

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
FACULDADE DE AGRONOMIA ELISEU MACIEL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DE SEMENTES



Dissertação

RASGO NO TEGUMENTO: REPERCUSSÃO NA QUALIDADE
FISIOLÓGICA EM SEMENTES DE SOJA

Marjana Schellin Pieper

Pelotas, 2024

Marjana Schellin Pieper

**RASGO NO TEGUMENTO: REPERCUSSÃO NA QUALIDADE
FISIOLÓGICA EM SEMENTES DE SOJA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências.

Orientador: Dr. Geri Eduardo Meneghello

Pelotas, 2024

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação da Publicação

P613r Pieper, Marjana Schellin

Rasgo no tegumento [recurso eletrônico] : repercussão na qualidade fisiológica em sementes de soja / Marjana Schellin Pieper ; Geri Eduardo Meneghello, orientador. — Pelotas, 2024.
68 f.

Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2024.

1. *Glycine max*. 2. Rasgo no tegumento. 3. Curva de embebição. 4. Condutividade elétrica. 5. Tratamento de sementes. I. Meneghello, Geri Eduardo, orient. II. Título.

CDD 633.3421

Elaborada por Ubirajara Buddin Cruz CRB: 10/901

Dedico

À minha Família, em especial aos meus pais Dilnei Pieper e Lesandra Schellin Pieper, que sempre me apoiaram e nunca mediram esforços para minha formação.

Agradecimentos

Gostaria de expressar minha sincera gratidão a todas as pessoas e instituições que contribuíram para a realização deste trabalho de pesquisa. Em primeiro lugar, agradeço ao meu orientador Doutor Geri Eduardo Meneghello, pela orientação dedicada, apoio constante e valiosos ensinamentos ao longo deste processo.

Expresso minha gratidão aos meus colegas do grupo de orientação e agregados por suas discussões, trocas de conhecimento, companheirismo nas atividades e pelo ambiente colaborativo que tornou este projeto possível.

Também sou imensamente grata aos membros da minha banca examinadora, Professor Dr^o Francisco Amaral Villela, Professora Dr^a Andreia da Silva Almeida e a Dr^a Sheila Bigolin Teixeira pela sua disponibilidade em participar deste importante momento e por suas críticas construtivas e sugestões que enriqueceram este estudo.

Não posso deixar de agradecer à minha família pelo apoio incondicional e incentivo ao longo dessa jornada acadêmica.

Por fim, dedico um agradecimento a todos que de alguma forma contribuíram para este projeto, meu mais profundo obrigado. Este trabalho não teria sido possível sem o apoio e contribuição de vocês.

Resumo

PIEPER, Marjana Schellin. **Rasgo no tegumento: repercussão na qualidade fisiológica em sementes de soja.** Orientador: Geri Eduardo Meneghello. 2024. 68 f Dissertação (Mestrado em Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2024.

A produção de soja apresenta crescimento constante ao longo dos últimos. Para garantir estes elevados níveis de produção são realizados grandes investimentos no desenvolvimento de novas cultivares, além de incremento no nível de tecnificação utilizado pelos produtores. Embora com todos estes avanços, um ponto determinante para garantia da produtividade é um bom estande inicial de plantas nas lavouras, isto ocorre mais facilmente com utilização de sementes com garantia de atributos de qualidades genética, física, sanitária e fisiológica. O tegumento da semente tem importante papel na manutenção da qualidade, mas em algumas variedades ocorre o rompimento, ou um rasgo neste tegumento que pode comprometer a manutenção dos atributos da semente. O objetivo deste estudo foi comparar o comportamento de sementes com e sem rasgo no processo de ganho e perda de umidade, e a capacidade de homogeneizar a distribuição de produtos químicos no entorno da semente. Para isto utilizou-se o teste de embebição/hidratação de sementes, submetendo estas diretamente a água ou a ambientes úmidos como o papel devidamente umedecido simulando teste de germinação e as caixinhas de gerbox com o ambiente úmido saturado segundo as indicações do teste de envelhecimento acelerado, avaliando o teor de água absorvido. Outra análise realizada foi a condutividade elétrica que avalia a liberação de íons lixiviados para o meio enquanto a semente absorve água, e quanto mais esta liberar, mais rápida é a sua perda de qualidade fisiológica no armazenamento. E por fim a submissão ao tratamento de sementes, seguindo os padrões industriais de comercialização e avaliando as respostas a germinação e vigor. Ao final deste processo, pode se concluir que sementes com rasgo tendem a absorver água mais rapidamente e por consequência lixivam suas reservas de forma mais rápida, tendendo a perder qualidade mais rapidamente, a utilização de produtos químicos em sementes com a presença de rasgo pode comprometer a qualidade fisiológica.

Palavra chave: (*Glycine max*); Rasgo no tegumento; Curva de embebição; Condutividade elétrica; Tratamento de sementes.

Abstract

PIEPER, Marjana Schellin. **Tearing the tegument: repercussions on the physiological quality of soybean seeds.** Supervisor: Geri Eduardo Meneghello. 2023. 68 f Dissertation (Master of Science) - Graduate Program in Seed Science and Technology, Eliseu Maciel School of Agronomy, Federal University of Pelotas, Pelotas, 2023.

Soybean production has grown steadily over the last few years. In order to guarantee these high levels of production, major investments have been made in the development of new cultivars, as well as an increase in the level of technology used by producers. Despite all these advances, a determining factor in guaranteeing productivity is a good initial plant stand in the fields, which is easier to achieve using seeds with guaranteed genetic, physical, health and physiological qualities. The seed coat plays an important role in maintaining quality, but in some varieties there is a rupture or tear in the seed coat which can compromise the maintenance of the seed's attributes. The aim of this study was to compare the behaviour of seeds with and without tears in the process of gaining and losing moisture, and the ability to homogenize the distribution of chemical products around the seed. For this purpose, the seed soaking/hydration test was used, subjecting the seeds directly to water or to humid environments such as duly moistened paper simulating a germination test and gerboxes with the humid environment saturated according to the indications of the accelerated ageing test, assessing the absorbed water content. Another analysis carried out was electrical conductivity, which assesses the release of ions leached into the environment as the seed absorbs water, and the more it releases, the faster its physiological quality will be lost during storage. Lastly, the seeds were subjected to seed treatment, following the industry standards for commercialization and evaluating the responses to twinning and vigor at the end of this process. It can be concluded that seeds with tears tend to absorb water more quickly and consequently leach their reserves more quickly, tending to lose quality more quickly. The use of chemical products on seeds with tears can compromise their physiological quality.

Keyword: (Glycine max); Tear in the tegument; Soaking curve; Electrical conductivity; Seed treatment.

Lista de Figuras

Estudo I – Caracterização da curva de embebição em sementes de soja com rasgo no tegumento.

Figura 1: Curva de hidratação de sementes de soja, em três condições, pelo método direto em água, nas temperaturas ambiente e 25°C do lote 131, Capão do Leão, 2023.....27

Figura 2 Curva de hidratação de sementes de soja, em três condições, pelo método direto em água, nas temperaturas ambiente e 25°C do lote 132, Capão do Leão, 2023.....28

Figura 3: Curva de hidratação de sementes de soja, em três condições, pelo método direto em água, nas temperaturas ambiente e 25°C do lote 131, Capão do Leão, 2023.....29

Figura 4: Curva de hidratação de sementes de soja, em três condições pelo método do papel germitest, nas temperaturas ambiente e 25°C do lote 131, Capão do Leão/RS, 2023.....32

Figura 5: Curva de hidratação de sementes de soja, em três condições pelo método do papel germitest, nas temperaturas ambiente e 25°C do lote 132, Capão do Leão/RS, 2023.....33

Figura 6: Curva de hidratação de sementes de soja, em três condições pelo método do papel germitest, nas temperaturas ambiente e 25°C do lote 133, Capão do Leão/RS, 2023.....34

Figura 7: Curva de hidratação de sementes de soja, em três condições pelo método do gerbox, nas temperaturas ambiente e 41°C do lote 131, Capão do Leão/RS, 2023.....37

Figura 8: Curva de hidratação de sementes de soja, em três condições pelo método do gerbox, nas temperaturas ambiente e 41°C do lote 132, Capão do Leão/RS, 2023.....38

Figura 9: Curva de hidratação de sementes de soja, em três condições pelo método do gerbox, nas temperaturas ambiente e 41°C do lote 133, Capão do Leão/RS, 2023.....39

Estudo II – Avaliação de sementes de soja com rompimento fisiológico através dos testes de tetrazólio e condutividade elétrica

Figura 1: Condutividade elétrica média de três lotes de semente de soja, considerando apenas as condições de separação das sementes. Capão do Leão/RS, 2023.....49

Estudo III – Avaliação e respostas do tratamento químico em sementes de soja com tegumento rompido.

Lista de Tabelas

Estudo I – Caracterização da curva de embebição em sementes de soja com rasgo no tegumento.

Tabela 1: Caracterização inicial dos lotes de acordo com a separação e percentual de sementes de soja com rasgo, grau de umidade (GU) e peso de mil sementes (PMS).....21

Tabela 2: Resultado das análises de Envelhecimento Acelerado (EA) e Germinação (G) dos lotes de semente de soja denominados 131,132 e 133 Capão do Leão/RS, 2023.....24

Tabela 3: Teor de água absorvido por três lotes de sementes de soja, separadas em três condições pelo método de imersão direta em água, Capão do Leão/RS, 2023.....26

Tabela 4: Teor de água absorvido por três lotes de sementes de soja, separadas em três condições, pelo método de embebição em papel germitest umedecido em água, Capão do Leão/RS, 2023.....31

Tabela 5: Teor de água absorvido por três lotes de sementes de soja, separadas em três condições, pelo método de embebição em gerbox, Capão do Leão/RS, 2023.....36

Estudo II – Avaliação de sementes de soja com rompimento fisiológico através dos testes de tetrazolio e condutividade elétrica

Tabela 1: Identificação e caracterização das condições de acordo com a separação e percentual de sementes com rasgo, grau de umidade (GU) e peso de mil sementes (PMS) dos lotes T1, T2 e T3.....43

Tabela 2: Caracterização de viabilidade, de três lotes de semente de soja, em três condições, pelo teste de germinação. Capão do Leão/RS, 2023.....46

Tabela 3: Caracterização do vigor, de três lotes de semente de soja, em três condições, pelo teste de envelhecimento acelerado 48h. Capão do Leão/RS, 2023.....46

Tabela 4: Caracterização de viabilidade, de três lotes de semente de soja, em três condições, pelo teste de tetrazólio. Capão do Leão/RS, 2023.....47

Tabela 5: Caracterização do vigor, de três lotes de sementes de soja, em três condições, pelo teste de tetrazólio. Capão do Leão/RS, 2023.....47

Tabela 6: Caracterização do vigor, de três lotes de semente de soja, em três condições, pelo teste de condutividade elétrica, determinado em condutivímetro digital de bancada da marca Digimed. Capão do Leão/RS, 2023.....48

Estudo III – Avaliação e respostas do tratamento químico em sementes de soja com tegumento rompido.

Tabela 1: Identificação e caracterização das condições de acordo com a separação e percentual de sementes de soja com rasgo, grau de umidade (GU) e peso de mil sementes (PMS) dos lotes T1, T2 e T3.....52

Tabela 2: Avaliação de primeira contagem da germinação de três lotes de sementes de soja, nas condições de separação e tratamentos das sementes. Capão do Leão/RS, 2023.....55

Tabela 3: Avaliação da germinação de três lotes de sementes de soja, das condições de separação e tratamentos das sementes. Capão do Leão/RS, 2023.....56

Tabela 4: Avaliação de Envelhecimento Acelerado de três lotes de semente de soja nas condições de separação e tratamentos das sementes. Capão do Leão/RS, 2023.....57

Tabela 5: Avaliação de Emergência em Campo de plântulas obtidas de três lotes de sementes de soja, nas condições de separação e tratamentos das sementes. Capão do leão/RS, 2023.....58

Sumário

1. Introdução Geral:	13
2. Revisão da Literatura:	15
3. Estudo I – Caracterização da curva de embebição em sementes de soja com rasgo no tegumento.	19
Introdução	19
Materiais e Métodos	20
Resultados e discussões	24
Conclusão	40
4. Estudo II – Avaliação de sementes de soja com rompimento fisiológico pelos testes de tetrazólio e condutividade elétrica	41
Introdução	41
Materiais e Métodos	43
Resultados e discussões	45
Conclusão	50
5. Estudo III –Avaliação e respostas do tratamento químico em sementes de soja com e sem tegumento rompido.	51
Introdução	51
Materiais e Métodos	52
Resultados e Discussão	54
Conclusão	58
6. Conclusão Final	59
7. Referências Bibliográficas Gerais:	60
8. Anexos:	65

1. Introdução Geral:

Nos últimos anos o agronegócio brasileiro obteve um incremento significativo na produção de soja (*Glycine max*), segundo dados da Conab referentes à safra 2022/23 apontam um recorde de produção de grãos, superando 154,6 milhões de toneladas (Conab 2023). A soja é a cultura produtora de grãos economicamente mais importante para nosso país, responsável por ganhos diretos na economia, e por fortalecer a influência do país no mercado mundial de *commodities* agrícolas (Hirakuri e Lazzarotto, 2014).

Muito avanço tecnológico tem sido disponibilizado para agricultura Brasileira nos últimos anos, a exemplo disto tem-se o lançamento de novas cultivares mais produtivas, geneticamente modificadas, adaptadas às diferentes regiões, novos e adequados manejos para cada tipo de solo, utilização de monitoramentos, novas fórmulas de controle de pragas e doenças, máquinas e equipamentos com alta tecnologia, o que garante eficiência nos processos e entre outras tecnologias. Para se manter altos níveis de produtividade, o mercado de sementes desempenha um papel fundamental, pois a semente além de carregar toda a carga genética do cultivar, tem na qualidade fisiológica um dos princípios fundamentais para estabelecimento inicial das áreas e assim obtenção de altos rendimentos de produção (Carvalho; Oliveira; Caldeira, 2014).

A soja é caracterizada por ser uma dicotiledônea, sendo suas sementes formadas por três partes principais, a saber: o tegumento responsável pela proteção; os cotilédones que fornecem as reservas iniciais para o desenvolvimento da plântula; e, o eixo embrionário formado pela plúmula, hipocótilo e radícula. Desta forma a proteção da semente é conferida apenas pelo tegumento que envolve a semente e é o grande responsável pela proteção do embrião, formado pelos cotilédones e eixo embrionário, o que o torna muito importante para a proteção destas sementes visando garantir que não fique exposta a interações que podem causar danos.

A cada nova safra, novas e melhoradas cultivares são lançadas no mercado. Porém, tem se observado aumento muito significativo no percentual de cultivares suscetível à formação de falhas na membrana do tegumento, causando o chamado rompimento fisiológico ou “rasgo no tegumento” das sementes, que diferentemente do dano mecânico que é causado por equipamentos ou forças aplicadas sobre a

semente, o rasgo no tegumento já está presente nas sementes quando estas estão ainda na vagem, antes mesmo da colheita.

Não se sabe com precisão qual a causa do surgimento de rasgo no tegumento das sementes, segundo Teixeira, (2021) a formação de rasgo no tegumento das sementes de soja pode se dar por uma deficiência de Cálcio (Ca) e elevados níveis de Fósforo (P) e Magnésio (Mg) no aspecto químico, e uma consequência fenotípica que acaba sendo favorecida quando as condições climáticas são favoráveis para obtenção de sementes com maior peso de mil sementes (PMS), ou seja, disponibilidade de água e nutrientes associado a elevadas temperaturas.

Este rasgo fisiológico no tegumento deixa a proteção da semente comprometida, servindo como ponto de entrada para microrganismos, o que deixa a semente mais suscetível a entrar em equilíbrio higroscópico com o ambiente, ou seja, tende a ganhar e perder umidade mais facilmente, acelerando assim o seu processo de deterioração.

Outro fator importante a ser considerado é a possibilidade de acúmulo de produtos utilizados no tratamento químico, como fungicidas e inseticidas na “depressão” formada pelo rasgo do tegumento. A presença desta desuniformidade no tecido do tegumento não permitirá a homogênea e perfeita distribuição do produto sobre a superfície das sementes. Como as doses recomendadas geralmente são muito baixas, pequenas variações podem gerar facilmente sub ou superdosagem.

Analisando o cenário atual e o contínuo aumento na utilização e modernização do tratamento de sementes, atualmente alcançando 90% das sementes utilizadas tratadas com algum fungicida e 80% com inseticidas, (Faverin, 2023), com o intuito de garantir um bom estabelecimento e uniformidade de plantas nas lavouras, potencializando um ganho de produtividade e reduzindo as chances de possíveis gastos de ressemeadura, é fundamental que seja realizado com assertividade de dose e recobrimento em cada semente.

A presença do rasgo no tegumento pode ser um complicador por possuir uma textura desuniforme nessa camada de proteção, tegumento, podendo provocar acúmulo de produtos químicos utilizados no tratamento de sementes, além do risco potencial da ocorrência de dano por embebição no caso de chuvas pós semeadura ocasionado pela entrada de água mais rápida nas sementes com rasgo e uma diferenciação na absorção entre sementes com e sem rasgo no tegumento.

Desta forma, objetiva-se avaliar o impacto da presença de rasgo no tegumento das sementes de soja na taxa de absorção de água, e sua repercussão na qualidade fisiológica de sementes de soja, através da caracterização da curva de embebição, do extravasamento de solutos via teste de condutividade elétrica em sementes, e comportamento da absorção no tratamento químico de sementes com rasgo no tegumento

2. Revisão da Literatura:

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill), tem sua origem e domesticação do Nordeste da Ásia e China (Chung; Singh, 2008). Apesar de sua domesticação ter iniciado há cerca de cinco mil anos, somente no século XX, passou a ser cultivada comercialmente nos Estados Unidos (Reis et al., 2007). No Brasil seu primeiro relato de cultivo foi em 1882, no estado da Bahia (Black, 2000).

Atualmente, a soja é considerada a aleuro-oleaginosa mais cultivada no mundo, a projeção de novembro da USDA estima 400,4 milhões de toneladas produzidas mundialmente na safra 2023/2024, com uma produção brasileira estimada em 163 milhões, os Estados Unidos com uma projeção de 112,4 milhões e a Argentina chegando a 48 milhões de toneladas e a China como principal importador de soja brasileira de acordo com Safras e Mercado, (2023).

Para alcançar estes índices, o emprego de sementes de excelência em conjunto com práticas eficientes de manejo garante o estabelecimento de uma lavoura robusta, constituída por plantas vigorosas, fundamentais para alcançar rendimentos elevados (Krzyzanowski et al., 2008).

O desenvolvimento, pelos programas de melhoramento, de novas cultivares altamente produtivas, as quais são adaptadas às diversas regiões, está associado com o desenvolvimento de tecnologias relacionadas ao manejo de solo, ao manejo de adubação e calagem, manejo de pragas e doenças, além de identificação e solução para os principais fatores responsáveis por perdas no processo de colheita (Freitas, 2011). Para atender essa demanda, de acordo com os últimos dados obtidos a produção de sementes no Brasil na safra 2020/21 ultrapassou 3,6 milhões de toneladas, considerando uma taxa de utilização de sementes (TUS) de 67% nesta mesma safra, com uma área cultivada para grãos de 38,6 milhões de hectares (Abrasem, 2021) e as perspectivas apontam para a manutenção deste patamar.

A semente é responsável pela propagação, em média, de 90% das plantas cultivadas com interesse econômico, sendo considerada como um dos insumos agrícolas mais importante (Henning; Campo; Sfredo, 1997), salientando que este insumo não pode ser substituído por nenhum outro, pois na sua ausência não é possível produzir grãos. Para garantir a qualidade das sementes é desejável a obtenção de uma lavoura com alto potencial produtivo (Teófilo; Dutra; Dias, 2007).

A qualidade de sementes é caracterizada por um conjunto de atributos que indicam o seu potencial, através da interação de características genética, física, fisiológica e sanitária (Marcos-Filho, 1998). Esta qualidade deve se manter ao longo dos meses de armazenamento antecedendo o período de comercialização, que muitas vezes podem não oferecer as condições adequadas (Peske et al., 2019). O conhecimento do comportamento fisiológico das sementes durante o armazenamento é essencial para a tomada de decisão na gestão de perdas de qualidade (Smaniotto et al., 2014).

