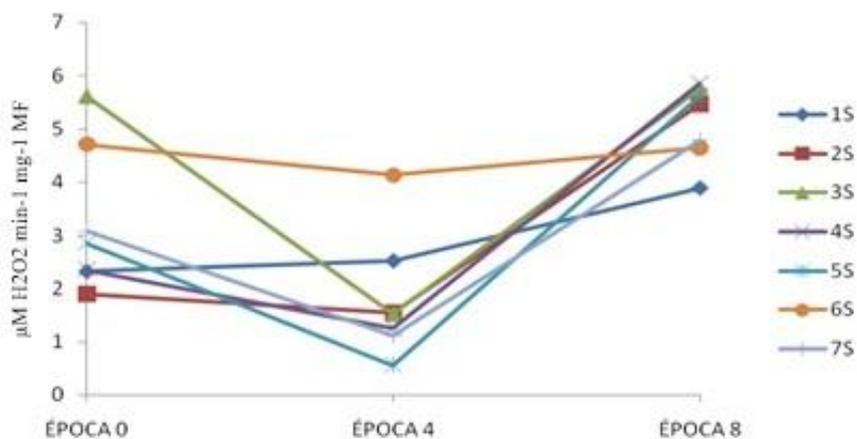


Figura 28 Quantificação da atividade da enzima catalase em sementes de girassol armazenadas por zero, quatro e oito meses e condicionadas com os solutos: AA (1S), SAC (2S), TOC (3S), AA + SAC (4S), AA + TOC (5S), SAC + TOC (6S) e AA + SAC + TOC (7S) sem ácido giberélico

Para a enzima ADH podem ser observadas diferenças quanto ao uso do ácido giberélico ao longo do armazenamento (Tabela 23), sendo que a época quatro meses onde se obteve maior atividade enzimática. Sem o ácido giberélico, a maior atividade foi verificada na época zero, as demais foram

inferiores e iguais entre si. Quanto as épocas (Tabela 23), pode se verificar que as épocas zero e quatro meses foram as que propiciaram diferenças nas atividades da enzima.

Tabela 23 Quantificação da atividade da enzima álcool desidrogenase em sementes de girassol armazenadas por zero, quatro e oito meses e submetidas ao condicionamento fisiológico, na presença ou ausência de ácido giberélico.

	ÉPOCA	ÉPOCA	ÉPOCA
GA ₃	0	4	8
COM GA ₃	0,031 Cb	0,091 Aa	0,060 Ba
SEM GA ₃	0,092 Aa	0,048 Bb	0,057 Ba

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e pela mesma letra maiúscula na linha para cada época não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste Scott-Knott

Para os tratamentos controle observa-se que não houve diferenças em relação aos demais tratamentos empregados para as enzimas SOD, CAT e ADH (Tabelas 24, 25 e 26) respectivamente.

Tabela 24 Quantificação da atividade da enzima superóxido dismutase em sementes de girassol armazenadas por zero, quatro e oito meses e submetidas ao condicionamento fisiológico com diferentes solutos, na presença e ausência de ácido giberélico, hidrocondicionadas e testemunha

SOLUTOS	ÉPOCA 0	ÉPOCA 4	ÉPOCA 8
Testemunha	888 B	3024 C	444 B
Hidrocondicionadas	2328 A	3580 B	1548 A
AA com GA ₃	1604 B	3720 B	1296 A
SAC com GA ₃	1316 B	3916 A	1288 A
TOC com GA ₃	2264 A	3548 B	338 B
AA + SAC com GA ₃	1092 B	3628 B	612 B
AA + TOC com GA ₃	2328 A	4020 A	362 B
SAC + TOC com GA ₃	2792 A	3304 C	526 B
AA + SAC + TOC com GA ₃	3096 A	3488 B	936 A
AA sem GA ₃	2592 A	3452 B	1164 A
SAC sem GA ₃	2576 A	3260 C	802 B
TOC sem GA ₃	676 B	3296 C	658 B
AA + SAC sem GA ₃	1224 B	2876 D	1132 A
AA + TOC sem GA ₃	724 B	3164 C	546 B
SAC + TOC sem GA ₃	1052 B	2492 E	1164 A
AA + SAC + TOC sem GA ₃	1872 A	2980 C	1396 A