O potencial fisiológico da semente de soja é influenciado negativamente por diversos fatores, que podem ocorrer em todas as etapas de produção, como elevações na temperatura, principalmente quando há registros superiores a 40°C com impactos negativos na taxa de crescimento, e prejuízos na floração (Embrapa 2021), reduzindo a capacidade de retenção de vagens e afetando o processo de maturação. Essas questões são agravadas se houver ausência de precipitações pluviais, flutuações de umidade, incluindo seca e excesso de chuvas, deficiências na nutrição das plantas, ocorrência de insetos principalmente percevejos na fase de enchimento de grãos, além da adoção de técnicas inadequadas de colheita, secagem e armazenamento (França-Neto et. al., 2016).

A deterioração por umidade é desencadeada por um processo específico de alterações físicas, pois como a semente de soja é higroscópica, e têm o seu grau de umidade influenciado pelas condições de umidade relativa do ambiente, as sucessivas expansões e contrações do volume da semente, acarretam a formação de enrugamento no tegumento, principalmente nas regiões opostas ao hilo (Huth, 2015). O tegumento da semente, é um órgão vegetal multifuncional que possui a função de manter a qualidade das sementes, preservar a integridade das partes internas, como proteção do embrião e tecidos de reserva contra danos mecânicos, ataque de microrganismos e insetos (Souza e Marcos-Filho, 2001).

Evidências literárias apontam e comprovam a variabilidade nos genótipos de soja quanto à estrutura e permeabilidade do tegumento, além das rupturas ocasionados por ciclos de absorção e perda de água que rompem o tecido, rompimentos ocorridos a partir do hilo, provocados por microrganismos, existe o rasgo devido a fatores genéticos encontrado em algumas cultivares, se destacando de acordo com as condições ambientais da fase de enchimento de grãos. Diferentemente do dano mecânico, no rasgo ou ruptura fisiológica uma camada bastante delgada permanece, conferindo uma pequena proteção ao embrião, no entanto ainda não está completamente elucidado quanto as causas da maior suscetibilidade de alguns genótipos a ocorrência desse fenômeno. (Teixeira, 2021).

A maturidade fisiológica da soja é alcançada no estágio R7, quando as sementes possuem o máximo acúmulo de matéria seca, sendo este o momento em que atingem o ápice da qualidade, apresentando maior capacidade de germinação e vigor. Nesta fase, a umidade do grão geralmente excede 40% (Camara, 2015), aproximando-se frequentemente de 50% (Peske; Barros; Schuch, 2019).

Para realizarem o processo de germinação, as sementes reativam seus processos metabólicos. A taxa de reidratação é afetada por diversos fatores, como a permeabilidade dos tecidos da semente, o nível inicial de umidade, a temperatura e a área de contato entre a semente e o substrato. Cada cultivar possui suas características e composição química, mas de modo geral o processo de germinação só ocorre após alcançar novamente 50 a 55% de água absorvida (Aumonde; Pedó; Martinazzo, 2019). A presença de um rasgo no tegumento pode influenciar neste processo.

Para se obter um bom estabelecimento das lavouras, está sendo a cada ano mais utilizado o tratamento de sementes, que consiste na aplicação de substâncias químicas e/ou organismos biológicos sobre as sementes, com o objetivo de suprimir, controlar ou repelir patógenos, insetos ou outras pragas que afetam sementes, mudas e plantas. Além disso, tecnologias como inoculantes, agentes de proteção a herbicidas, micronutrientes, reguladores de crescimento, revestimentos de sementes, corantes, entre outros, também podem ser consideradas formas de tratamento de sementes (Abrasem).

A distribuição uniforme dos produtos sobre as sementes é outro fator importante a se considerar pois uma sub dosagem do produto não apresentara a resposta

esperada no desempenho da semente além de ser um possível causador de resistência ao alvo, por outro lado uma super dosagem pode gerar danos fisiológicos a semente, (Peske, Platzen, 2019).

Neste contexto surge a preocupação com a presença do rasgo no tegumento que gera um desequilíbrio no tecido, sendo um agravador no processo de distribuição dos produtos sobre a superfície da semente.

Diante do disposto, observa-se a necessidade de buscar informações sobre quais perdas podem ocorrer em consequência desta ruptura no tecido de proteção da semente.

3. Estudo I – Caracterização da curva de embebição em sementes de soja com rasgo no tegumento.

Introdução

Em sementes de soja a proteção é fornecida pelo tegumento, camada mais externa, que desempenha funções vitais para garantia da integridade e qualidade das sementes. O tegumento pode ser dividido em quatro camadas a partir da superfície, sendo elas a cutícula, a epiderme formada por células paliçádicas, hipoderme formada pela célula conhecida como ampulheta, e por fim células parenquimatosas (Souza e Marcos Filho, 2001).

Este conjunto de camadas que conferem à proteção às sementes é invariante dentro de cada cultivar, porém podem apresentar variações na sua espessura e composição química entre cultivares, visto que esta característica física é controlada geneticamente (Palagi 2004). Algumas de suas principais funções são proteção contra agentes externos, sejam eles biológicos, de condições climáticas, exposições químicas ou riscos físicos, que podem ocorrer durante todo o processo desde a maturação até a nova sementeira (Marcos Filho, 2015).

Quando o tegumento apresenta rasgo fisiológico, sua estrutura se torna comprometida surgindo um espaço onde sua camada é muito mais fina, restando apenas a última camada de proteção, facilitando a entrada ou saída de água do interior da semente para o meio. De acordo com (Marcos Filho, 2015), o tegumento é responsável por modular as trocas gasosas do interior para o meio externo mutuamente e regular o processo de hidratação que influencia na germinação, nos mecanismos e controle metabólico de desenvolvimento e na dormência.

O tegumento é o principal influenciador no processo de absorção de água nos estágios iniciais do processo de germinação e garante a manutenção adequada dos teores de água da semente (Mc Donald et al., 1988a, b). Para evidenciar se existe diferença no percentual de absorção de água, nas sementes que possuem rasgo no tegumento comparativamente às sementes sem rasgo no tegumento, pode ser utilizado o processo de embebição através da curva de embebição das sementes.

Segundo Albuquerque et al., (2000), a curva de embebição relaciona a permeabilidade do tegumento através do período de absorção e a determinação do

período de absorção em sementes submetidas a tratamentos com reguladores vegetais, condicionamento osmótico e pré-hidratação.

Durante o processo de germinação e emergência, tanto o excesso quanto a falta de água são prejudiciais para alcançar uma distribuição uniforme da população de plantas. Para garantir uma boa germinação, as sementes de soja precisam absorver pelo menos metade do seu peso em água. Durante esta fase, não é desejável que a umidade do solo seja maior que 85% da capacidade máxima de retenção de água, nem inferior a 50%, (Abrass, 2020).

O princípio da curva de embebição demonstra a capacidade da semente de absorver água, de acordo com a resistência imposta pelo tegumento em diferentes condições. Uma rápida absorção de água de maneira desordenada pode causar o rompimento das membranas e tecidos internos da semente. Desta forma o tegumento age controlando a rápida absorção e dessorção de água, mas quando este se encontra comprometido, o processo poderá causar lesões aos tecidos internos prejudicando a qualidade da semente (Marcos-Filho 2015).

O propósito do estudo foi analisar o processo de absorção de água das sementes de soja nas diferentes condições de classificação, com e sem rasgo no tegumento.

Material e Métodos

O estudo foi desenvolvido no Laboratório Didático de Análise de Sementes do Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, pertencente à Universidade Federal de Pelotas, localizado no município de Capão do Leão RS.

Para o desenvolvimento do experimento foram utilizados três lotes de semente de soja denominados inicialmente como lote 131, lote 132 e lote 133, cedidos por uma empresa produtora de sementes localizada no estado do Mato Grosso. Cada lote teve uma parte mantida de acordo com sua origem, ou seja, se manteve o percentual de sementes com e sem rasgo do lote comercial, o restante foi fragmentado manualmente em outras duas partes sendo uma com sementes sem nenhum dano visível ou rasgo fisiológico no tegumento e a outra parte com todas as sementes contendo rasgo no tegumento, conforme a tabela 1. Os lotes recebidos foram devidamente separados, acondicionados e passaram pelas análises iniciais padrões para sua caracterização.

Tabela 1: Caracterização inicial dos lotes de acordo com a separação e percentual de sementes de soja com rasgo, grau de umidade (GU) e peso de mil sementes (PMS)

Lote	Identificação	Sementes com		
		Rasgo (%)	GU(%)	PMS(g)
Lote 131	Com Rasgo	100	11,5	207
	Sem Rasgo	0	11,3	207
	Lote Original	80	11,4	207
Lote 132	Com Rasgo	100	11,2	196
	Sem Rasgo	0	11,2	196
	Lote Original	75	11,2	196
Lote 133	Com Rasgo	100	11,3	197
	Sem Rasgo	0	11,1	197
	Lote Original	81	11,3	197

Para controle padrão dos lotes, depois de feita a separação, foi realizado avaliação de umidade pelo método da estufa, germinação, primeira contagem da germinação e envelhecimento acelerado conforme procedimento metodológico descrito a seguir.

Umidade em Estufa: Para condução do teste foram seguidas as instruções das Regras para Análise de Sementes, (Brasil 2009), utilização do método em estufa a 105 °C, onde para cada condição em cada lote utilizaram-se quatro repetições de 5g ($\pm 0,01$ g) pesadas em balança com precisão de 0,001g e colocadas em cápsula de alumínio, previamente secas e com o peso estabelecido, levadas a estufa e após 24 horas deixadas em dessecador até atingirem temperatura ideal para manuseio e pesagem. As amostras foram pesadas antes e após o período de permanência na estufa, e calculada a umidade pela fórmula.

$$\text{Grau de umidade (GU\%)} = \frac{100 \times (P - p)}{P - t}$$

Onde:

P = peso inicial (peso do recipiente com tampa mais o peso da semente úmida);

p = peso final (peso do recipiente com tampa mais o peso da semente seca);

t = tara (peso do recipiente com tampa).

Teste de Germinação: foi conduzido em rolos sendo o substrato papel germitest, a cada quatro rolos de sub amostra contendo 50 sementes que representavam uma repetição metodológica, totalizando 200 sementes por (unidade

experimental), de acordo com Brasil, 2009 foram avaliadas quatro repetições por condição dentro de cada lote. As folhas de papel germitest foram separadas em três folhas por rolo e umedecidas a 2,5 vezes o seu peso seco, após semeadas foram postos em germinador com temperatura controlada de 25 °C ($\pm 1^\circ\text{C}$), por um período de oito (08) dias, sendo feitas avaliações de plântulas normais.

Primeira contagem da germinação: foi realizada em conjunto com o teste e germinação, sendo avaliados cinco dias após a instalação do experimento, com contagem de plântulas normais.

Envelhecimento Acelerado: foram empregadas caixas do tipo gerbox com uma tela de alumínio suspensa, formado um compartimento individual, sendo utilizadas quatro repetições por condição dentro de cada lote. Sobre a tela foram dispostas aproximadamente 200 sementes de maneira que não ficassem sobrepostas e no interior da caixa gerbox foi adicionado 40 ml de água destilada, feito este processo as caixas gerbox foram fechadas e levadas a câmaras tipo B.O.D por um período de 48 horas a uma temperatura de $41^\circ\text{C} \pm 0,3^\circ\text{C}$, de acordo com a metodologia recomendada pela (ISTA 2017), com algumas complementações de Marcos-Filho (1999). Após o período determinado de estresse e aceleração do metabolismo, as sementes foram submetidas ao teste de germinação de acordo com Regras de Análise de Sementes (Brasil, 2009) conforme descrito anteriormente, com avaliação cinco (05) dias após a implementação e contagem de plântulas normais.

Para determinação da curva de embebição e hidratação foram separadas quatro (04) repetições de 50 sementes para cada variável ou condição por lote, estas foram pesadas em balança digitais de precisão com erro aproximado de $\pm 0,001\text{g}$, sendo avaliadas duas temperaturas distintas para embebição, uma em ambiente controlado a $25^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$, e outra em condições ambientais com variações de acordo com o dia. As pesagens para coleta de dados ocorreram em intervalos de tempo de 2 horas até se obter o limite máximo de absorção chegando próximo ao grau de umidade da maturidade fisiológica, que para soja de acordo com (Peske, et. al., 2019) seria de 50% ou até a ocorrência do princípio de emissão de radícula.

Foram analisadas três formas de embebição/hidratação de sementes de soja, sendo realizados três ensaios, um por contato direto com a água (imersão), outro por umedecimento através do contato da semente com o substrato, no caso o papel germitest umedecido de acordo com as indicações para o teste de germinação e o

terceiro por ambiente úmido, com a utilização de caixas de gerbox utilizadas para realização do teste de envelhecimento acelerado.

No primeiro ensaio, cada sub amostra da repetição, as sementes foram distribuídas sobre uma tela de tecido, com a função apenas de facilitar o manuseio das sementes, e colocada dentro de um copo descartável com 75mL de água destilada para embeber, com 4 repetições de 50 sementes por condição dentro de cada lote, sendo deixadas em temperatura ambiente (anexo 1) e de semelhante forma uma quantidade igual na temperatura de 25°C em sala com controle de temperatura e avaliações no local. Após o horário previamente estabelecido de cada avaliação (intervalo regular de 30 min), as sementes foram retiradas da água por repetição, na mesma ordem que foram colocadas na água garantindo o período de contato com a água igual para todos. Na sequência foram cuidadosamente enxugadas com papel toalha, e assim retirando o excesso de água externo, possibilitando uma pesagem precisa apenas do volume de água absorvido pela semente. Após cada pesagem, as sementes eram colocadas novamente na água e deixada em repouso mais uma vez até a próxima avaliação.

No segundo ensaio cada sub amostra foi colocada em rolos de papel germiést umedecido a 2,5 vezes o seu peso seco, nas mesmas condições descritas pelas Regras de Análise de Sementes para germinação, com 4 repetições de 50 sementes por rolo de papel para cada condição dentro dos lotes, e mantidos em temperatura controlada de 25 °C em germinadores, e de similar forma a mesma quantidade de repetições temperatura ambiente (anexo 2).

No terceiro ensaio cada sub amostra de semente foi acondicionada em caixas plásticas do tipo gerbox, com as sementes distribuídas em camada única sem se sobrepor em uma tela de alumínio com 40 ml de água destilada no fundo. Utilizou-se do mesmo número de repetições dos ensaios anteriores, sendo acondicionados em temperatura ambiente (anexo 3). E uma outra parte diferentemente dos outros ensaios, se optou pela utilização da temperatura recomendada para o teste de envelhecimento acelerado sendo deixada a 41°C mantido em B.O.D.

Nos ensaios dois e três, as avaliações foram realizadas em intervalos regulares de duas horas.

Para chegar aos valores de variação umidade da semente ao longo do tempo, foi considerada a umidade inicial aferida em estufa e, as sementes foram pesadas em

balança de precisão após cada período e devolvidas ao ambiente. Com peso inicial da semente colocada para embeber, o peso registrado em cada período e valor da massa inicial das sementes, se chegou ao cálculo de umidade em cada pesagem, baseado na fórmula descrita pelas Regras para Análise de Sementes.

O experimento foi instalado em delineamento inteiramente casualizado (DIC), sendo realizado um tri-fatorial no esquema 3 x 3 x 2, sendo lote, condição e temperatura, respectivamente. Os dados foram submetidos a análise de homogeneidade da variância pelo teste de Bartlett ($p \leq 0,05$) para verificação da significância e posteriormente os dados foram submetidos análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Resultados e discussão

Pode se observar nas tabelas 2 e 3 os resultados obtidos pelos testes de germinação e de envelhecimento acelerado que mostram as características de cada lote.

Tabela 2: Resultado das análises de Envelhecimento Acelerado (EA) e Germinação (G) dos lotes de semente de soja denominados 131,132 e 133 Capão do Leão/RS, 2023.

CONDIÇÃO	LOTES					
	131		132		133	
	EA	G	EA	G	EA	G
Lote						
Original	62 a	89 a	66 a	90 a	37 b	87 a
Sem Rasgo	61 ab	88 ab	57 b	90 a	45 a	78 b
Com Rasgo	56 b	84 b	57 b	89 b	32 c	78 b
C.V. (%)	90,89	4,96	8,39	4,53	13,29	6,76

Médias seguidas por mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Abreviação (EA) para dados obtidos pelo teste de Envelhecimento Acelerado, e (G) para dados obtidos pelo teste de germinação.

Os testes aplicados são bastante utilizados por se tratar de testes de fácil aplicação, rápido, barato e eficiente para ranquear lotes com diferentes níveis de deterioração (Bakhshandeh e Gholamhossieni, 2018),

Na tabela 2 as condições de lote original e sem rasgo apresentaram germinação superior as sementes com rasgo, com exceção do lote 133 que estava com qualidade inferior. Já na tabela 3 nenhum dos lotes ou condições apresentou vigor satisfatório, porém o pior entre ambos foi a condição com rasgo provavelmente por ter sofrido uma oscilação maior com ganho e perda de água superior a sementes sem esta condição.

Na tabela 3 pode-se observar que em ambas as temperaturas utilizadas a condição de sementes sem rasgo apresentou um processo de embebição mais lento que as demais inicialmente. Ao longo do experimento foram se aproximando principalmente após o grau de umidade atingir 50%, pode-se observar melhor nas figuras 1, 2 e 3.

Tabela 3: Teor de água absorvido por três lotes de sementes de soja, separadas em três condições pelo método de imersão direta em água, Capão do Leão/RS, 2023.

			Tempo de hidratação (min)										
			30 min	60 min	90 min	120 min	150 min	180 min	210 min	240 min	270 min	300 min	330 min
Lote 131	ambiente	Com rasgo	37 aA α	41 aA α	44 aA α	46 aA α	48 aA α	50 aA α	52 aA α	53 aA α	54 aA α	55 aA α	56 aA α
		Sem rasgo	34 aB α	38 aB α	40 aB α	43 aB α	45 aB α	48 aB α	49 aB α	51 aB α	53 aB β	53 aB β	55 aB β
		Lote Original	36 aA α	40 aAB α	43 aA β	45 aAB α	47 aA β	49 aAB β	51 aA β	52 aA α	54 aA β	55 aA β	56 aA β
	25°C	Com rasgo	36 aA α	41 aA α	44 aA α	47 aA α	49 aA α	51 aA α	52 aA α	53 aA α	55 aA α	56 aA α	57 aAB α
		Sem rasgo	33 aB α	38 aB α	41 aB α	43 aB α	46 aB α	48 aB α	50 aB α	52 aB α	54 aB α	55 aB α	56 aB α
		Lote Original	38 aA α	41 aA α	45 aA α	45 bA α	49 aA α	50 aA α	52 aA α	53 aA α	55 aA α	56 aA α	57 aA α
Lote 132	ambiente	Com rasgo	36 abA α	40 aA α	42 aA β	45 aA β	47 aA β	49 aA β	51 aA α	52 aA β	54 aA β	55 aA β	56 aA α
		Sem rasgo	33 abB α	37 aB α	39 aB β	42 aB β	44 aB β	47 aB β	49 aB α	50 aB β	52 aB β	54 aB β	55 aB β
		Lote Original	34 abAB β	40 aA α	42 abA β	45 aA β	47 aA β	49 aA β	50 aA α	52 aA β	53 aA β	55 aA β	56 aA β
	25°C	Com rasgo	38 aA α	41 aA α	45 aA α	47 aA α	49 aA α	50 aA α	52 aA α	54 aA α	55 aA α	56 aA α	57 aA α
		Sem rasgo	32 aB α	37 aB α	41 aB α	43 aB α	46 aB α	48 aB α	50 aB α	52 aB α	53 aB α	55 aB α	56 aB α
		Lote Original	37 aA α	41 aA α	45 aA α	48 aA α	49 aA α	51 aA α	50 bB α	54 aA α	55 aA α	56 aA α	57 aA α
Lote 133	ambiente	Com rasgo	34 bA α	40 aA α	42 aA β	45 aA α	48 aA α	49 aA α	51 aA α	53 aA α	54 aA β	55 aA α	56 aA α
		Sem rasgo	31 bB α	37 aB α	39 aB β	43 aB α	45 aB α	47 aB α	49 aB α	51 aB α	52 aB β	54 aA α	55 aB β
		Lote Original	32 bAB β	38 aAB β	40 bAB β	43 aAB β	47 aAB β	48 aAB β	50 aAB β	52 aAB β	53 aAB β	55 aA β	56 aAB α
	25°C	Com rasgo	35 aA α	40 aA α	44 aA α	46 aA α	48 aA α	50 aA α	52 aA α	53 aA α	55 aA α	56 aAB α	56 aA α
		Sem rasgo	32 aB α	38 aA α	42 aB α	44 aB α	46 aB α	48 aB α	50 aB α	52 aB α	53 aB α	55 aB α	56 aA α
		Lote Original	35 aA α	40 aA α	43 aA α	46 abA α	49 aA α	51 aA α	52 aA α	53 aA α	55 aA α	56 aA α	56 aA α
CV (%)		4,13	3,57	2,74	2,39	1,92	1,57	1,77	1,37	1,08	1,21	0,98	

Médias seguidas por mesma letra, minúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$), considerando as condições (com rasgo – sem rasgo – lote original) por temperatura dentro de cada lote, maiúscula comparando as temperaturas dentro de cada lote e a letra grega comparando os lotes 131, 132 e 133.

Quando se observam as temperaturas de forma isolada, nota-se que ao utilizar temperatura de 25 °C, ou seja, mais elevada que a temperatura ambiente próxima aos 20°C, a velocidade de embebição das sementes que possuem rasgo no tegumento foi ainda mais elevada.

Nas figuras de 1 a 3, correspondentes aos lotes 131, 132 e 133, respectivamente, esta diferenciação fica facilmente perceptível, já nos minutos iniciais e vai se igualando ao chegar próximo do limite do período de embebição de acordo com a curva.

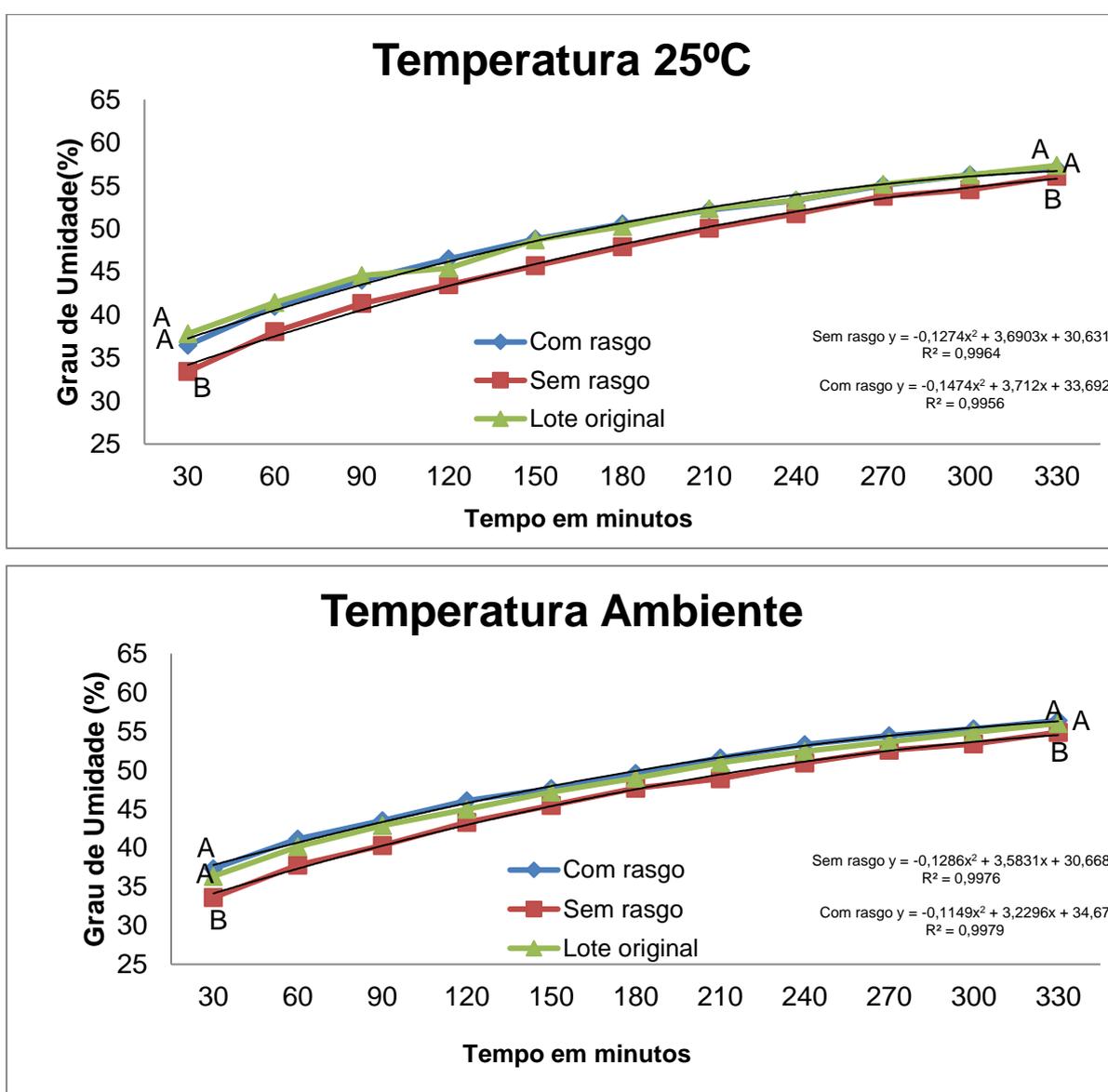


Figura 1: Curva de hidratação de sementes de soja, em três condições, pelo método direto em água, nas temperaturas ambiente e 25°C do lote 131, Capão do Leão/RS, 2023

Em cada temperatura pode se observar que sementes que possuem rasgo no tegumento tiveram um ganho percentual no teor de água superior em média de dois pontos percentuais chegando até quatro pontos percentuais, fato já observado nos trinta minutos iniciais.

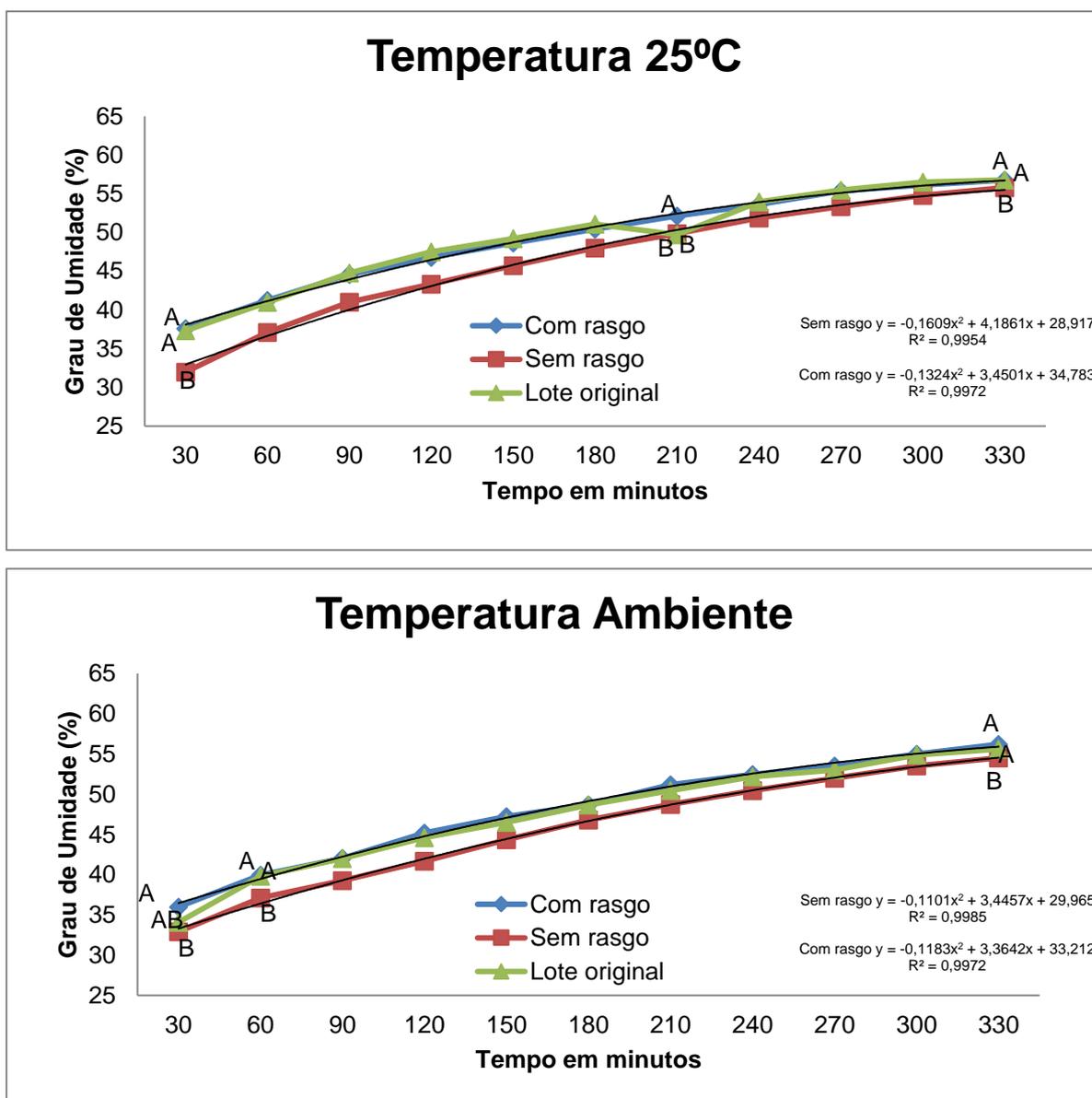


Figura 2: Curva de Hidratação de sementes de soja, em três condições, pelo método direto em água, nas temperaturas ambiente e 25°C do lote 132, Capão do Leão/RS, 2023

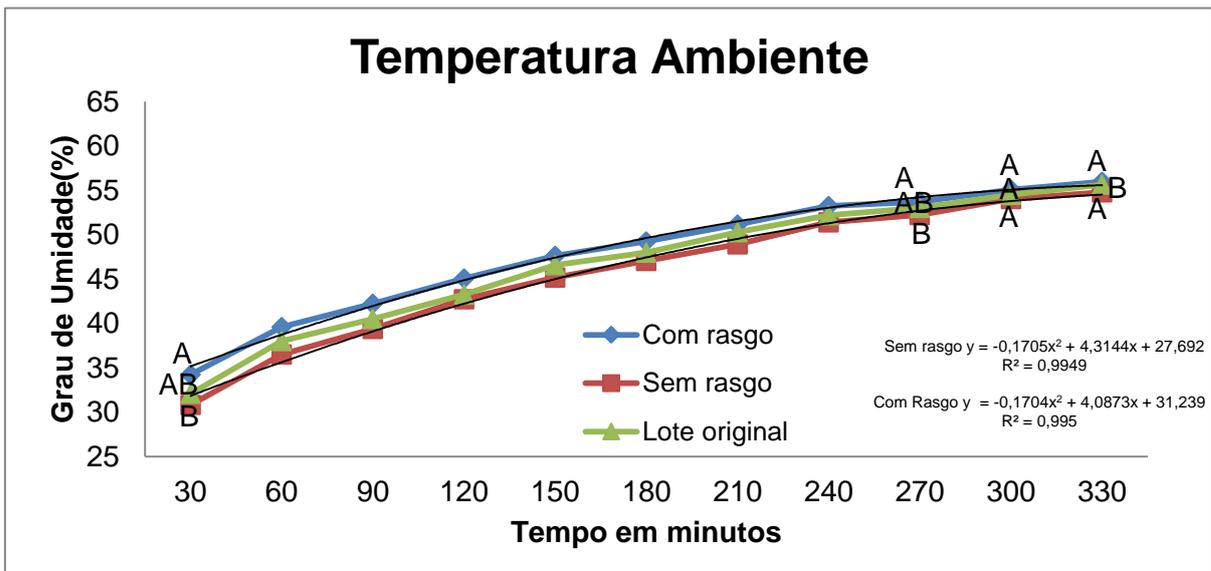
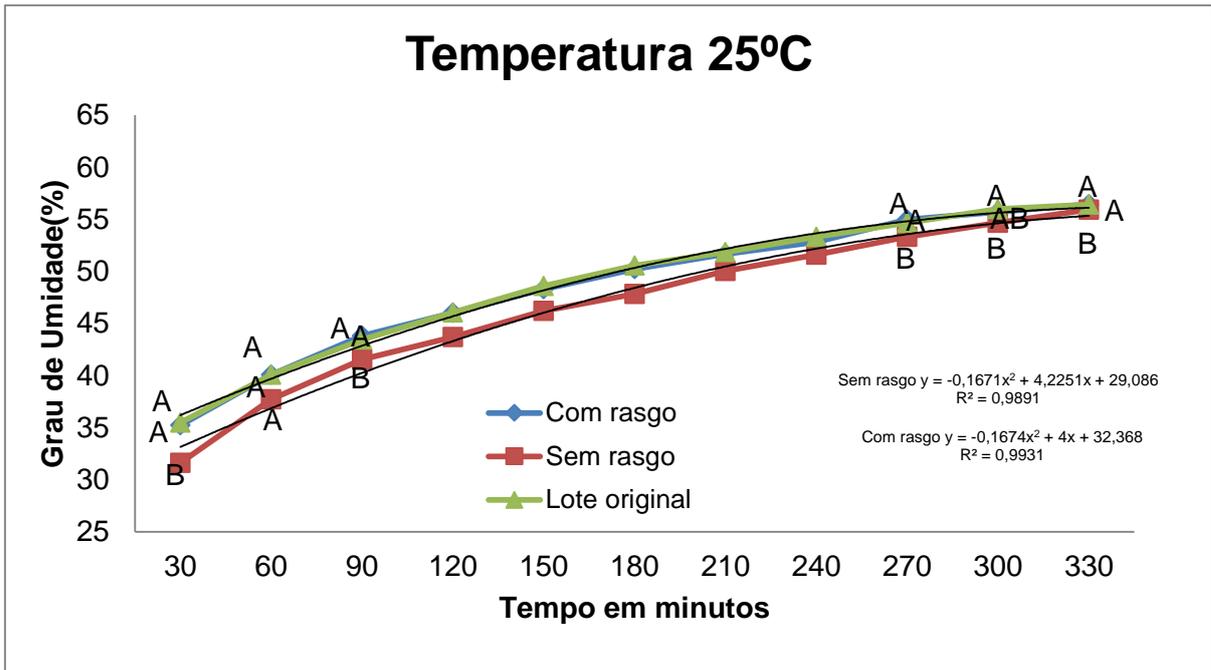


Figura 3: Curva de Hidratação de sementes de soja, em três condições, pelo método direto em água, nas temperaturas ambiente e 25°C do lote 133, Capão do Leão/RS, 2023.

Feita a separação por condições dos lotes, já se observa uma diferença no teor de água destas sementes, isto pode ser explicado pelo fato de cada semente possuir seu próprio teor de água e o grau de umidade ser determinado por uma média destes teores. Ao separar as sementes possivelmente aquelas com rasgo no tegumento são mais propícias a entrar em equilíbrio higroscópico com o ambiente mais rapidamente, possuindo assim um teor de água superior em comparação com as sementes sem

rasgo no tegumento, gerando assim esta diferença antes mesmo de submeter as sementes a hidratação.

O lote original por possuir um elevado percentual de sementes com rasgo na sua composição apresentou um grau de umidade mais próximo às sementes com rasgo no tegumento. Por este mesmo motivo pode se observar que na temperatura de 25°C, durante todo o processo de hidratação, o teor de água das sementes do lote original se manteve próximo ao das sementes com rasgo no tegumento.

Na temperatura ambiente, com oscilações, mas permanecendo próxima dos 20°C, já ocorreu uma diferenciação das três condições em relação à hidratação, porém mantendo o padrão de sementes com rasgo no tegumento e do lote original com uma absorção mais rápida e sementes sem rasgo no tegumento absorvendo mais lentamente. Isto se dá, provavelmente, em função do tegumento desempenhar o seu papel de regulador da entrada e saída de água da semente, com sua integridade o processo ocorre de forma mais lenta sem oferecer riscos a estrutura interna da semente.

O segundo método utilizado consistiu em colocar num substrato úmido seguindo os métodos utilizados no teste de germinação. Neste caso, os dados obtidos foram significativos para a interação tripla, sendo assim os dados foram tratados lote a lote conforme tabela 4.

Tabela 4: Teor de água absorvido por três lotes de sementes de soja, separadas em três condições, pelo método de embebição em papel germitest umedecido em água, Capão do Leão/RS, 2023.

		TEMPO DE HIDRATAÇÃO (Horas)																	
		CONDIÇÃO	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24				
131	Ambiente	Com rasgo	12 aAα	26 aBαβ	34 aBα	39 aBα	44 aBα	48 aBα	51 aBα	53 aBα	55 aBα	56 aBα	57 aAα	58 aAα	58 aAα				
		Lote Original	11 bAα	25 aAα	33 abAα	39 aAα	44 aAα	48 abAα	51 aAα	53 abAα	54 abAα	56 abAα	57 aAα	57 aAα	58 aAα				
		Sem rasgo	11 cAα	24 aBαβ	32 bBα	37 aBα	42 aBα	46 bBα	49 bBα	51 bAα	53 bAα	55 bAα	56 aAα	57 aAα	58 aAα				
	25°C	Com rasgo	12 aAα	29 aAα	38 aAα	44 aAα	49 aAα	52 aAα	54 aAα	56 aAα	56 aAα	58 aAα	58 aAα	58 aAα	59 aAα				
		Lote Original	11 bAα	25 bAβ	34 bAα	40 bAα	45 bAα	49 bAα	52 bAα	53 bAα	54 bAα	56 bAα	57 bAα	57 bAα	58 bAα				
		Sem rasgo	11 cAα	26 bAα	34 bAα	40 bAα	44 bAα	48 bAα	51 bAα	53 bAα	54 bAα	56 bAα	57 bAα	57 bAα	58 abAα				
132	Ambiente	Com rasgo	11 aAγ	24 aBβ	32 aAβ	38 aAα	42 aBα	47 aBα	50 aBα	52 aBα	54 aAα	55 aAα	56 aAα	57 aAβ	57 aAβ				
		Lote Original	11 bAγ	22 aBβ	29 bBβ	36 aBβ	40 abBβ	44 bBβ	47 bBβ	50 bBβ	52 bBβ	54 bBβ	55 bBβ	56 bBβ	56 bBβ				
		Sem rasgo	11 cAγ	21 aAβ	28 bAβ	33 bAβ	38 bBβ	42 bBβ	46 bAβ	49 bAβ	51 bAβ	53 bAβ	54 bAβ	55 bAβ	56 bAβ				
	25°C	Com rasgo	11 aAγ	26 aAβ	33 aAβ	40 aAβ	45 aAβ	49 aAβ	52 aAβ	54 aAβ	55 aAα	56 aAβ	57 aAβ	57 aAβ	58 aAβ				
		Lote Original	11 bAγ	28 aAα	35 aAα	41 aAα	47 aAα	49 aAα	51 aAα	53 aAα	55 aAα	56 aAα	57 aAα	57 aAα	58 aAα				
		Sem rasgo	11 cAγ	23 bAβ	29 bAβ	34 bAβ	40 bAβ	44 bAβ	47 bAβ	50 bAβ	52 bAβ	53 bAβ	54 bAγ	56 bAβ	57 bAβ				
133	Ambiente	Com rasgo	11 aAβ	28 aAα	33 aBαβ	39 aBα	44 aBα	47 aBα	50 aAα	52 aAα	54 aAα	56 aAα	56 aAα	57 aAαβ	57 aAβ				
		Lote Original	11 bAβ	26 aBα	33 aBα	39 aBα	44 aBα	47 aBα	50 aAα	53 aAα	55 aAα	56 aAα	57 aAα	57 aAα	58 aAα				
		Sem rasgo	11 cAβ	25 aAα	33 aAα	38 aAα	42 aAα	45 bAα	49 aAα	52 aAα	54 aAα	56 aAα	56 aAα	57 aAα	58 aAα				
	25°C	Com rasgo	11 aAβ	29 aAα	36 aAα	42 aAα	46 aAβ	49 aAβ	52 aAβ	53 aAβ	55 aAα	56 aAβ	57 aAβ	57 aAβ	58 aAβ				
		Lote Original	11 bAβ	29 aAα	35 aAα	42 aAα	46 aAα	49 aAα	52 aAα	53 aAα	55 aAα	56 aAα	57 abAα	57 aAα	58 aAα				
		Sem rasgo	11 cAβ	25 bAα	32 bAα	38 bAα	42 bAβ	45 bAβ	49 bAβ	51 bBβ	53 bAαβ	55 bBα	56 bAβ	56 aAβ	57 aAβ				
		Cv (%)	0	5,89	3,93	3,67	3	2,44	1,94	1,85	1,58	1,37	1,2	0,88	0,92				

Médias seguidas por mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$), considerando as condições (com rasgo – sem rasgo – lote original) por temperatura dentro de cada lote, maiúscula comparando as temperaturas dentro de cada lote e grega comparando os lotes 131, 132 e 133.