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste Scott-Knott

Tabela 25 Quantificação da atividade da enzima catalase em sementes de girassol armazenadas por zero, quatro e oito meses e submetidas ao condicionamento fisiológico com diferentes solutos, na presença e ausência de ácido giberélico, hidrocondicionadas e testemunha

SOLUTOS	ÉPOCA 0	ÉPOCA 4	ÉPOCA 8
Testemunha	2,06 A	1,31 D	2,11 A
Hidrocondicionadas	2,12 A	1,98 B	1,52 A
AA com GA ₃	2,22 A	1,98 B	2,11 A
SAC com GA ₃	1,66 B	2,03 B	2,26 A
TOC com GA ₃	1,62 B	1,73 C	2,15 A
AA + SAC com GA ₃	2,16 A	1,52 C	2,30 A
AA + TOC com GA ₃	2,09 A	2,30 A	2,31 A
SAC + TOC com GA ₃	2,36 A	2,18 A	2,05 A
AA + SAC + TOC com GA ₃	2,07 A	1,67 C	1,93 A
AA sem GA ₃	1,79 B	1,87 B	2,20 A
SAC sem GA ₃	1,65 B	1,58 C	2,53 A
TOC sem GA ₃	2,56 A	1,57 C	2,61 A
AA + SAC sem GA ₃	1,82 B	1,50 C	2,59 A
AA + TOC sem GA ₃	1,96 B	1,24 D	2,56 A
SAC + TOC sem GA ₃	2,37 A	2,26 A	2,37 A
AA + SAC + TOC sem GA ₃	1,98 B	1,43 D	2,40 A

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste Scott-Knott

Tabela 26 Quantificação da atividade da enzima álcool desidrogenase em sementes de girassol armazenadas por zero, quatro e oito meses e submetidas ao condicionamento fisiológico com diferentes solutos, na presença e ausência de ácido giberélico, hidrocondicionadas e testemunha

SOLUTOS	ÉPOCA 0	ÉPOCA 4	ÉPOCA 8
Testemunha	0,1361 A	0,0357 B	0,0782 B
Hidrocondicionadas	0,1678 A	0,0805 A	0,2637 A
AA com GA ₃	0,0646 B	0,0879 A	0,0459 B
SAC com GA ₃	0,0385 B	0,0862 A	0,0476 B
TOC com GA ₃	0,0170 B	0,0901 A	0,0657 B
AA + SAC com GA ₃	0,0221 B	0,0924 A	0,0890 B
AA + TOC com GA ₃	0,0164 B	0,1140 A	0,0311 B
SAC + TOC com GA ₃	0,0068 B	0,1049 A	0,0618 B
AA + SAC + TOC com GA ₃	0,0533 B	0,0663 B	0,0839 B
AA sem GA ₃	0,0981 A	0,0246 B	0,0629 B
SAC sem GA ₃	0,1105 A	0,0482 B	0,0799 B
TOC sem GA ₃	0,1088 A	0,0391 B	0,0652 B
AA + SAC sem GA ₃	0,1042 A	0,0289 B	0,0380 B
AA + TOC sem GA ₃	0,0799 A	0,1191 A	0,0499 B
SAC + TOC sem GA ₃	0,0782 A	0,0442 B	0,0504 B
AA + SAC + TOC sem GA ₃	0,0669 B	0,0362 B	0,0589 B

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste Scott-Knott

5.2 CONSIDERAÇÕES GERAIS

No condicionamento fisiológico realizado nas sementes de girassol híbrido 251, após armazenamento em câmara fria, verifica-se que o uso de ácido giberélico não interferiu na qualidade fisiológica, e a melhor qualidade foi verificada na época quatro meses de armazenamento. Com exceção da atividade da enzima superóxido dismutase, as atividades das demais não apresentaram correlação positiva com a qualidade fisiológica das sementes de girassol.

6. CONCLUSÃO

- A presença de ácido giberélico nas diferentes soluções de condicionamento promoveu maior qualidade das sementes.
- O efeito do hidrocondicionamento propiciou melhora na qualidade das sementes.
- O condicionamento fisiológico antes do armazenamento melhorou a qualidade das sementes na época 15 dias de armazenamento.
- O efeito obtido no condicionamento antes do armazenamento foi mantido até a época 30 dias de armazenamento.
- O condicionamento após o armazenamento melhorou a qualidade das sementes nas épocas quatro e oito meses.