As figuras a seguir demonstram como cada condição de separação reagiu de forma distinta nas duas temperaturas submetidas, alternando variações entre os lotes, mas mantendo a mesma tendência. Observou-se que nas primeiras 10h de hidratação, as sementes sem rasgo apresentaram teor de água 2 pp inferior, na temperatura ambiente e com taxas de hidratação decrescentes no tempo.

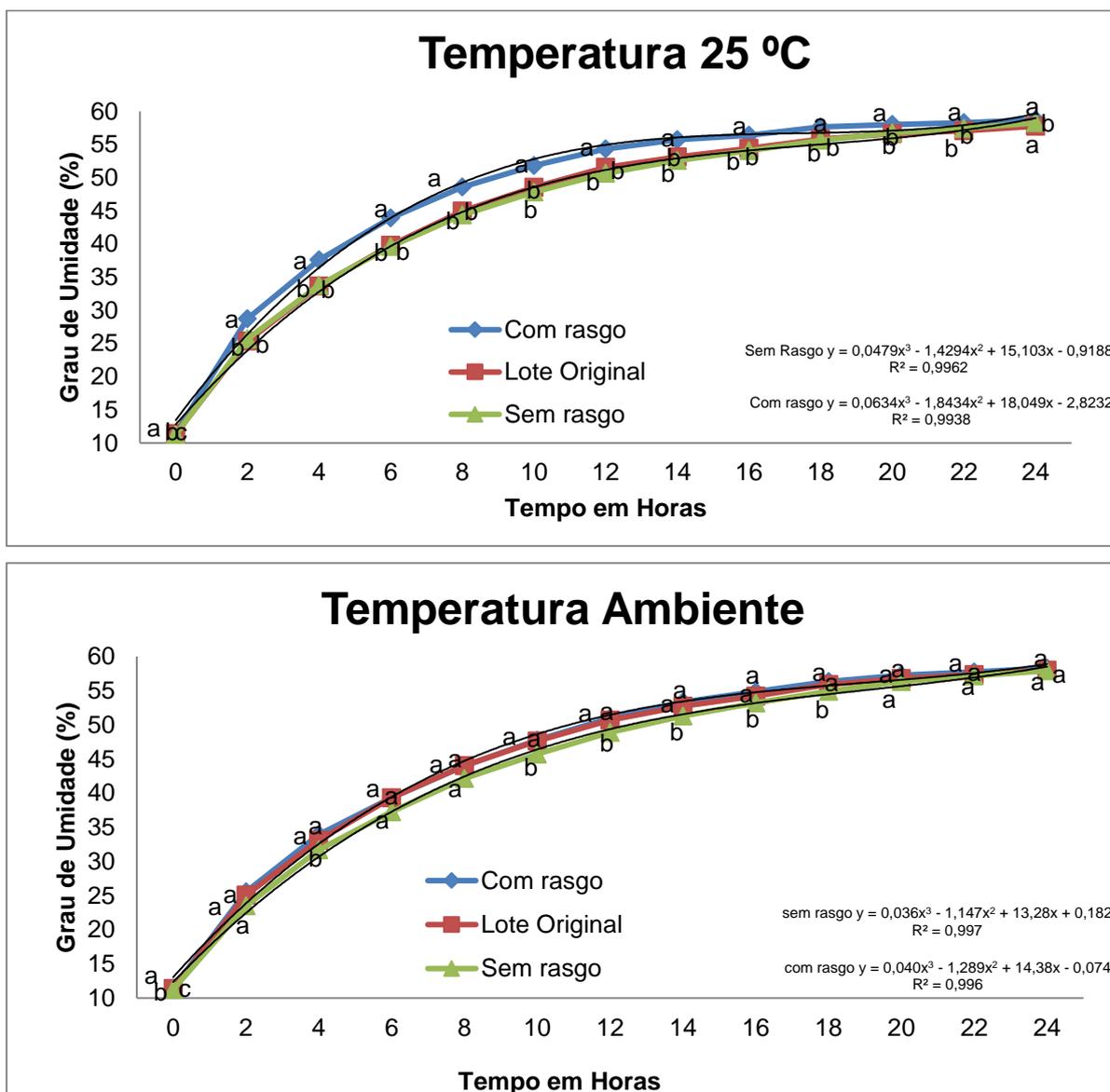


Figura 4: Curva de Hidratação de sementes de soja, em três condições pelo método do papel germitest, nas temperaturas ambiente e 25°C do lote 131, Capão do Leão/RS, 2023.

No lote 131 como é possível observar na figura 4, ao submeter a temperatura ambiente se observou oscilação não acentuada, mas ocorreu uma diferenciação das sementes com rasgo embebendo mais rapidamente que as sementes sem rasgo. Já

na temperatura superior e constante de 25°C a diferenciação foi bem mais acentuada e o ganho de umidade superior a temperatura inferior nas sementes com rasgo no tegumento, demonstrando que os fatores umidade e temperatura favorecem o maior ganho de água nas sementes com rasgo no tegumento.

O lote 132 considerado de melhor qualidade fisiológica é apresentado na figura 5 segue o mesmo padrão do anterior, pode se observar que neste caso a condição com rasgo no tegumento alcança sua umidade de 50% cerca de quatro horas antes das sementes que não possuem rasgo no tegumento, evidenciando novamente a maior facilidade em ganhar água.

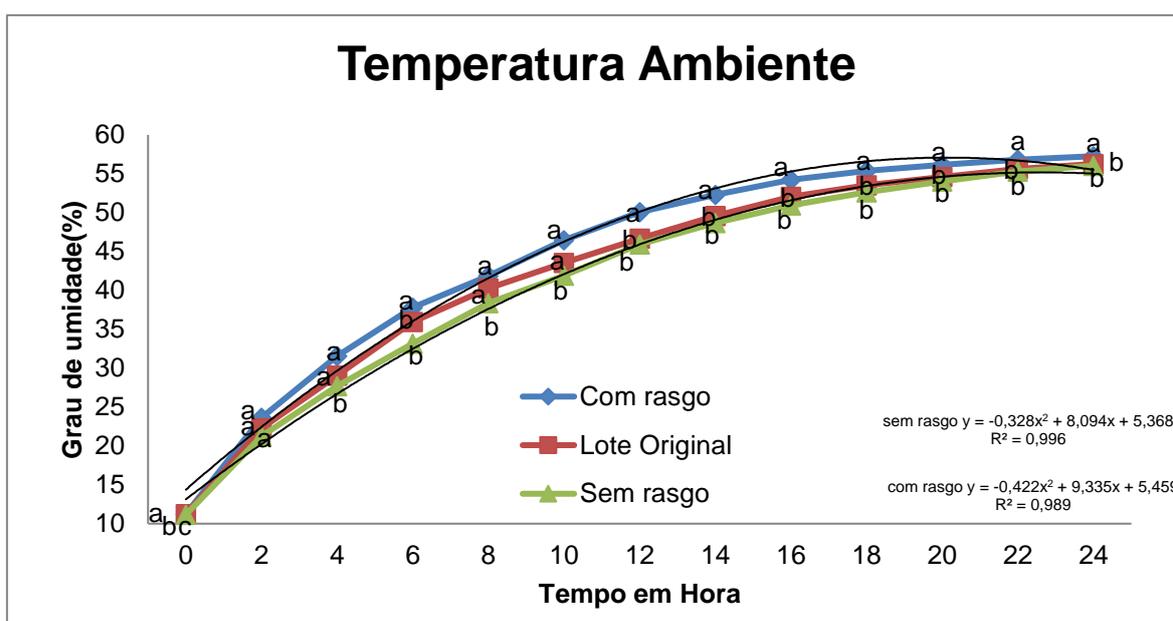
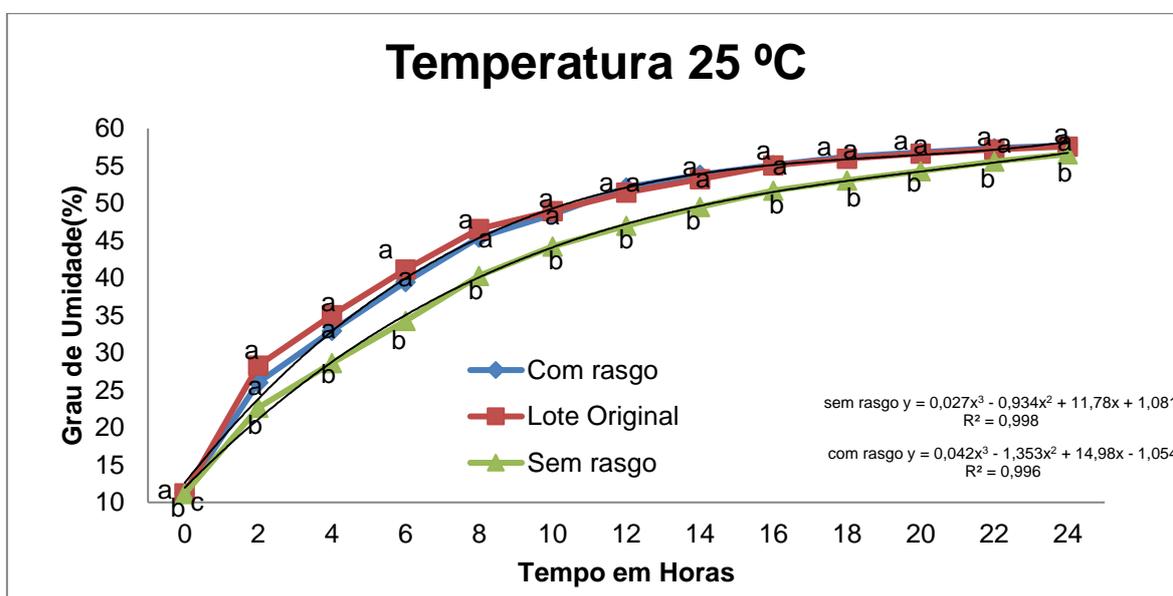


Figura 5: Curva de hidratação de sementes de soja, em três condições pelo método do papel germitest, nas temperaturas ambiente e 25°C do lote 132, Capão do Leão/RS, 2023.

Já no lote 133 apresentado na figura 6, que possui a qualidade fisiológica inferior, e a maior taxa de rasgo no lote original, em temperatura ambiente a diferenciação não foi expressiva.

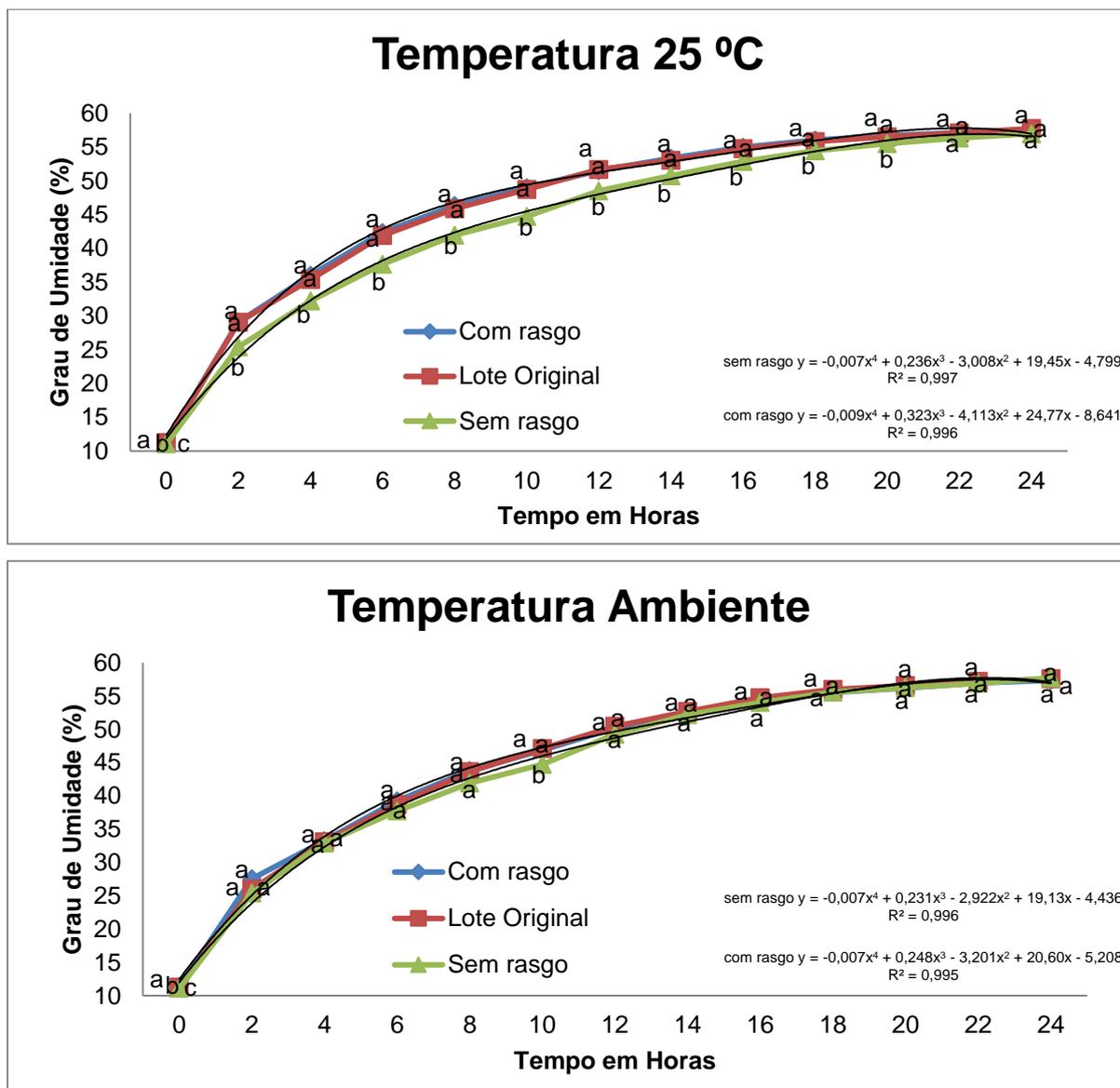


Figura 6: Curva de hidratação de sementes de soja, em três condições pelo método do papel germitest, nas temperaturas ambiente e 25°C do lote 133, Capão do Leão/RS, 2023.

Mas ao observar à temperatura superior e constante, a condição sem rasgo no tegumento manteve o mesmo nível de absorção da temperatura anterior, porem sementes do lote original que possuem uma alta taxa de rasgo e as sementes da

condição com rasgo no tegumento elevaram cerca de dois pontos percentuais na taxa de absorção pelo simples fator de aumento da temperatura demonstrando uma fragilidade maior do tegumento com rasgo quando submetido a temperaturas elevadas que muitas vezes podem ser encontradas no campo, demonstrando que se deve ter um cuidado maior com a utilização, manuseio e introdução de lotes com alta incidência de rasgo.

O método seguinte utilizado para simular o processo de embebição por ambiente úmido teve os seus resultados fora do padrão dos anteriores, com um processo de ganho de umidade bem mais lento.

Tabela 5: Teor de água absorvido por três lotes de sementes de soja, separadas em três condições, pelo método de embebição em gerbox, Capão do Leão/RS, 2023.

LOTE	TEMP.	CONDIÇÃO	Tempo de hidratação (horas)																		
			0	2h	4h	6h	8h	10 h	12h	14h	16h	18h	20h	22h	24h	36h	48h				
131	41°C	Com rasgo	12 aAα	14 abAβ	16 aAβ	18 aAβ	20 aAβ	21 aAβ	22 aAβ	23 aAβ	24 aAβ	25 aAβ	26 aAβ	26 aAβ	27 aAβ	29 aAβ	33 aAβ				
		Lote Original	11 bAα	13 bAβ	15 aAβ	18 aAαβ	19 aAα	21 aAα	22 aAβ	23 aAα	24 aAα	25 aAα	25 aAα	26 aAβ	26 aAβ	29 aAβ	32 aAβ				
		Sem rasgo	11 cAα	14 aAα	16 aAαβ	19 aAα	20 aAαβ	21 aAα	22 aAαβ	23 aAαβ	24 aAα	25 aAα	26 aAα	26 aAα	27 aAβ	29 aAα	32 aAα				
	Ambiente	Com rasgo	12 aAα	13 aAα	15 aBα	16 aBα	17 aBα	19 aBαβ	19 aBαβ	20 aBα	21 aBα	22 aBα	22 aBα	23 aBβ	23 aBβ	26 aBβ	29 abBβ				
		Lote Original	11 bAα	13 aAα	14 aBα	16 aBα	17 aBγ	18 aBγ	19 aBβ	20 aBβ	20 aBβ	21 aBβ	22 aBβ	22 aBβ	23 aBβ	25 aBβ	28 bBβ				
		Sem rasgo	11 cAα	13 aBα	14 aBα	16 aBα	17 aBβ	18 aBβ	19 aBα	20 aBα	21 aBα	21 aBα	22 aBα	23 aBβ	24 aBβ	26 aBγ	30 aBβ				
132	41°C	Com rasgo	11 aAγ	16 aAα	18 aAα	20 aAα	22 aAα	23 aAα	24 aAα	25 aAα	26 aAα	27 aAα	28 aAα	29 aAα	30 aAα	31 aAβ	33 aAβ				
		Lote Original	11 bAγ	13 cAβ	15 bAβ	17 cAβ	19 bAα	21 cAα	23 bAαβ	23 bAα	24 bAα	25 bAα	26 bAα	27 bAαβ	29 aAα	30 aAαβ	33 aAαβ				
		Sem rasgo	11 cAγ	15 bAα	17 aAα	18 bAα	21 aAα	22 bAα	23 bAα	24 bAα	25 bAα	25 abAα	26 abAα	28 abAα	30 aAα	31 aAα	34 aAα				
	Ambiente	Com rasgo	11 aAγ	14 aBα	15 aBα	16 aBα	18 bBα	19 bBα	20 abBα	21 bBα	21 bBα	22 bBα	23 abBα	26 aBα	27 aBα	28 aBα	31 aBα				
		Lote Original	11 bAγ	14 aAα	15 aAα	16 aAα	20 aAα	21 aAα	21 aBα	22 aBα	23 aBα	24 aBα	24 aBα	25 aAα	28 aAα	29 aAα	31 aBα				
		Sem rasgo	11 cAγ	14 aBα	15 aBα	16 aBα	18 bBα	19 bBα	20 bBα	21 bBα	21 bBα	22 abBα	23 bBα	26 aBα	29 aBα	30 aAα	32 aAα				
133	41°C	Com rasgo	11 aAβ	14 aAβ	16 aAβ	18 aAβ	19 bAβ	21 bAβ	22 bAβ	23 aAβ	24 aAβ	26 aAα	27 aAαβ	28 aAαβ	29 aAαβ	33 aAα	36 aAα				
		Lote Original	11 bAβ	15 aAα	17 aAα	19 aAα	20 aAα	22 aAα	23 aAα	24 aAα	25 aAα	25 aAα	26 aAα	28 aAα	30 aAα	31 abAα	34 abAα				
		Sem rasgo	11 cAβ	14 aAα	16 aAβ	17 aAα	19 bAβ	20 bAβ	21 bAβ	22 aAβ	25 aAα	25 aAα	26 aAα	27 aAα	28 aAβ	30 bAα	33 bAα				
	Ambiente	Com rasgo	11 aAβ	14 aAα	15 aBα	16 aBα	17 aBα	18 bBβ	19 aBβ	20 aBα	21 aBα	21 aBα	22 aBα	23 aBβ	24 bBβ	26 bBβ	29 bBβ				
		Lote Original	11 bAβ	14 aBα	15 aBα	16 aBα	18 aBβ	19 aBβ	20 aBβ	21 aBβ	21 aBβ	22 aBβ	23 aBα	24 aBα	26 aBα	28 aBα	31 aBα				
		Sem rasgo	11 cAβ	13 aAα	15 aBα	16 aBα	17 aBαβ	19 abBαβ	20 aBα	21 aBα	21 aBα	22 aBα	22 aBα	24 aBβ	26 abBβ	27 abBβ	31 aBβ				
CV (%)			0	4,78	4,39	4,06	3,34	3,01	3,43	3,64	3,51	3,57	3,63	4,09	4,36	3,89	3,19				

Médias seguidas por mesma letra, minúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$), considerando as condições (com rasgo – sem rasgo – lote original) por temperatura dentro de cada lote maiúscula comparando as temperaturas dentro de cada lote e grega comparando os lotes 131,132 e 133.

Para melhor visualização dos dados obtidos pode se observar as figuras 7 a 9. Na figura 7 que diferentemente dos outros métodos utilizados neste caso apenas com o ambiente saturado de umidade, as sementes não atingiram teores elevados de umidade, seguindo padrões já observados por Marcos-Filho (2001) que após 48 horas chegasse apenas a próximo de 30% de umidade das sementes, alterando de certa forma da curva de tendência pelo lento processo de absorção. A figura 7 apresenta o lote 131, que em ambas as temperaturas não apresentou muitas diferenças no processo de embebição.

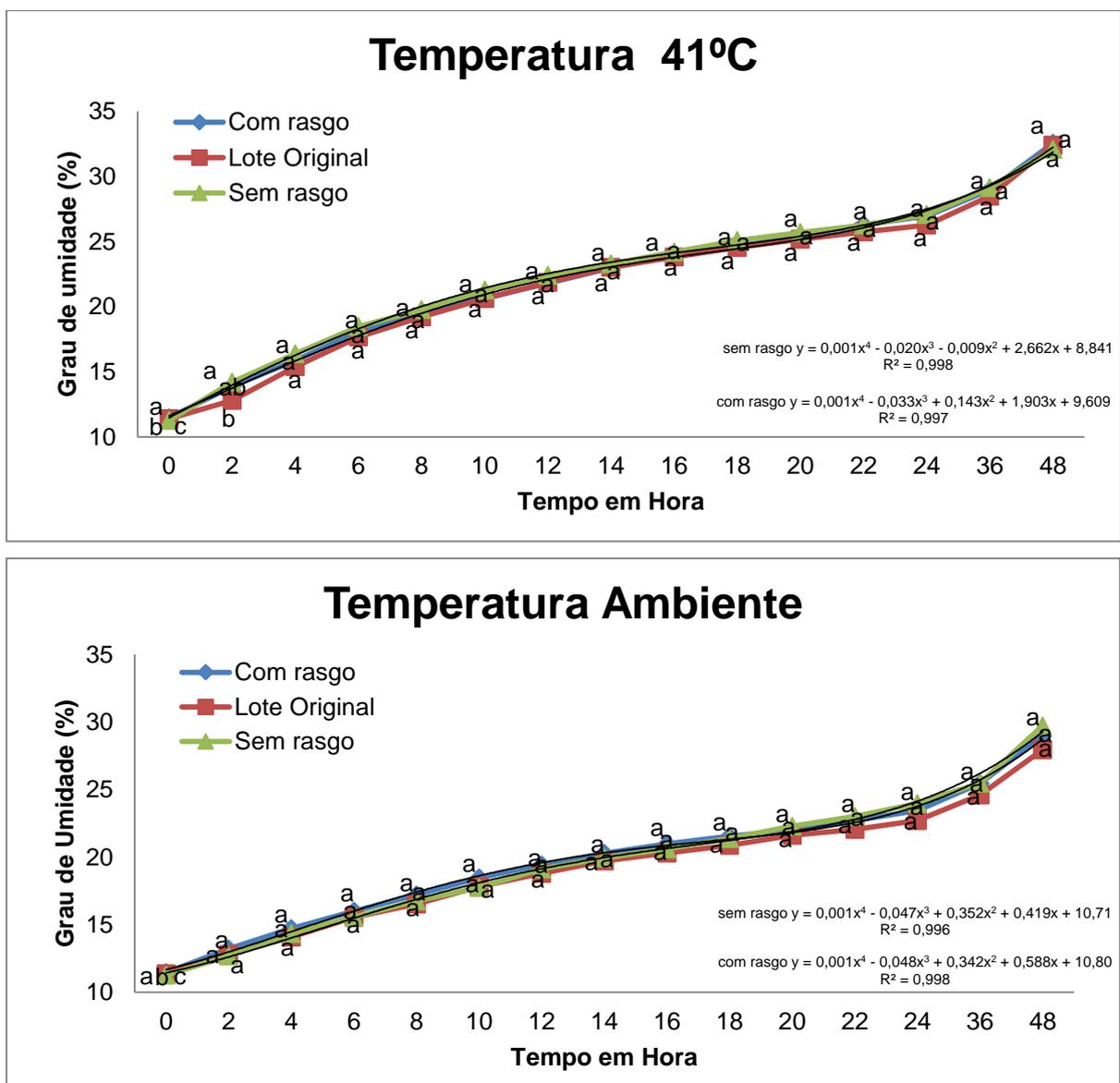


Figura 7: Curva de hidratação de sementes de soja, em três condições pelo método do gerbox, nas temperaturas ambiente e 41°C do lote 131, Capão do Leão/RS, 2023.

Mesmo na temperatura superior e constante de 41 °C as diferenciações não foram acentuadas, presume-se então que quando a disponibilidade de água não é por contato direto e sim por ambiente úmido, ou seja, a pressão de troca e busca pelo equilíbrio higroscópico seria relativamente menor, as sementes mesmo com rasgo no tegumento manteriam a taxa de absorção de água semelhante às sementes que não possuem rasgo no tegumento.

No lote 132 utilizado apresentado na figura 8, considerado o de melhor qualidade fisiológica dentro dos lotes utilizados, mesmo ocorrendo diferenciações estas oscilaram bastante.

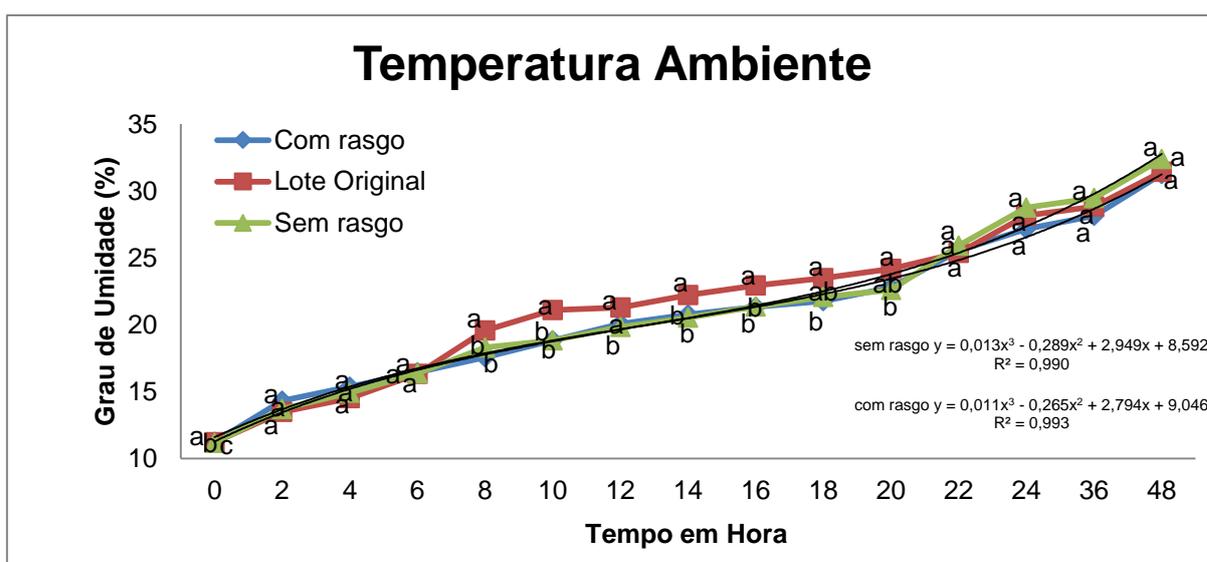
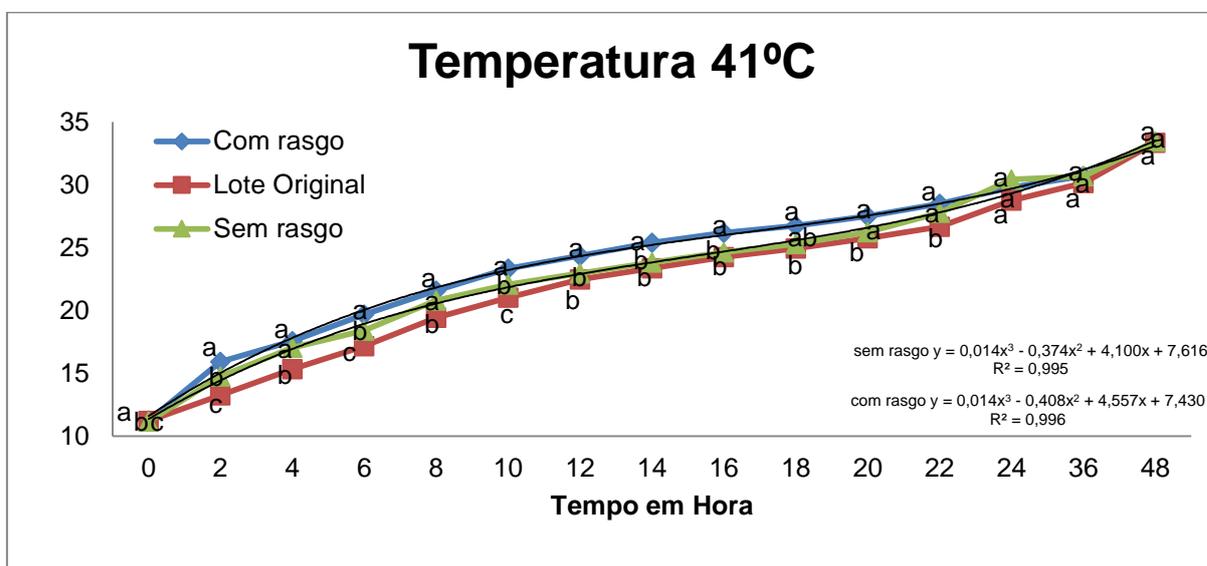


Figura 8: Curva de hidratação de sementes de soja, em três condições, pelo método do gerbox, nas temperaturas ambiente e 41°C do lote 132, Capão do Leão/RS, 2023.

Ao ser utilizada a temperatura superior e constante, mesmo com oscilações a condição caracterizada pela presença do rasgo se manteve por um longo período com o teor de água superior em relação às demais. Em contrapartida, na temperatura ambiente com oscilações ao longo do dia as condições de separação de sementes com e sem rasgo no tegumento tenderam a uma diferenciação menos significativa no terceiro lote utilizado, apresentado pelo gráfico 8, assim como no primeiro os lotes tiveram pouca diferenciação principalmente na temperatura ambiente.

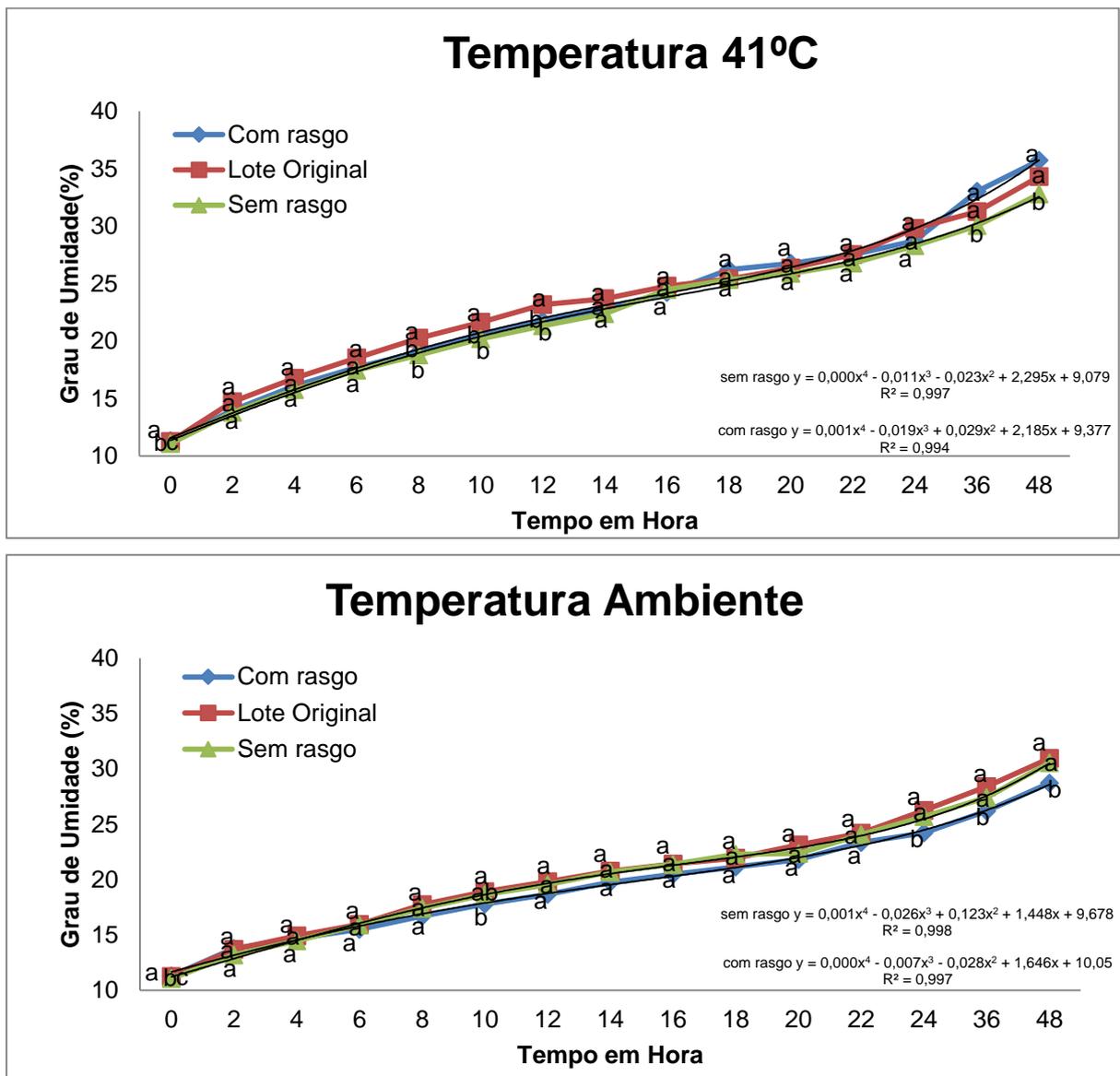


Figura 9: Curva de hidratação em sementes de soja, em três condições, pelo método do gerbox, nas temperaturas ambiente e 41°C do lote 133, Capão do Leão/RS, 2023.

Os resultados permitem inferir que para a condução do teste de envelhecimento acelerado, a presença de sementes com um rasgo no tegumento, não afetará de forma significativa a umidade das sementes atingida após o período de embebição.

Embora a exposição indireta à água, ou seja, por meio de ambiente úmido como o caso do teste de envelhecimento acelerado não tenha tido o seu desempenho afetado pela presença de rasgo, ao expor a sementes com este rasgo de forma direta a água, como nas condições de hidratação em água e papel germitest umedecido, que simulam situações mais próximas as ocorrências de campo, se teve uma diferenciação no processo de embebição.

O processo de semeadura de campos de produção de soja está diretamente exposto às intempéries climáticas como excesso de chuva pós semeadura que pode gerar um processo de embebição muito rápido causando danos ou até mesmo o contrário a falta de umidade pós semeadura que tende a levar estas sementes que possuem rasgo no tegumento a perderem sua viabilidade de forma muito mais rápida.

Conclusão

Sementes com rasgo no tegumento absorvem água mais rapidamente do que aquelas sem rasgo no tegumento, de até quatro pontos percentuais se imersas em água, 4,5 pontos percentuais em seis horas em substrato papel germitest e não há diferenças significativas em até 48 horas se expostas a um ambiente com elevada umidade relativa, equivalendo ao teste de envelhecimento acelerado.

4. Estudo II – Avaliação de sementes de soja com rompimento fisiológico pelos testes de tetrazólio e condutividade elétrica

Introdução

No cenário agrícola atual, onde são alcançadas grandes produtividades na cultura da soja, é imprescindível que se garanta uma boa qualidade das sementes oferecidas ao produtor. Nesse contexto, o vigor das sementes vem se tornando um ponto cada dia mais importante no controle de qualidade adotado pelas empresas, e tem sido amplamente difundido no setor agrícola sementeiro de diversas culturas, destacando-se especialmente no cultivo da soja. De acordo com a Associação Oficial dos Analistas de Sementes dos Estados Unidos (AOSA), vigor pode ser definido como características das sementes que influenciam sua capacidade de emergir de maneira rápida e uniforme, possibilitando o desenvolvimento de plântulas saudáveis, em uma ampla variedade de condições ambientais (Baalbaki et al., 2009).

Dentre os vários métodos utilizados na avaliação da qualidade das sementes de soja, pode-se destacar o teste de tetrazólio como um dos mais amplamente utilizados em razão do grande número de informações geradas em um único teste, e com tempo de execução relativamente rápido (cerca de 24 horas). Ele tem como objetivo determinar a viabilidade e o vigor além de identificar os fatores que podem afetar a qualidade das sementes como danos mecânicos, danos por umidade e danos causados por percevejos. Este pode ser aplicado em todas as fases do sistema de produção de sementes de soja, sendo muito utilizado na pré-colheita para caracterizar a qualidade de sementes em campos de produção, e posteriormente da colheita até a recepção das sementes na indústria ou unidade de beneficiamento de sementes, podendo ser utilizado também na análise dos processos de secagem armazenamento e comercialização (FRANÇA-NETO e KRZYZANOWSKI, 2022).

O teste de tetrazólio informa a germinação potencial, ou seja, a viabilidade e o índice de vigor, além de apontar as causas responsáveis pela redução de qualidade fisiológica da semente, com a identificação de danos como deterioração por umidade, ataques de percevejos e danos mecânicos oriundos do processo de colheita, transporte e beneficiamento de sementes (KRZYZANOWSKI et al., 2018).

A caracterização e princípio do teste ocorre com a imersão das sementes já metabolicamente ativas em uma solução de sal de tetrazólio (cloreto de 2,3,5-trifenil tetrazólio ou TCT), que ao entrar em contato com as células vivas formam um

composto vermelho carmim claro. Se o tecido estiver em deterioração, sua atividade metabólica de respiração e mais intensa a coloração se torna um vermelho mais escuro em função da difusão da solução, mas se o tecido não estiver viável, ou seja, estiver morto não apresenta atividade metabólica e desta forma não reduz o sal, não colorindo. A análise das variações de coloração, aliada ao entendimento de várias características morfológicas e fisiológicas das sensações, permite identificar a presença, a localização e a natureza de atributos positivos e de problemas que podem afetar os tecidos embrionários, (França-Neto, Krzyzanowski, 2022).

Outro teste utilizado para determinação do vigor em sementes de soja e o teste da condutividade elétrica que através da medida de íons lixiviados em uma solução de embebição, avalia a estrutura das membranas celulares e seu grau de deterioração, visto que quanto menor a estruturação e seletividade das membranas, maior será o teor de conteúdo lixiviados e por consequência menor será a qualidade fisiológica das sementes (Vieira e Krzyzanowski, 1999).