REFERÊNCIAS

- ABREU, L. A. de S. **Sistemas de armazenamento e aplicabilidade do teste de condutividade elétrica em sementes de girassol**. 2010. 122 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.
- ALBUQUERQUE, K. S. et al. Condicionamento osmótico e giberelina na qualidade fisiológica de sementes de pimentão colhidas em diferentes estádios de maturação. **Revista Brasileira de Sementes**, Lavras, v. 31, n. 4, p. 100-109, 2009.
- ALSCHER, R. G.; ERTURK, N.; HEALTH, L. S. Role of superoxide dismutases (SODs) in controlling oxidative stress in plants. **Journal of experimental Botany**, Lancaster, v. 53, n. 372, p. 1331-1341, 2002.
- ALVARADO, A. D.; BRADFORD, K. J. Priming and storage of tomato (*Lycopersicon lycopersicum*) seeds: I., effects of storage temperature on germination rate and viability. **Seed Science & Technology**, Bassersdorf, v. 16, p. 601-612, 1988.
- ANDREOLI, C.; KHAN, A. A. Improving papaya seedling emergence by matricconditioning and gibberellin treatment. **HortScience**, Alexandria, v. 28, p. 708-709, 1993.
- AROUCHA, E. M. M. et al. Condicionamento osmótico na germinação de sementes de mamão (*Carica papaya* L.). **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 19, n. 3, p. 272-277, 2006.
- BAILLY, C. et al. Free radical scavenging as effected by accelerated ageing and subsequent priming in sunflower seeds. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 104, n. 4, p. 646-652, Dec. 1998.
- 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**, Brasília, v. 28, n. 1, p. 1-8, 2006.
- BASRA, A. S. **Seed quality: basic mechanisms and agriculture implications**. New York: Food Products Press, 1994. 389 p.
- BASRA, S. M. A. et al. Physiological and biochemical aspects of seed vigor enhancement treatments in fine rice (*Oryza sativa* L.). **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 33, n. 3, p. 623-628, Oct. 2005.
- BASSO, D. P. **Condicionamento osmótico e qualidade de sementes de milho doce durante o armazenamento**. 2014. 43 f. Dissertação (Mestrado

em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2014.

BAUDET, L. Armazenamento de sementes. In: PESKE, S. T.; ROSENTHAL, M. D.; ROTA, G. R. M. (Ed.). **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. Pelotas: UFPel, 2003. p. 366-415.

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seed physiology of development and germination**. 2nd ed. New York: Plenum, 1994. 445 p.

BINGHAM, L. J.; HARRIS, A.; MCDONALD, L. A. A comparative study of radicle and coleoptile extension in maize seedlings form age and unaged seed. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 22, n. 1, p. 127-139, 1994.

BITTENCOURT, M. L. C. et al. Efeito do condicionamento osmótico das sementes na germinação e no crescimento das plântulas de aspargo. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 26, n. 1, p. 50-56, 2004.

BITTENCOURT, M. L. C. et al. Germination and vigour of primed asparagus seeds. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 62, n. 4, p. 319-324, 2005.

BRACCINI, A. L.; BRACCINI, M. C. L.; SCAPIM, C. A. Mecanismos de deterioração das sementes: aspectos bioquímicos e fisiológicos. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 11, n. 1, p. 10-15, 2001.

BRACCINI, A. L. et al. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja após o processo de hidratação-desidratação e envelhecimento acelerado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 6, p. 1053-1066, jun. 1999.

BRADFORD, K. J. Manipulation of seed water relations via osmotic priming to improve germination under stress conditions. **HortScience**, Alexandria, v. 21, n. 5, p. 1105-1112, 1986.

BRANDÃO JÚNIOR, D. S. **Eletroforese de proteína e isoenzima na avaliação da qualidade de sementes de milho**. 1996. 110 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1996.

BRASIL. **Regras para análise de sementes**. Brasília, 2009. 399 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. Departamento Nacional de Meteorologia. **Normais climatológicas: 1961-1990**. Brasília, 1992. 84 p.

BRIGANTE, G. P. **Deterioração de sementes de girassol durante o armazenamento**. 2013. 207 p. Tese (Dourado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.