O teste de condutividade elétrica possui como vantagem, dentre várias o fato de ser considerado um bom indicador de potencial de vigor com uma resposta relativamente rápida, estando relacionado com os eventos iniciais do processo de deterioração das sementes através da redução de atividades biosintética e respiratórias, e começo da degradação das membranas (Delouche e Baskin, 1973).

O princípio do teste de condutividade elétrica em sementes se baseia no processo de absorção de água e conseqüentemente liberação de eletrólitos solúveis, como sais minerais e compostos orgânicos para o meio. A quantidade de eletrólitos liberada estará diretamente relacionada à integridade das membranas celulares da semente, sendo que sementes com membranas danificadas liberam uma quantidade maior de eletrólitos. Desta forma sementes que possuem rasgo no tegumento podem tender a absorver mais água e liberar mais rapidamente seu lixiviados.

A utilização dos testes de tetrazólio e condutividade elétrica caracteristicamente rápidos de avaliação de vigor, objetivou-se avaliar a capacidade dos referidos testes de determinar diferenças que possa ocorrer também em sementes com e sem rasgo no tegumento, a fim de visualizar possíveis danos causados pelo rasgo no tegumento as sementes.

Material e Métodos

O estudo foi desenvolvido no laboratório didático de Análise de Sementes do programa de pós-graduação em ciência e tecnologia de sementes da Universidade Federal de Pelotas, situado no município do Capão do Leão – RS.

Para o desenvolvimento dos trabalhos foram recebidas duas amostras de sementes de cultivares adaptadas as regiões centrais do Brasil da safra 2022/2023, que foram classificadas como T1 e T2, foram utilizadas ainda sementes da cultivar Brasmax Olimpo IPRO, que já estava armazenada em câmara fria, da safra 2021/2022 nomeada como T3. As identificações foram postas a fim de evitar qualquer tendenciosidade nas análises.

Os lotes foram submetidos a uma classificação manual das suas sementes, onde cada lote originou três condições sendo elas, sementes sem rasgo no tegumento, sementes com rasgo no tegumento e uma parte foi mantida conforme a original recebida e comercializada pela empresa, denominada lote original.

A tabela 1 traz a identificação e algumas características dos lotes.

Tabela 1: Identificação e caracterização das condições de acordo com a separação e percentual de sementes com rasgo, grau de umidade (GU) e peso de mil sementes (PMS) dos lotes T1, T2 e T3.

Lote	Identificação	Rasgo (%)	GU(%)	PMS(g)
T1	Com Rasgo	100	11,6	215,8
T1	Lote Original	88	11,4	215,8
T1	Sem rasgo	0	11,4	215,8
T2	Com Rasgo	100	11,6	161,9
T2	Lote Original	70	11,6	161,9
T2	Sem rasgo	0	11,6	161,9
T3	Com Rasgo	100	11,5	150,7
T3	Lote Original	25	11,4	150,7
T3	Sem rasgo	0	11,4	150,7

Após obter as amostras para trabalho devidamente separadas de acordo com as condições propostas do estudo, as sementes foram submetidas à avaliação da qualidade fisiológica, utilizando os testes de análises padrão para verificação de sua qualidade sendo o teste de germinação e primeira contagem da germinação e o envelhecimento acelerado.

Umidade em estufa: o método utilizado para a caracterização da umidade foi através de estufa a $105 \pm 3^{\circ}\text{C}$, durante 24 horas, de acordo com as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), com 4 repetições em média de 5g por condição para cada lote.

Teste de germinação: Foi conduzido de acordo com a metodologia das regras de análise de sementes (Brasil, 2009) em rolos sendo o substrato utilizado papel germitest. Foram utilizadas 200 sementes por repetição com sub amostra contendo 50 sementes. Foram avaliadas quatro repetições por condição dentro de cada lote. As folhas de papel germitest foram separadas em três folhas por rolo e umedecidas a 2,5 vezes o seu peso seco. A condição utilizada como ideal para o processo de germinação foi de temperatura controlada a $25^{\circ}\text{C} (\pm 1^{\circ}\text{C})$, condição está mantida em germinadores próprios para o processo, por um período de 8 dias, sendo feitas avaliações de plântulas normais.

Primeira contagem da germinação: A avaliação de primeira contagem de germinação ocorreu em conjunto com o teste e germinação, sendo avaliados cinco dias após a instalação do experimento, com contagem de plântulas normais.

Envelhecimento Acelerado: Foram empregadas caixas do tipo gerbox, cada uma contendo uma tela de alumínio suspensa para criar compartimentos individuais. Cada lote foi submetido a quatro repetições por condição. A tela recebeu aproximadamente 200 sementes, cuidadosamente dispostas de modo a evitar sobreposições. No interior de cada caixa gerbox, adicione-se 40 ml de água destilada. Após esse processo, as caixas foram devidamente fechadas e colocadas em câmaras do tipo BOD por um período de 48 horas, mantendo uma temperatura de $41^{\circ}\text{C} \pm 0,3^{\circ}\text{C}$. A metodologia utilizada foi a recomendada pela ISTA (2017), com algumas adaptações propostas por Marcos-Filho (1999).

Após o período definido de estresse, as sementes foram submetidas ao teste de germinação, de acordo com as Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009), conforme descrito anteriormente. A avaliação foi realizada cinco dias após a implementação do teste, incluindo a contagem de plântulas normais.

Feitos os testes iniciais para caracterização dos lotes, passou se aos testes voltados a avaliação de possível diferenciação entre as condições elencadas.

Tetrazólio: Foram utilizadas duas sub amostras compostas por 50 sementes cada, por repetição, dispostas entre folhas de papel germitest previamente umedecido

com água destilada. Essas sub amostras foram pré-condicionadas em câmara incubadora a $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ por 16 horas. Após esse período, as sementes foram transferidas para copos plásticos com um volume de 50 ml, ficando totalmente imersas em uma solução de tetrazólio (0,075%). Mantidas a uma temperatura de 35°C no interior de uma câmara do tipo BOD, as sementes permaneceram na solução até atingirem a coloração desejada, o que ocorreu após aproximadamente 120 minutos. Posteriormente, as sementes foram submetidas à lavagem em água corrente e separadas em classes numeradas de 1 a 8. A viabilidade foi determinada pela soma das porcentagens de sementes pertencentes às classes de 1 a 5; o nível de vigor foi representado pelas classes de 1 a 3; e a não viabilidade foi indicada pelas classes 6 a 8. A expressão dos valores de viabilidade e vigor se deram em porcentagem (França Neto; Krzyzanowski; Costa, 1998).

Condutividade Elétrica: Foram utilizadas 50 sementes por subunidades de cada repetição, sendo feitas quatro (4) repetições por condição em cada lote; as sementes foram inicialmente pesadas, e posteriormente imersas em 75 ml de água deionizada. As medições de condutividade foram realizadas nos períodos de 1, 2, 4, 6, 8 e 24 horas já estabelecidas. A semente foi mantida na temperatura de 25°C em sala com ambiente controlado (Krzyzanowski et al., 2020). As leituras da condutividade da solução de embebição foram realizadas com o auxílio de um condutímetro digital de bancada da marca Digimed, sendo os valores expressos em $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$.

O experimento foi conduzido no delineamento inteiramente casualizado (DIC), no esquema fatorial 3×3 , sendo lotes e condição (com rasgo, sem rasgo e lote original) respectivamente.

Após a obtenção os dados foram submetidos a análise de homogeneidade e análise de variância pelo teste de Bartlett ($p \leq 0,05$) para verificação da significância e posteriormente as medias foram comparadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Resultados e discussão

Nas tabelas dois e três pode-se observar o potencial fisiológico de viabilidade e vigor das sementes submetidas aos testes.

Os lotes apresentados possuem diferenças significativas entre si e entre as condições separadas, porém o enfoque principal do estudo é observar as diferenças entre as condições de rasgo no tegumento e tegumento íntegro.

Tabela 2: Caracterização de viabilidade, de três lotes de semente de soja, em três condições, pelo teste de germinação. Capão do Leão/RS, 2023.

Lotes	Com Rasgo	Lote Original	Sem Rasgo	Média
T1	90	93	94	92 b
T2	89	90	94	91 b
T3	93	96	95	95 a
Média	91 B	93 A	94 A	
CV(%)	1,84			

Médias seguidas por mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Desta forma ao analisar as diferentes condições, pode se observar que a condição “com rasgo” no tegumento apresentou germinação significativamente menor que os demais (Tabela 2). Enquanto o lote original não se diferencia do lote sem rasgo.

Tabela 3: Caracterização do vigor, de três lotes de semente de soja, em três condições, pelo teste de envelhecimento acelerado 48h. Capão do Leão/RS, 2023.

Lotes	Com rasgo	Lote Original	Sem Rasgo	Média
T1	81	80	86	82 a
T2	81	83	86	83 a
T3	69	75	75	73 b
Média	77 B	79 AB	82 A	
C.V(%)	4,77			

Médias seguidas por mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Na caracterização do vigor pelo teste de envelhecimento acelerado pode se observar uma diferença significativa entre os lotes, onde o T3 apresentou um vigor abaixo da média, muito provavelmente em virtude de a semente estar a um período maior armazenada. Entre as condições de separação realizadas nota-se uma diferenciação em três categorias, podendo se elencar as sementes sem rasgo com maior vigor, sementes do lote original com sua proporção comercial já apresentada com vigor intermediária e sementes com rasgo elencando o vigor menor.

O resultado de viabilidade do teste de tetrazólio apresentados na tabela 4, não foi capaz de detectar diferenças significativas entre as diferentes condições de separação das sementes

Tabela 4: Caracterização de viabilidade, de três lotes de semente de soja, em três condições, pelo teste de tetrazólio. Capão do Leão/RS, 2023.

Lotes	Com Rasgo	Lote Original	Sem Rasgo	Média
T1	94	97	98	96 a
T2	93	93	93	93 b
T3	96	96	98	96 a
Média	94 A	95 A	96 A	
C.V(%)	2,31			

Médias seguidas por mesma letra, minúscula na coluna maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Já na tabela 5 os níveis de vigor foram identificados e diferenciados pelo teste de tetrazólio, onde novamente a condição de sementes “sem rasgo” obteve o melhor índice de vigor.

Tabela 5: Caracterização do vigor, de três lotes de sementes de soja, em três condições, pelo teste de tetrazólio. Capão do Leão/RS, 2023.

Lotes	Com Rasgo	Lote Original	Sem Rasgo	Média
T1	84	85	96	88 a
T2	79	80	86	82 b
T3	85	85	91	87 a
Média	83 b	83 b	91 a	
CV (%)	4,42			

Médias seguidas por mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Por fim aplicou-se o teste de condutividade elétrica nos materiais separados, com o objetivo de verificar os demais resultados obtidos, agora com um método de avaliação considerado rápido e verificar a perda de qualidade das sementes através da facilidade de extravasamento dos seus solutos.

Na tabela 6 estão apresentados os dados, obtidos no teste de condutividade elétrica, neste pode se observar um comportamento diferente entre os lotes utilizados.

O lote T1 é o lote que apresenta a maior proporção de sementes com rasgo dentre os lotes, mesmo após a separação a presença de micro rasgos não visíveis a olho nu podem ter afetado a liberação de eletrólitos nas primeiras horas, sendo possível identificar somente após 24 horas uma diferença significativa, onde sementes com 100% de rasgo apresentaram uma liberação significativamente maior que as demais condições demonstrando uma menor capacidade de manutenção da qualidade fisiológica.

Tabela 6: Caracterização do vigor, de três lotes de semente de soja, em três condições, pelo teste de condutividade elétrica, determinado em condutivímetro digital de bancada da marca Digimed. Capão do Leão/RS, 2023.

		TEMPO (HORA)					
LOTES	CONDIÇÃO	1	2	4	6	8	24
T1	Com rasgo	19 ^{NS}	25 ^{NS}	34 ^{NS}	42 ^{NS}	49 ^{NS}	70 ^b
	Lote Original	21	26	34	41	47	64 ^a
	Sem rasgo	21	26	34	41	47	62 ^a
T2	Com rasgo	23 ^b	30 ^b	39 ^b	49 ^b	56 ^b	78 ^c
	Lote Original	21 ^a	27 ^a	35 ^a	44 ^a	51 ^a	70 ^b
	Sem rasgo	19 ^a	26 ^a	35 ^a	43 ^a	49 ^a	65 ^a
T3	Com rasgo	14 ^b	25 ^b	41 ^b	48 ^b	56 ^b	76 ^b
	Lote Original	12 ^{ab}	24 ^{ab}	36 ^a	43 ^a	49 ^a	65 ^a
	Sem rasgo	12 ^a	23 ^a	35 ^a	42 ^a	48 ^a	65 ^a
CV (%)		5,88	3,67	3,09	3,56	3,61	3,19

Médias seguidas por mesma letra minúscula na coluna, em cada lote, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Nos lotes T2 e T3 é notória a diferenciação já na primeira hora de avaliação, onde as sementes separadas na condição com rasgo no tegumento já apresentaram uma liberação significativamente superior de eletrólitos em relação as sementes separadas na condição sem rasgo no tegumento fator que se manteve até o final da avaliação corroborando com os resultados obtidos por Teixeira (2021). Observa-se

também que a condição mantida como lote original apresentou variações, mantendo-se mais próxima a condição sem rasgo e diferenciando-se no caso do T2 que possuía em média 70% de rasgo na sua composição após 24 horas. Já no T1 como a percentagem de rasgo na composição do lote original era relativamente mais baixa não influenciou de maneira expressiva nas características da condição lote original, mantendo este significativamente semelhante a condição sem rasgo.

A Figura 1 ilustra de forma geral o que ocorreu durante a realização do teste de condutividade elétrica, evidenciando que a hipótese inicial é afirmativa, portanto sementes com rasgo no tegumento apresentam uma perda de capacidade fisiológica superior às sementes que possuem sua proteção íntegra, ou seja, seu tegumento sem danos ou rasgos fisiológicos.

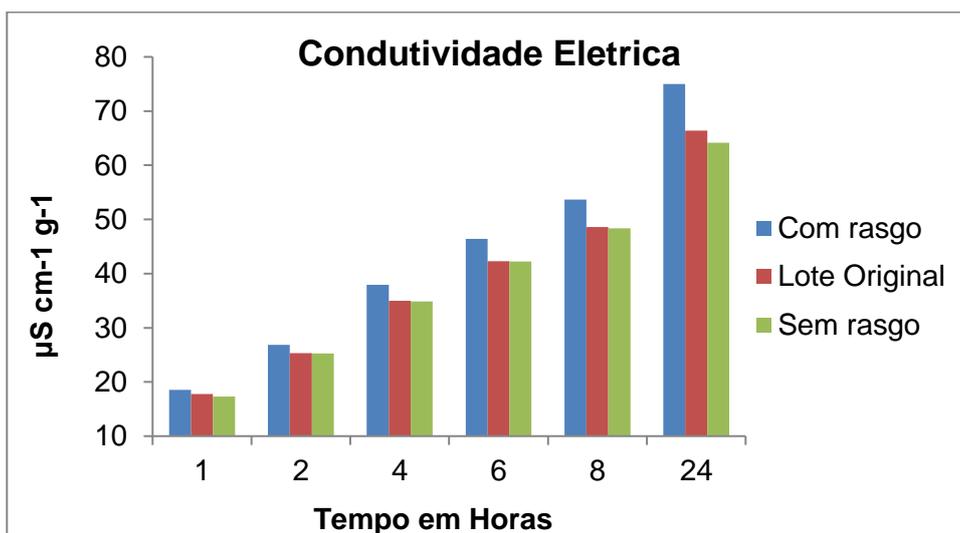


Figura 1: Condutividade elétrica média de três lotes de semente de soja, considerando apenas as condições de separação das sementes. Capão do Leão/RS, 2023

A figura ilustra de forma clara que desde a primeira hora, as sementes com a condição de rasgo no tegumento tenderam a lixiviar mais constituintes celulares, que segundo vários autores como Vieira (1994), Vieira & Krzyzanowski (1999), Panobianco & Marcos-Filho (2001), uma alta lixiviação caracteriza um baixo potencial de vigor e um baixo resultado de condutividade, ou seja, baixa lixiviação caracteriza um alto vigor das sementes. Diversas pesquisas como a de Marcos-Filho et al. (1990) demonstram uma relação direta entre elevadas concentrações de eletrólitos liberados no meio e a diminuição do potencial de vigor e germinação.

Conclusão

Conclui-se através das análises realizadas que sementes que possuem rasgo em seu tegumento apresentam menor vigor em comparação aquelas com tegumento íntegro e tendem a lixiviar mais rapidamente seus constituintes celulares, devido ao rasgo na camada protetora, comprometendo assim a qualidade fisiológica destas sementes.

5. Estudo III –Avaliação e respostas do tratamento químico em sementes de soja com e sem tegumento rompido.

Introdução

Durante o processo de semeadura e no período inicial de germinação a qualidade fisiológica da semente de soja pode ser afetada por fatores como a falta ou excesso de água, variações extremas de temperatura e a profundidade inadequada de semeadura, impedindo a adequada emergência da semente. Em condições desfavoráveis como essas, as taxas de germinação e emergência da soja diminuem, tornando as sementes vulneráveis à ação de fungos presentes no solo, tais como *Rhizoctonia solani*, *Pythium* spp., *Fusarium* spp. e *Aspergillus* spp. Dentre outros resultando na deterioração das sementes e/ou na morte das plântulas (Henning et al., 1997).

Para prevenir e mitigar eventuais efeitos negativos, utiliza-se o tratamento de sementes, que consiste na aplicação de produtos e substâncias para preservar ou auxiliar no desempenho das sementes, possibilitando que as culturas manifestem plenamente seu potencial genético. Esse processo engloba a utilização de diversos produtos como, fungicidas, inseticidas, biológicos, inoculantes, estimulantes, micronutrientes, entre outros aplicados de forma isolada ou combinada (Menten; Moraes, 2010). Se adequadamente realizado forma uma camada uniforme no entorno da semente, como se trata de doses extremamente baixas de ingrediente ativo por semente, o ideal é que a distribuição ocorra da forma mais uniforme possível para que o produto desempenhe seu papel (Baudet e Peske 2007).

Uma boa distribuição dos produtos sobre as sementes, além de garantir o seu efeito benéfico também evita os efeitos possíveis de fitotoxicidade em decorrência de sobre doses acumuladas na semente.

Um dos questionamentos da pesquisa é justamente verificar se nas sementes com rasgo, que por consequência deste não possuem sua superfície lisa e perfeita, podem sofrer efeitos prejudiciais no tratamento devido a possível má distribuição dos produtos ou acúmulo nas cavidades (depressões) geradas pela presença do rasgo no tegumento.

Para avaliar estas questões foram aplicados os testes de germinação e primeira contagem, além do envelhecimento acelerado, e para avaliação em condições reais, o teste de emergência campo.

Contudo neste estudo se busca avaliar a resposta do tratamento químico em sementes com o tegumento rompido, visto que este rompimento pode causar uma maior absorção do produto e uma quantidade diferente de absorção em comparação com sementes que não possuem esta característica.

Material e Métodos

O estudo foi desenvolvido no Laboratório Didático de Análise de Sementes do Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, pertencente à Universidade Federal de Pelotas, localizado no município de Capão do Leão RS.

Para realização dos trabalhos foram utilizados dois lotes de sementes de soja cedidos por uma empresa de Rondonópolis MT, que foram denominados como T1 e T2 e um terceiro lote de outra empresa que já estava armazenado denominado T3 ambos do cultivar olimpo. Os lotes foram submetidos a um processo de separação manual onde foram separadas sementes com rasgo visível a olho nu e sementes sem rasgo visível, originando duas condições distintas para cada lote e mais uma amostra mantendo os padrões originais de colheita e comercialização da semente, totalizando assim três condições para cada um dos lotes, com as características apresentadas na tabela 1.

Tabela 1: Identificação e caracterização das condições de acordo com a separação e percentual de sementes de soja com rasgo, grau de umidade (GU) e peso de mil sementes (PMS) dos lotes T1, T2 e T3.