BUCHANAN, B. B.; GRUISSEN, W.; JONES, R. L. **Biochemistry and molecular biology of plants**. Rockville: American Society of Plant Physiologists, 2005. 1367 p.

CAMARGO, R. **Armazenamento de sementes de milho doce**. 2003. 88 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.

CARVALHO, E. R. et al. Alterações isoenzimáticas em sementes de cultivares de soja em diferentes condições de armazenamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 49, n. 12, p. 967-976, dez. 2014.

CARVALHO, M. L. M.; FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C. Controle de qualidade na produção de semente. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 27, n. 232, p. 52-58, 2006.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588 p.

CHANG, S. M.; SUNG, J. M. deteriorative changes in primed sweet corn seeds during storage. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 26, p. 613-626, 1998.

CHAUHAN, K. P. S.; GOPINATHAN, M. C.; BABU, C. R. Electrophoretic variations of proteins and enzymes in relation to seed quality. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 13, p. 629-641, 1985.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Conjuntura mensal: girassol**, janeiro 2015. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/>>. Acesso em: 27 maio 2015.

CONNOR, D. J.; SANDRAS, V. O. Physiology of yield expression in sunflower. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 30, p. 333-389, 1992.

DEARMAN, J.; BROCKLEHURST, P. A.; DREW, R. L. K. Effects of osmotic priming and ageing on the germination and emergence of carrot and leek seeds. **Annals of Applied Biology**, Cambridge, v. 111, p. 717-722, 1987.

DIAS, D. C. F. et al. Pré -condicionamento de sementes de quiabo: efeitos na qualidade fisiológica e no potencial de armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 21, p. 224-231, 1999.

EATON, J. W. Catalases and peroxidases and glutathione and hydrogen peroxide: mysteries of the bestiary. **Journal of Laboratory and Clinical Medicine**, Saint Paul, v. 118, n. 1, p. 3-4, July 1991.

EL-SAYDY, A. E. A.; FAROUK, S.; EL-GHANY, A. H. M. Evaluation of different seed priming on seedling growth, yield and quality components in two sunflower (*Helianthus annuus* L.) cultivars. **Trends in Applied Sciences Research**, Berlin, v. 9, n. 6, p. 977-991, June 2011.

FAGUNDES, M. H. **Sementes de girassol: alguns comentários**. Brasília: MAPA/CONAB/SUGOF, 2009. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/download/cas/especiais/Semente-de-Girassol.pdf>>. Acesso em: 7 maio 2015.

FERREIRA, G.; FOGAÇA, L. A.; BLOEDORN, M. Efeito do ácido giberélico (GA3) aplicado em sementes de maracujá-doce (*Passiflora alata* Dryander) para a produção de mudas em diferentes embalagens. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n. 1, p. 126-129, 2001.

FREITAS, R. A. et al. Testes fisiológicos e bioquímicos na estimativa do potencial de armazenamento de sementes de algodão. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 26, n. 1, p. 84-91, 2004.

GIANNOPOLITIS, C. N.; RIES, S. K. Superoxide dismutases: I., occurrence in higher plants. **Plant Physiology**, Rockville, v. 59, n. 2, p. 309-314, Feb. 1977.

GIÚDICE, M. P. D. et al. Efeito do condicionamento osmótico na germinação de sementes de dois cultivares de soja. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 46, n. 266, p. 435-444, 1999.

GOEL, A.; SHEORAN, I. S. Lipid peroxidation and peroxide-scavenging enzymes in cotton seeds under natural ageing. **Biologia Plantarum**, Praga, n. 46, v. 3, p. 429-434, 2003.

GRISI, P. U. et al. Qualidade das sementes de girassol tratadas com inseticidas e fungicidas. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 25, n. 4, p. 28-36, 2009.

HALDER, S.; GUPTA, K. Effect of storage of sunflower seeds in high and low relative humidity on solute leaching and internal biochemical changes. **Seed Science and Technology**, Zürich, v. 8, p. 317-321, 1980.

- HALDER, S.; KOLE, S.; GUPTA, K. On the mechanism of sunflower seed deterioration under two different types of accelerated ageing. **Seed Science and Technology**, Zürich, v. 11, n. 3, p. 331-339, 1983.
- HAVIR, E. A.; MCHALE, N. A. Biochemical and developmental characterization of multiple forms of catalase in tobacco leaves. **Plant Physiology**, Bethesda, v. 84, n. 2, p. 450-455, June 1987.
- HEYDECKER, W.; HIGGINS, J.; TURNER, I. J. Invigoration of seeds? **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 3, n. 3, p. 881-888, 1975.
- HUSSAIN, M. et al. Influence of seed priming techniques on the seedling establishment, yield and quality of hybrid sunflower. **International Journal of Agriculture & Biology**, Faisalabad, v. 8, n. 1, p. 14-18, 2006.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análises de alimentos**. 4. ed. Brasília, 2005. v. 1, 1018 p.
- KATHIRESAN, K.; GNANARETHINAM, J. L. Effect of different durations of drying on the germination of pre-soaked sunflower seeds. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 13, n. 2, p. 213-217, 1985.
- KAYA, M. D. et al. Seed treatments to overcome salt and drought stress during germination in sunflower (*Helianthus annuus* L.). **European Journal Agronomy**, London, v. 24, n. 4, p. 291-295, Aug. 2006.
- KNOTHE, G. Structure indices in FA chemistry: how relevant is the iodine value? **Journal of the American Oil Chemistry Society**, New York, v. 9, p. 847-853, 2002.
- LEITE, R. M. V. B. de C.; BRIGUENTI, A. M.; CASTRO, C. de. **Girassol no Brasil**. Londrina: EMBRAPA/CNPSo, 2005. 613 p.
- LEVITT, J. **Introduction to plant physiology**. 2nd ed. Saint Louis: The C.V. Mosby, 1974. 447 p.
- LIMA, D. C. et al. Armazenamento de sementes de girassol. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 45, n. 2, p. 361-369, abr./jun. 2014.
- LOPES, H. M.; MENEZES, B. R. S.; RODRIGUES, D. L. Condicionamento fisiológico de sementes de cenoura e pimentão. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 17, n. 3/4, p. 296-302, 2011.

MACEDO, E.; GROTH, D.; SOAVE, J. Influência da embalagem e do armazenamento na qualidade fisiológica de sementes de algodão. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 20, n. 2, p. 454-461, jun. 1998.

MAEDA, J. A. et al. Estádio de maturação e qualidade de sementes de girassol. **Bragantia**, Campinas, v. 46, n. 1, p. 35-44, 1987.

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

MAITI, R. K. et al. Studies on genotypic variability and seed dormancy in sunflower genotypes (*Helianthus annuus* L.). **Indian Journal Crop Science**, New Delhi, v. 1, n. 1/2, p. 84-87, 2006.

MAITY, S. et al. Chemical induced prologation of seed viability and stress tolerance capacity of mung bean seedlings. **Seed Science and Technology**, Zürich, v. 28, n. 1, p. 155-162, 2000.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495 p.

MCDONALD, M. B. Seed deterioration: physiology, repair and assessment. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 27, n. 1, p. 177-237, 1999.

MCDONALD, M. B. Seed priming. In: BLACK, M.; BEWLEY, J. D. (Ed.). **Seed technology and its biological basis**. Sheffield: Sheffield Academic, 2000. p. 287-325.

MCDONALD, M. B. Seed quality assessment. **Seed Science Research**, Wallingford, v. 8, n. 2, p. 265-275, 1998.

MCDONALD, M. D.; KHAN, A. A. Acid scarification and protein synthesis during seed germination. **Agronomy Journal**, Madison, v. 2, n. 75, p. 111-114, 1983.

MENDONÇA, A. V. R. et al. Efeito da hidratação e do condicionamento osmótico em sementes de pau-formiga. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 27, n. 2, p. 111-116, 2005.

MENEZES, N. L. et al. Associação de tratamentos pré-germinativos em sementes de alface. **Revista da FZVA**, Uruguaiana, v. 13, n. 1, p. 1-11, 2006.

MORETTO, E.; FETT, R. **Definição de óleos e gorduras: tecnologia de óleos e gorduras vegetais na indústria de alimentos.** São Paulo: Varela, 1998. 144 p.

MURUNGU, F. S. et al. Effects of seed priming and water potential on germination of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) and maize (*Zea mays* L.) in laboratory assays. **Journal of Plant and Soil, South African**, Johannesburg, v. 2, n. 1, p. 64-70, 2005.