Lote	Identificação	Rasgo (%)	GU(%)	PMS(g)
T1	Com Rasgo	100	11,6	215,8
T1	Lote Original	87,5	11,4	215,8
T1	Sem rasgo	0	11,4	215,8
T2	Com Rasgo	100	11,6	161,9
T2	Lote Original	69,9	11,6	161,9
T2	Sem rasgo	0	11,6	161,9
T3	Com Rasgo	100	11,5	150,7
T3	Lote Original	25	11,4	150,7
T3	Sem rasgo	0	11,4	150,7

Os lotes foram tratados com o inseticida Fortenza 600 FS (grupo químico das Antranilamida), e um fungicida e inseticida Standak top (grupo químico Piraclostrobina – Estrobilurinas, Tiofanato Metílico – Benzimidazol, Fipronil – Pirazol) ambos com acréscimo de um polímero no recobrimento, indicados para o tratamento da cultura. A dose de calda utilizada foi de 5 ml/kg, de acordo com a recomendação dos produtos, e para cada produto se utilizou a dose de 2ml/kg, dose máxima de acordo com a recomendação dos fabricantes. O tratamento das sementes foi realizado por equipamento tratador de pequeno porte da marca Momesso, modelo ARKTOS LABORATORIO L2K, disponível no laboratório didático do Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes da UFPel. As doses utilizadas e o processo de tratamento seguiram rigorosamente o mesmo padrão para todos os lotes. Após o tratamento as sementes foram mantidas em bandejas respeitando o período de secagem e aderência do produto às sementes.

As sementes tratadas foram submetidas na sequência ao teste de verificação do grau de umidade pelo método da estufa para verificar a alteração no teor de água seguindo as Regras para Análise de Sementes - RAS (Brasil 2009).

Foi utilizado também o teste de germinação de acordo com as recomendações da RAS, onde se utilizou quatro repetições de 200 sementes para cada amostra, subdivididas em quatro sub amostras de 50 sementes por rolo. As sementes foram distribuídas sobre duas folhas de papel germitest com uma folha sobreposta, os papéis foram umedecidos a 2,5 vezes o seu peso cedo. Montado os testes os rolos foram levados para germinador e mantidos por oito dias na temperatura de 25 °C. Junto com o teste de germinação foi conduzido também o teste de primeira contagem da germinação sendo a avaliação aos cinco dias após a instalação do teste.

Para o teste de envelhecimento acelerado foi adotado a metodologia recomendada pela ISTA (2017) e complementada por Marcos-Filho (1999). Aproximadamente 200 sementes de cada amostra, por repetição, sendo quatro repetições por lote, serão distribuídas em camada única sobre uma tela de alumínio fixada no interior do gerbox, funcionando como um compartimento individual. Em cada gerbox foram adicionados 40 ml de água e colocados em câmara tipo BOD, regulada a temperatura de 41°C por período de 48 horas, e posteriormente as sementes foram submetidas ao teste de germinação, descrito acima de acordo com as recomendações das Regras para Análise de Sementes (Brasil 2009), com avaliação aos cinco dias.

O teste de emergência em canteiros foi realizado em propriedade localizada no município de Canguçu - RS com as condições climáticas conforme o anexo 04, sendo utilizadas 400 sementes por lote distribuídas em quatro sub repetições de 100 sementes por linha, semeadas a 3 cm de profundidade nas condições de campo com avaliação diária do número de plantas emergidas após a emergência da primeira plântula, até a contagem final no décimo quarto dia.

Dos dados obtidos foram realizada avaliação da normalidade e homoscedasticidade dos dados, posteriormente foram submetidos a análise de variância, e constatada a diferença significativa entre os tratamentos, procedeu-se o teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Resultados e Discussão

Atualmente no mercado de sementes aproximadamente 98% das sementes de milho e soja são semeadas com a adição de algum tratamento, seja um inseticida ou fungicida ou a mistura, o tratamento pode ser realizado na própria indústria sementeira (TSI) ou mesmo na propriedade com o chamado tratamento *on farm*.

Diante do presente objetivo proposto, visando avaliar a qualidade fisiológica as sementes em condições com e sem rasgo no tegumento, pode-se observar na tabela 1 que demonstra os resultados obtidos na primeira contagem de germinação, que pode ser considerado um meio para avaliação de vigor, que nos lotes denominados T1 e T2 não ocorreu interação significativa, mas a interação foi significativa entre as condições de separação e os tratamentos químicos.

Em T1 as condições com e sem rasgo no tegumento não diferiram mesmo numericamente a condição sem rasgo sendo superior. Este resultado foi, inicialmente, inesperado, porém, a absorção de água nas sementes, como verificado no capítulo 1, é mais rápida nas sementes com rasgo, fazendo, possivelmente, com que o processo de germinação fosse iniciado antes. Já no quesito tratamentos ocorreu uma diferenciação significativa elencando o tratamento com standak o melhor, sem danos a semente, assim como o estudo de Costa (2023) onde o mesmo produto apresentou um bom resultado.

Tabela 2: Avaliação de primeira contagem da germinação de três lotes de sementes de soja, nas condições de separação e tratamentos das sementes. Capão do Leão/RS, 2023.

Lote	Condição de separação	Sem tratamento	Fortenza	Standak	Média
T1	Com rasgo	89	87	89	88 a
	Lote original	81	84	88	84 b
	Sem rasgo	91	89	92	90 a
		87 AB	86 B	89 A	
	CV (%)	3,24			
T2	Com rasgo	83	82	85	84 b
	Lote original	83	84	88	85 ab
	Sem rasgo	85	88	89	87 a
		84 B	85 B	87 A	
	CV (%)	3,03			
T3	Com rasgo	84 Ab	81 Ab	80 Ab	82
	Lote original	88 ABa	86 Ba	91 Aa	88
	Sem rasgo	90 Aa	87 Aa	88 Aa	88
		87	84	86	
	CV (%)	2,52			

Médias seguidas por mesma letra maiúscula para os tratamentos químicos na linha e minúsculas para condições de separação na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$), CV (%) – Coeficiente de Variação.

Em T2 ocorreu uma diferença significativa entre as condições sendo a sem rasgo com a qualidade fisiológica superior e a condição com rasgo com uma qualidade inferior.

Já em T3 ocorreu uma interação significativa entre os fatores, ficando mais visível as variações. Ao observar as condições de separação, que são o enfoque da pesquisa, percebe-se que em todas as condições de tratamento a condição com rasgo apresenta desempenho inferior, e ao observar os tratamentos com produtos químicos este desempenho foi ainda menor, o que indica um possível problema por fitotoxicidade.

Na avaliação pelo teste de germinação, o T1 segue o mesmo princípio da primeira contagem mantendo as duas condições de separação similares e o lote original que possuía um alto percentual de sementes com rasgo com uma germinação inferior o que pode ser justificado pela presença de danos mecânicos visíveis no lote original que não se encaixam nas condições com e sem rasgo e, portanto, foram removidos destas.

Tabela 3: Avaliação da germinação de três lotes de sementes de soja, das condições de separação e tratamentos das sementes. Capão do Leão/RS, 2023.

Lote	Condição de separação	Sem tratamento	Fortenza	Standak	Média
T1	Com rasgo	92 Aab	92 Ab	94 Bb	93
	Lote original	90 Bb	88 Bb	95 Aab	91
	Sem rasgo	96 Aa	94 Aa	98 Aa	96
		93	91	95	
	CV (%)	1,81			
T2	Com rasgo	88	87	89	88 b
	Lote original	89	89	90	89 ab
	Sem rasgo	90	90	91	90 a
		89 A	89 A	90 A	
	CV (%)	2,56			
T3	Com rasgo	89 Bc	90 ABa	92 Aa	90
	Lote original	93 ABb	90 Ba	95 Aa	93
	Sem rasgo	97 Aa	93 Ba	94 Ba	95
		93	91	94	
	CV (%)	1,95			

Médias seguidas por mesma letra maiúscula para os tratamentos químicos na linha e minúsculas para condições de separação na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$), CV (%) – Coeficiente de Variação.

Em T2 o padrão da primeira contagem seguiu o mesmo para as condições, porém os tratamentos agora não diferem, não afetando a germinação. E em T3 novamente a interação foi significativa entre os fatores, entretanto as condições com rasgo tratadas não diferiram das demais para germinação, já a mesma condição sem tratamento apresentou menor germinação muito possivelmente pela maior infecção causada por patógenos que obtiveram uma porta de entrada facilitada pela presença do rasgo no tegumento.

No teste de vigor pelo método do envelhecimento acelerado em T1, que não expressou interação significativa entre os fatores, a condição sem rasgo no tegumento apresentou o vigor superior assim como as sementes sem tratamento, seguidas e numericamente iguais, ao tratamento com o produto Standak, projetando um possível melhor armazenamento destas.

Tabela 4: Avaliação de Envelhecimento Acelerado de três lotes de semente de soja nas condições de separação e tratamentos das sementes. Capão do Leão/RS, 2023.

Lote	Condição de separação	Sem tratamento	Fortenza	Standak	Média
T1	Com rasgo	85	79	83	82 b
	Lote original	82	82	81	82 b
	Sem rasgo	89	87	89	88 a
		85 A	83 B	84 AB	
	CV (%)	2,67			
T2	Com rasgo	77 Bb	79 ABb	81 Aa	79
	Lote original	73 Bc	79 Ab	82 Aa	78
	Sem rasgo	83 Aa	85 Aa	85 Aa	84
		77	81	83	
	CV (%)	2,95			
T3	Com rasgo	59 ABa	58 Bb	65 Ab	61
	Lote original	53 Ba	57 Bb	76 Aa	62
	Sem rasgo	59 Ba	68 Aa	73 Aa	66
		57	61	71	
	CV (%)	6			

Médias seguidas por mesma letra maiúscula para os tratamentos químicos na linha e minúsculas para condições de separação na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$), CV (%) – Coeficiente de Variação.

Em T2 a condição sem rasgo independente do tratamento apresentou o vigor superior, assim como em T3, porém neste caso considerando os tratamentos o produto Standak apresentou melhor resposta.

Para finalizar se realizou o teste de emergência em campo, cujos resultados são apresentados na tabela 4. Ao analisar os dados obtidos em nenhum dos lotes utilizados sendo T1, T2 e T3 os resultados foram significativos para interação entre fatores, e para o fator tratamento também não ocorreu diferença significativa.

Tabela 5: Avaliação de Emergência em Campo de plântulas obtidas de três lotes de sementes de soja, nas condições de separação e tratamentos das sementes. Capão do leão/RS, 2023.

Lote	Condição de separação	Sem tratamento	Fortenza	Standak	Média
T1	Com rasgo	81	76	78	78 b
	Lote original	76	80	84	80 ab
	Sem rasgo	85	86	86	86 a
		81 A	81 A	81 A	
	CV (%)	8,4			
T2	Com rasgo	81	81	80	80 a
	Lote original	77	80	77	78 a
	Sem rasgo	80	80	79	80 a
		79 A	80 A	79 A	
	CV (%)	7,43			
T3	Com rasgo	71	75	72	73 b
	Lote original	76	80	76	77 b
	Sem rasgo	83	83	86	84 a
		77 A	80 A	78 A	
	CV (%)	7			

Médias seguidas por mesma letra maiúscula para os tratamentos químicos na linha e minúsculas para condições de separação na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$), CV (%) – Coeficiente de Variação.

Para as condições de separação das sementes foram obtidos resultados significativos tanto para o lote T1 quanto para o lote T3, em ambos os casos a condição de separação sem rasgo obteve o melhor desempenho em campo e a sementes com rasgo apresentou o menor desempenho.

Conclusão

Através das análises realizadas conclui-se que sementes sem rasgo no tegumento apresentam melhor desempenho mesmo quando submetidas a tratamentos químicos. Alguns princípios ativos devem ser utilizados com mais cautela pois podem reduzir a qualidade fisiológica das sementes com a presença de rasgo.

6. Conclusão Final

O rasgo no tegumento da soja facilita o processo de ganho de umidade e perda de reservas das sementes, fator este que favorece o processo de deterioração das sementes e perda de qualidade além de formar locais de acúmulo de material e baixa proteção demonstrado pelas curvas de embebição e hidratação uma diferença de até quatro pontos percentuais quando imersas em água. Durante o teste de hidratação em papel germitest, as sementes com rasgo absorvem 4,5 pontos percentuais a mais de água em 6 horas.

A análise de tetrazólio sugere que as sementes com rasgo no tegumento apresentam menor vigor em comparação com aquelas com tegumento íntegro. Isso pode ser atribuído à lixiviação mais rápida de seus constituintes celulares, devido à falha na camada protetora, comprometendo assim a qualidade fisiológica dessas sementes demonstrado.

Sementes sem rasgo no tegumento mostram melhor desempenho, mesmo quando submetidas a tratamentos químicos. No entanto, é importante ter cautela ao usar certos princípios ativos, pois podem reduzir a qualidade fisiológica das sementes com rasgos no tegumento.

7. Referências Bibliográficas Gerais:

ABRASEM. Associação Brasileira de Sementes e Mudanças. Estatística da produção. **Abrasem, 2021**. Disponível em: <<http://www.abrasem.com.br/estatisticas/#>>. Acesso em: 12 set. 2022.

ABRASS. Princípios Agronômicos – Efeitos da disponibilidade de água e altas temperaturas no ciclo da soja. **Abrass, 2020**. Disponível em: <<https://abrass.org.br/principios-agronomicos-efeitos-da-disponibilidade-de-agua-e-altas-temperaturas-no-ciclo-da-soja/>>. Acesso em 18 jan.2024.

ALBUQUERQUE, M.C.F.; RODRIGUES, T.J.D.; MENDONÇA, E.A.F. Absorção de água por sementes de *Crotalaria spectabilis* Roth determinada em diferentes temperaturas e disponibilidade hídrica. *Revista Brasileira de Sementes*, v.22, n.1, p.206-215, 2000.

BAALBAKI, R. Z.; ELIAS, S. G.; MARCOS-FILHO, J.; MCDONALD, M. B. (Ed.). Seed vigor testing handbook. Ithaca: Association of Official Seed Analysts, 2009. 341 p

BAKHSHANDEH, E.; GHOLAMHOSSIENI, M. Quantification of soybean seed germination response to seed deterioration under peg-induced water stress using hydrotim concept. **Acta Physiologia e Plantarum**, v. 40, n. 7, p. 126, 2018.

BAUDET, L; PESKE, F. **Aumentando o desempenho das sementes** Revista SeedNews, Pelotas, ano XI, n 5, p 22-26 Reportagem de capa – Set/Out 2007

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: Mapa/ACS, 2009.

BLACK, R.J. **Complexo soja: fundamentos, situação atual e perceptiva**. In: CÂMARA, G. M.S. (Ed). Soja: tecnologia de produção II. Piracicaba: ESALQ, 2000.

BRUGGINK, H. et al. Some factors influencing electrolyte leakage from maize (*Zea mays* L.) Kernels. **Seed Science Research**, v. 1, n. 1, p. 15-20, 1991.

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

CARVALHO, E.R.; OLIVEIRA, J.A.; CALDEIRA, C.M. Qualidade fisiológica de sementes de soja convencional e transgênica RR produzidas sob aplicação foliar de manganês. **Bragantia**, v. 73, n. 3, 2014.

CALIARI, M.F.; MARCOS FILHO, J. Comparação entre métodos para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de ervilha (*Pisum sativum* L.). Revista Brasileira de Sementes, v. 12, n. 3, p. 52-75. 1990.

CONAB. Com novo recorde, produção de grãos na safra 2022/23 chega a 322,8 milhões de toneladas. **12 Levantamento de safra**. Setembro, 2023. Acesso em 10/01/2024. Site: <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/5157-com-novo-recorde-producao-de-graos-na-safra-2022-23-cheqa-a-322-8-milhoes-de-tonelas>.

COSTA NETO, P.R; ROSI, L.F.S. **Produção de biocombustível alternativo ao óleo diesel através da transesterificação de óleo de soja usado em fritura**. Química Nova, v.23, 2000.

CHUNG, G.; SINGH, R. J. **Broadening the Genetic Base of Soybean: A Multi-Disciplinary Approach**. Critical Reviews in Plant Sciences, v. 27, n.5, p. 295-341, 2008.

DELOUCHE, J.C.; BASKIN, C.C. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. **Seed Science and Technology**, v. 1, p. 427-452, 1973

DIAS, D.C.F.S.; MARCOS-FILHO, J. Testes de condutividade elétrica para avaliação do vigor de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). *Scientia Agrícola*, v.53, n.1, p.31-42, 1996. http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-90161996000100005&script=sci_arttext

DIAS, D. C. F. S.; MARCOS FILHO, J. Testes de condutividade elétrica para avaliação do vigor de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). *Scientia Agrícola*, v. 53, n. 1, p. 1-11, 1996

EMBRAPA. **Tecnologia de produção de soja-região central do Brasil-2009 e 2010**. Londrina: Embrapa Soja: Embrapa Cerrado: Embrapa Agropecuária Oeste, p.262,2009.

HENNING, A.A.; CAMPO, R.J.; SFREDO, G.J. Tratamento com fungicidas, aplicação de micronutrientes e inoculação de sementes de soja. **Embrapa Soja**, n. 58, p. 1-6, nov. 1997.

HIRAKURI, M.H.; LAZZAROTTO, J.J. Agronegócio da soja nos contextos mundial e brasileiro. Londrina: **Embrapa Soja**, 2014. 70 p.

HUTH, CAROLINE et al. **Lignina no tegumento de semente de soja: deterioração por umidade e dano mecânico e tamanho de amostra para o teste de tetrazólio**. Dissertação

(Dissertação em Agronomia)-UFMS-Universidade Federal de Santa Maria. Rio Grande do Sul 2015.

FAVERIN, V. **Investimento em sementes representa 20% do custo total de produção da soja.** Canal Rural, 2023. Acesso em: 10/01/2024. Site: <https://www.canalrural.com.br/agricultura/projeto-soja-brasil/investimento-em-sementes-representa-20-do-custo-total-de-producao-da-soja/>

FRANÇA-NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C.; COSTA, N.P. **O teste de tetrazólio em sementes de soja.** Londrina: Embrapa Soja, 1998, 72p. (Documentos 116).

FRANÇA-NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C. **Metodologia do teste de tetrazólio em sementes de soja.** Londrina: Embrapa Soja, 2022, 111p. (Documentos 449).

FRANÇA-NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C.; HENNING, A.A.; PADUA, G.P.; LORINI, I. HENNING, F.A. **Tecnologia da produção de sementes de soja de alta qualidade.** Londrina: Embrapa Soja, 2016. 82 p. (Documentos 380).

FREITAS, M.C.M. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer Goiânia, v.7, p.12, 2011.

ISTA — INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. Seed vigour testing. In: International rules for seed testing. ed. 2017. **Bassersdorf**, cap.15, p. 15.6-8.

KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA NETO, J. B.; HENNING, A. A. Relato dos testes de vigor disponíveis para as grandes culturas. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 1, n. 2, p. 15-50, 1991.

KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA NETO, J. B.; HENNING, A. A. **A alta qualidade da semente de soja: fator importante para a produção da cultura.** Londrina: Embrapa Soja, 2018. p. 24. (Circular Técnica. Documentos, 136)

KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA-NETO, J.B.; MARCOS-FILHO, J. **Vigor de Sementes: conceitos e testes.** 2 ed. ABRATES, Londrina-PR, 2020. 601p.

LAZZAROTTO, J.J.; HIRAKURI, M.H. **Evolução e Perspectivas de Desempenho Econômico Associadas com a produção de Soja nos contextos Mundial e Brasileiro.** Londrina: EmbrapaSoja, 2010. (Documentos 39).

LOEFFLER, L. M.; TEKRONY, D. M.; EGLI, D. B. The bulk conductivity test as an indicator of soybean seed quality. *Journal of Seed Technology*, v. 12, n. 1, p. 37-53, 1988. MARCOS FLHO, J. et al. Estudo comparativo de métodos para a avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja, com ênfase ao teste de condutividade elétrica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 25, n. 12, p. 1805-15, 1990.

MARCOS-FILHO, J. Avaliação da qualidade de sementes de soja. In: CÂMARA, G. M. S. (Coord.). Soja: tecnologia da produção. Piracicaba: Publique, p. 206-243, 1998.