MWALE, S. S.; HAMUSIMBI, C.; MWANSA, K. Germination, emergence and growth of sunflower (*Helianthus annuus* L.) in response to osmotic seed priming. **Seed Science and Technology**, Bassersdorf, v. 31, n. 1, p. 199-206, Apr. 2003.

NASCIMENTO, W. M. Germinação de sementes de melão osmoticamente condicionadas durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 24, n. 1, p. 158-161, 2002.

NASCIMENTO, W. M. et al. Germinação de sementes de cenoura osmoticamente condicionadas e peletizadas com diversos ingredientes. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 1, p. 12-16, jan./mar. 2009.

NASCIMENTO, W. M.; WEST, S. H. Priming and seed orientation affect seedcoat adherence and seedling development of Muskmelon Transplants. **HortTechnology**, Alexandria, v. 33, n. 5, p. 847-848, 1999.

NUNES, U. R. et al. Efeito do condicionamento osmótico de sementes de soja sobre a habilidade competitiva da cultura com as plantas daninhas. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 21, n. 1, p. 27-35, 2003.

O'BRIEN, R. D. **Fat and oils: formulating and processing of applications.** 3rd ed. Boca Raton: CRC, 2009. 744 p.

OLIVEIRA, A. S. **Alterações no potencial fisiológico de sementes de algodão no armazenamento.** 2011. 125 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2011.

OLIVEIRA, A. S. et al. Condicionamento osmótico em sementes de milho doce submetidas ao armazenamento. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 38, n. 4, p. 444-448, 2007.

PATANÈ, C.; CAVALLARO, V.; COSENTINO, S. L. Germination and radicle growth in unprimed and primed seeds of sweet sorghum as affected by reduced water potential in NaCl at different temperatures. **Industrial Crops and Products**, London, v. 29, n. 3, p. 651-658, 2009.

PEREIRA, D. S. **Condicionamento fisiológico e conservação de sementes de girassol**. 2012. 92 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.

PEREZ, S. C. J. G. A.; NEGREIROS, G. F. Efeitos do pré-condicionamento na viabilidade e no vigor de sementes de canafístula (*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.) em condições de estresse. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 23, n. 1, p. 175-183, 2001.

PRIESTLEY, D. A.; LEOPOLD, A. C. Lipid changes during natural ageing of soybean seeds. **Physiologia Plantarum**, Bratislava, v. 59, n. 3, p. 467-470, 1983.

PRZYBYLSKI, R.; DAUN, J. K. Additional data on the storage stability of milled flaxseed. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, Chicago, v. 78, n. 1, p. 105-106, 2001.

QUEIROGA, V. P. et al. Condicionamento osmótico de sementes de algodão e seus efeitos na germinação e vigor. **Revista Agro@ambiente Online**, Boa Vista, v. 2, n. 2, p. 10-14, jul./dez. 2008.

RABBANI, A. R. C. et al. Condicionamento osmótico em sementes de girassol (*Helianthus annuus* L.). **Revista Científica UDO Agrícola**, Caracas, v. 13, n. 1, p. 50-55, 2013.

RODRIGUES, T. de J. D.; LEITE, I. C. **Fisiologia vegetal: hormônios das plantas**. Jaboticabal: FUNEP, 2004. 78 p.

RONDANINI, D. P.; SAVIN, R.; HALL, A. J. Estimation of physiological maturity in sunflower as a function of fruit water concentration. **European Journal of Agronomy**, London, v. 26, n. 3, p. 295-309, May 2007.

ROSSETTO, C. A. V. et al. Germinação de sementes de maracujá doce (*Passiflora alata* Dryand) em função de tratamento pré-germinativo. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 22, n. 1, p. 247-252, 2000.

SANTOS, A. R. F. et al. Water pre-hydration as priming for Moringa oleifera Lam. seeds under salt stress. **Tropical and Subtropical Agroecosystems**, Yucatan, v. 14, n. 1, p. 201-207, 2011.

SANTOS, C. M. R.; MENEZES, N. L. Tratamentos pré-germinativos em sementes de alface. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 22, n. 1, p. 253-258, 2000.

SCANDALIOS, J. G. Oxygen stress and superoxide dismutase. **Plant Physiology**, Bethesda, v. 101, n. 1, p. 7-12, 1993.

SEILER, G. J. Anatomy and morphology of sunflower. In: SCHNEITER, A. A. (Ed.). **Sunflower technology and technology**. Madison: ASA; CSSA; SSSA, 1997. chap. 3, p. 67-111. (Agronomy Monograph, 35).

SILVA, M. N. **A cultura do girassol**. São Paulo: Jaboticabal, 1990. 67 p.

SMITH, M. T.; BERJAK, P. Deteriorative changes associate with the loss of viability of stored desiccation-tolerant and desiccation-sensitive seeds. In: KIGEL, J. D.; GALILI, G. (Ed.). **Seed development and germination**. New York: M. Dekker, 1995. p. 701-774.

SMOUSE, T. H. Factors affecting oil quality and stability. In: WARNER, K.; ESKIN, N. A. M. (Ed.). **Methods to assess quality and stability of oils and fat-containing foods**. Champaign: AOCS, 1997. p. 17-36.

SOARES, T. A. **Análise da acidez graxa como índice de qualidade em grãos de soja**. 2003. 74 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2003.

SUNE, A. D.; FRANKE, L. B.; SAMPAIO, T. G. Efeitos do condicionamento osmótico na qualidade fisiológica de sementes de *Adesmia latifolia* (Spreng) Vog. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 24, n. 1, p. 18-23, 2002.

SUNG, J. M.; CHIU, C. C. Lipid peroxidation and peroxide scavenging enzyme of naturally aged soybean seeds. **Plant Science**, Davis, v. 110, n. 1, p. 45-52, 1995.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology**. Davis: Cummings, 2004. 565 p.

TEIXEIRA, F. J. et al. Condicionamento osmótico em sementes de maxixe (*Cucumis anguria* L.). **Revista Agropecuária Científica no Semi-Árido**, Maracajá, v. 7, n. 4, p. 21-25, 2011.

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.

VEIGA, A. D. et al. Influência do potássio e da calagem na composição química, qualidade fisiológica e na atividade enzimática de sementes de soja. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 4, p. 953-960, jul./ago. 2010.

VIDIGAL, D. S. et al. Alterações fisiológicas e enzimáticas durante a maturação de sementes de pimenta (*Capsicum annuum* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 31, n. 2, p. 129-136, 2009.

VIEIRA, R. D. Influência do ambiente na qualidade de sementes. In: SEMINÁRIO PAN AMERICANO DE SEMILLAS, 19., 2004, Asunción. **Resúmenes...** Asunción: Federación Latinoamericana de Asociaciones de Semillistas; Asociación de Productores de Semillas del Paraguay, 2004. p. 93-99.

VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. **Testes de vigor em sementes.** Jaboticabal: FUNEP, 1994. 164 p.

VIEIRA, R. D. et al. Condutividade elétrica e teor de água inicial das sementes de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 9, p. 1333-1338, set. 2002.

WAHID, A. et al. Priming induced metabolic changes in sunflower (*Helianthus annuus*) achenes improve germination and seedling growth. **Botanical Studies**, Minneapolis, v. 49, n. 4, p. 342-350, Oct. 2008.

WILSON, D. O.; MCDONALD, M. B. The lipid peroxidation model of deterioration. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 14, p. 269-300, 1986.

YAMANOSHITA, T. et al. Effects of flooding on downstream processes of glycolysis and fermentation in roots of *Melaleuca cajuputi* seedlings. **Journal of Forest Research**, Ottawa, v. 10, n. 3, p. 199-204, June 2005.

ZHANG, M. et al. A mechanism of seed deterioration in relation to volatile compounds evoked by dry seeds themselves. **Seed Science Research**, Wallingford, v. 4, n. 1, p. 49-56, 1994.

ZHENG, G. H. et al. Enhancement of canola seed germination and seedling emergence at low temperature by priming. **Crop Science**, Madison, v. 34, n. 6, p. 1589-1593, 1994.

ZIMMERMAN, D. C.; ZIMMER, D. E. Influence of harvest date and freezing on sunflower seed germination. **Crop Science**, Madison, v. 18, p. 479-481, 1978.