MARCOS FILHO, J. Testes de vigor: Importância e utilização. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999, cap.1, p.1-21.

MARCOS-FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Londrina: ABRATES, 2015. 660p.

MARCOS-FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, Cap. 2, p. 1-24, 1999.

MARCOS-FILHO, J.; NOVENBRE, A. D. C.; CHAMMA, H. M. C. P.; Testes de envelhecimento acelerado e de deterioração controlada para avaliação do vigor de sementes de soja. **SciELO Brasil**; Piracicaba, SP. 2001.

MENTEN, J. O.; MORAES, M. H. D. Tratamento de sementes: histórico, tipos, características e benefício. **Informativo ABRATES**, v. 20, n. 3, 2010.

PANOBIANCO, M.; MARCOS FILHO, J. Envelhecimento acelerado e deterioração controlada em sementes de tomate. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.58, n.3, p.525-531, 2001.

PALAGI, C. A. **Embebição de sementes de soja para o teste de germinação**. 2004. 100f.Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2004.

PESKE, S.T.; BARROS, A.C.S.A.; SCHUCH, L. O. B. Capítulo 1 - Produção de sementes In: PESKE, S. T.; VILLELA, F. A.; MENEGHELLO, G. E. **Sementes: Fundamentos científicos e tecnológicos**. 4a Edição (Revisada, Atualizada e Ampliada), Pelotas/RS, Editora Becker & Peske Ltda, 105p, 2019.

AUMONDE, T. Z.; PÉDO, T.; MARTINAZZO, E. G. Capítulo 2 – Fisiologia da Qualidade de Sementes. In: PESKE, S. T.; VILLELA, F. A.; MENEGHELLO, G. E. **Sementes: Fundamentos científicos e tecnológicos**. 4a Edição (Revisada, Atualizada e Ampliada), Pelotas/RS, Editora Becker & Peske Ltda, 14p, 2019.

REIS, E.F.; NETO, V.C.L.; GODOY, C.V.; ROSA, C.T.; CASTANHO, H.E.; VICENTE, N.G. Controle químico da ferrugem asiática da soja na região sul do Paraná. **Scientia Agraria**, v. 8, n. 3, 2007. Site: (<https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/dados-economicos>) Acesso: 31/05/2022.

REGO, C.H.Q.; OLIVEIRA, N.C.; LOURENÇO, F.M.S.; SILVA, J.B.; ALVES, C.Z.; Teste de embebição em água para sementes de soja. **Journal of Agronomic Sciences**, Umuarama, v.3, n.2, p.178-185, 2014.

SOUZA, F.H.D.; MARCOS-FILHO, J. The seed coat as a modulator of seed environment relationships in Fabaceae. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 24, n. 4, p. 365-375, 2001.

SMANIOTTO, T.A.S.; RESENDE, O.; MARÇAL, K.A.F.; OLIVEIRA, D.E.C. & SIMON, G.A. Physiological quality of soybean seeds stored in different conditions. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 1, p. 446-453, 2014.

TEIXEIRA, S.B.; MENEGHELLO, G.E.; MAIA, L.C.; ZORATO, M.F.; DEUNER, S. Rasgo no tegumento em sementes de soja suas causas e consequências. UFPel. Pelotas, 2021.

TEÓFILO, E.M.; DUTRA, A.S.; DIAS, F.T.C. Potencial fisiológico de sementes de soja produzidas no Estado do Ceará. **Revista Ciência Agronômica**, v. 38, n. 04, p. 401-406, 2007.

USDA. United States Department of Agriculture. **Statistics by Commodity: South America and North America: Oilseeds - Oilseed, Soybean: Production Reported On: Nov'21**. Disponível em: <<http://apps.fas.usda.gov/psdonline/>>. Acesso em: 14 nov. 2021.

VANZOLINI, S.; NAKAGAWA, J. Teste de condutividade elétrica em sementes de amendoim: Efeitos de temperatura e períodos de embebição. *Revista Brasileira de Sementes*, v.21, n.1, p.41-45, 1999. <http://www.abrates.org.br/revista/artigos/1999/v21n1/artigo06.pdf>

VIEIRA, R. D. Teste de condutividade elétrica. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. (ed.), **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal. FUNEP, 1994. p.103-132.

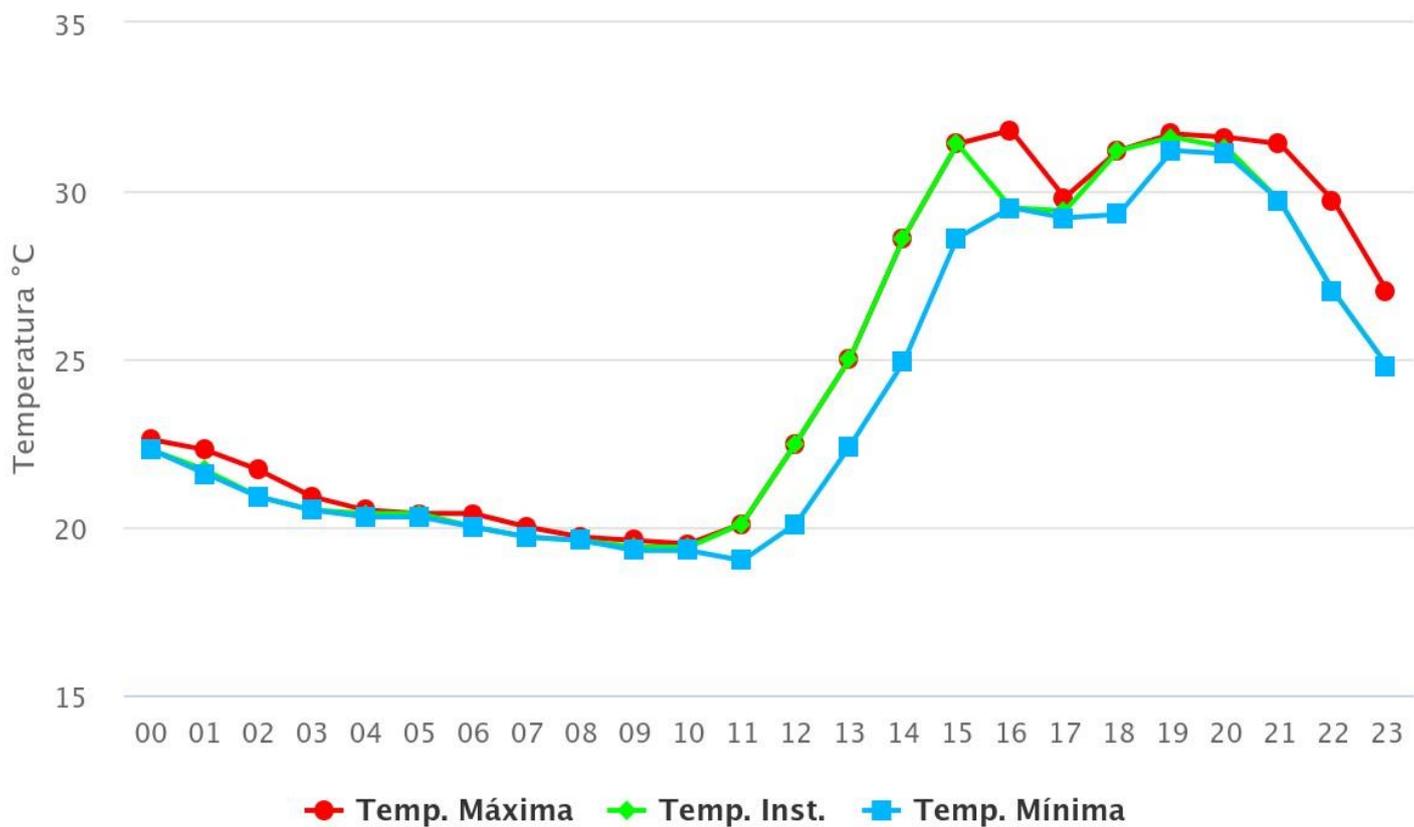
VIEIRA, R. D.; KRZYZANOWSKI, F. C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (ed.) **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. cap.4, p.1-26.

8. Anexos:

Anexo 1 – Variação climática da condição ambiente, para curva de embebição direto em água.

Instituto Nacional de Meteorologia – INMET

Temperatura por Hora || Estação: CAPAO DO LEAO (PELOTAS) (A887) – 29/03/2023

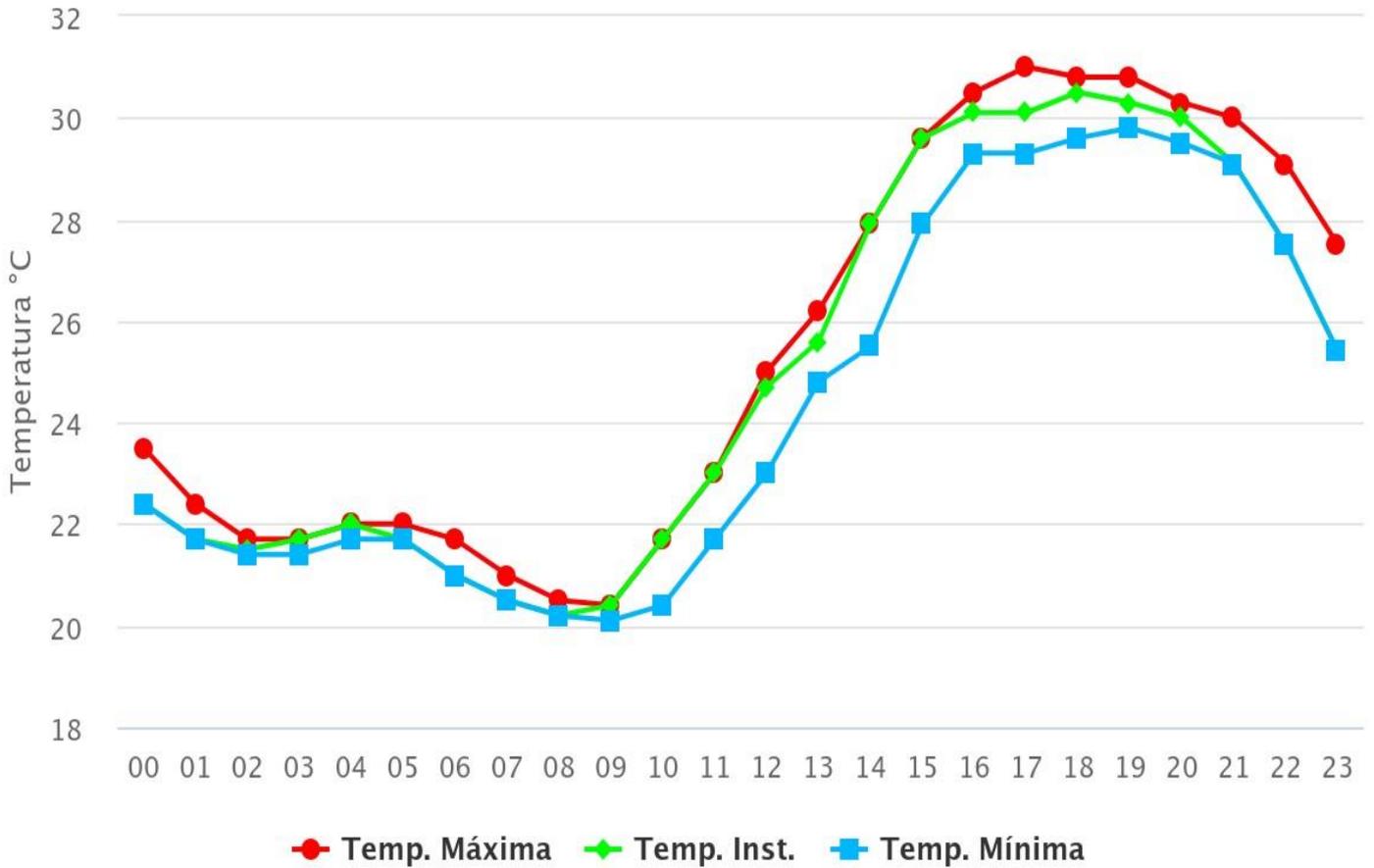


Highcharts.com

Anexo 2 - Variação climática da condição ambiente, para curva de embebição em papel germitest.

Instituto Nacional de Meteorologia – INMET

Temperatura por Hora || Estação: CAPAO DO LEAO (PELOTAS) (A887) – 30/01/2023

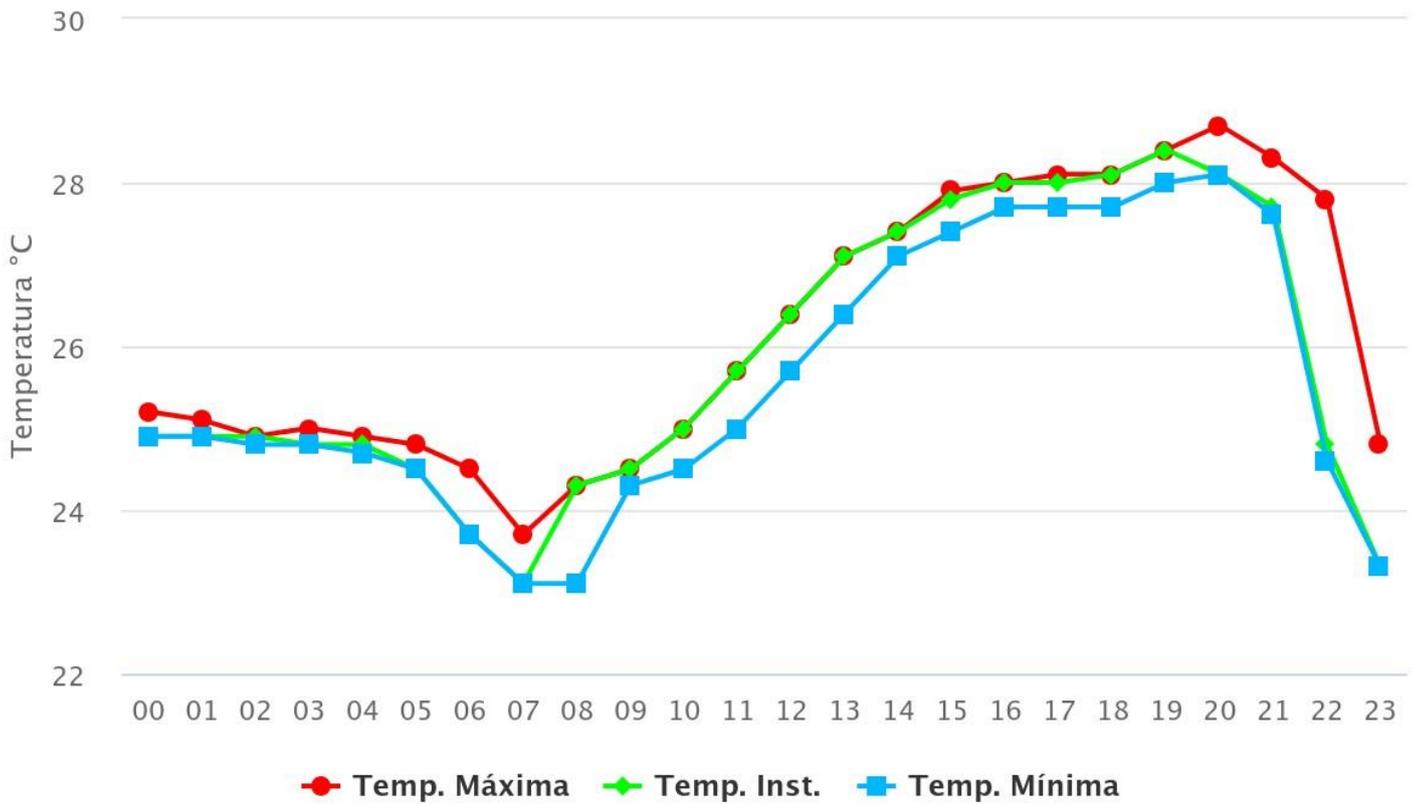


Highcharts.com

Anexo 3 - Variação climática da condição ambiente, para curva de embebição em gerbox.

Instituto Nacional de Meteorologia – INMET

Temperatura por Hora || Estação: CAPAO DO LEAO (PELOTAS) (A887) – 26/01/2023

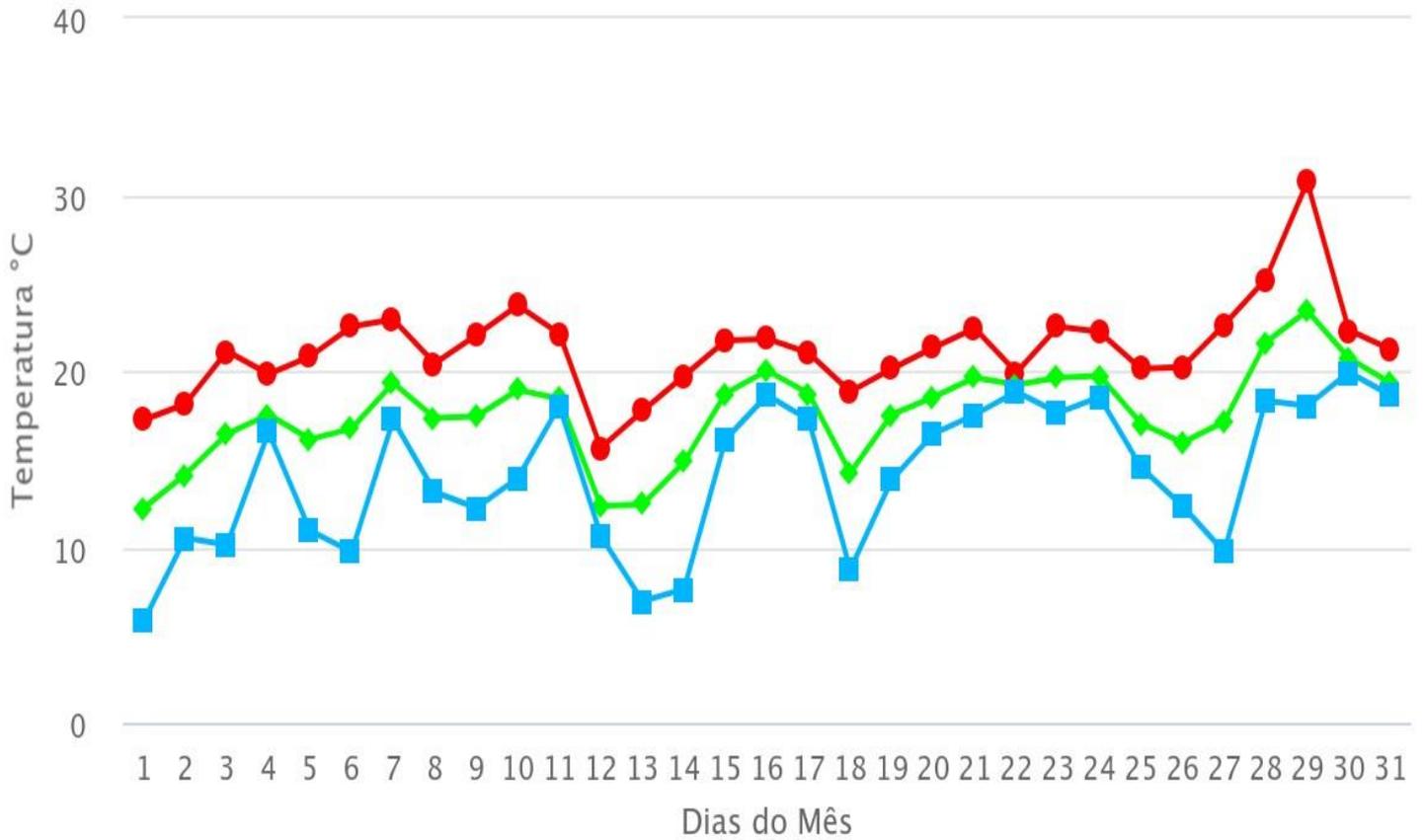


Highcharts.com

Anexo 4 – Temperatura média do período de emergência a campo.

Instituto Nacional de Meteorologia – INMET

Temperaturas Diárias (Máxima, Média, Mínima) || Estação: CAPAO DO LEAO (PELOTAS) (A887) – 10/2023



● Temp. Máxima ◆ Temp. Média Comp. ■ Temp. Mínima

Highcharts.com