ANEXOS

Tabela 1A Quadrados médios, Coeficiente de variação (CV) e significância do F, relativos porcentagem de germinação, porcentagem de emergência, índice de velocidade de emergência e condutividade elétrica de sementes de girassol submetidas ao condicionamento fisiológico e armazenamento.

FV	GL	Quadrado Médio			
		Germ	Emer	IVE	Cond
Época (E)	3	7068,26*	471,38*	192,95*	2994,19*
Solutos (S)	6	84,48 ^{ns}	53,49 ^{ns}	3,13*	184,61*
Giberelina (G)	1	1783,14*	138,28 ^{ns}	93,60*	764,19*
E x S	18	167,45*	66,20 ^{ns}	2,81*	116,45*
E x G	3	2256,47*	150,23 ^{ns}	5,48*	397,06*
S x G	6	770,14*	79,91 ^{ns}	2,32 ^{ns}	68,25*
E x S x G	18	307,03*	96,91 ^{ns}	2,73*	88,07*
Erro	168	47,41	74,96	1,28	11,34
Total	223				
CV		8,8	9,09	8,63	9,3

^{ns} Não significativo, * significativo a 5% de probabilidade

Tabela 2A Quadrados médios, Coeficiente de variação (CV) e significância do F, relativos a atividade das enzimas superóxido dismutase, catalase e álcool desidrogenase de sementes de girassol submetidas ao condicionamento fisiológico e armazenamento.

FV	GL	Quadrado Médio		
		SOD	CAT	ADH
Época (E)	3	20838736,85*	1,62*	0,0033*
Solutos (S)	6	914854,00*	0,28*	0,0002 ^{ns}
Giberelina (G)	1	1477687,71*	1,40*	0,0018*
E x S	18	622788,85*	0,40*	0,0002*
E x G	3	1360707,14*	0,51*	0,0026*
S x G	6	1113111,71*	0,48*	0,0001 ^{ns}
E x S x G	18	1052021,80*	0,26*	0,0001 ^{ns}
Erro	112	281852,57	0,10	0,00011
Total	167			
CV		18,61	18,75	1,07

^{ns} Não significativo, * significativo a 5% de probabilidade

Tabela 3A Quadrados médios, Coeficiente de variação (CV) e significância do F, relativos à porcentagem de germinação, porcentagem de emergência, índice de velocidade de emergência e condutividade elétrica de sementes de girassol armazenadas por zero, quatro e oito meses e submetidas ao condicionamento fisiológico.

FV	GL	Quadrado Médio			
		Germ	Emer	IVE	Cond
Época (E)	2	4280,09*	498,28*	28,67*	3145,17*
Solutos (S)	6	42,22 ^{ns}	43,97 ^{ns}	5,22*	120,80*
Giberelina (G)	1	1110,86*	0,21 ^{ns}	32,72*	285,25*
E x S	12	220,15*	48,81 ^{ns}	3,58*	88,57*
E x G	2	382,57*	6,00 nd	11,17*	269,05*
S x G	6	217,41*	122,27 ^{ns}	4,27*	59,56*
E x S x G	12	330,96*	77,30 ^{ns}	4,24*	29,49*
Erro	126	50,82	69,40	1,16	15,99
Total	167				
CV		8,47	8,57	7,80	13,60

^{ns} Não significativo, * significativo a 5% de probabilidade

Tabela 4A Quadrados médios, Coeficiente de variação (CV) e significância do F, relativos a atividade das enzimas superóxido dismutase, catalase e álcool desidrogenase de sementes de girassol armazenadas por zero, quatro e oito meses e submetidas ao condicionamento fisiológico.

FV	GL	Quadrado Médio		
		SOD	CAT	ADH
Época (E)	2	66770072,00*	3,02816*	0,000315 ^{ns}
Solutos (S)	6	1041146,95*	0,25930*	0,000063 ^{ns}
Giberelina (G)	1	2903812,57*	0,00011*	0,000192 ^{ns}
E x S	12	554514,66*	0,24885*	0,000498 ^{ns}
E x G	2	2122701,71*	0,90798*	0,006824*
S x G	6	611166,57*	0,22807*	0,000291 ^{ns}
E x S x G	12	1131365,71*	0,16060*	0,000243 ^{ns}
Erro	84	253341,71	0,07210	0,000269
Total	125			
CV		21,0	13,14	1,59

^{ns} Não significativo, * significativo a 5% de probabilidade