

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA

GÉSSICA REIS AMARAL

TRATAMENTO QUÍMICO E MOBILIZAÇÃO DE RESERVAS DE SEMENTES DE
SOJA SOB ESTRESSE HÍDRICO

UBERLÂNDIA – MG
2022

GÉSSICA REIS AMARAL

**TRATAMENTO QUÍMICO E MOBILIZAÇÃO DE RESERVAS DE SEMENTES DE
SOJA SOB ESTRESSE HÍDRICO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Agronomia da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito necessário para obtenção do grau de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Hugo Cesar R. M. Catão.

UBERLÂNDIA – MG

2022

GÉSSICA REIS AMARAL

**TRATAMENTO QUÍMICO E MOBILIZAÇÃO DE RESERVAS DE SEMENTES DE
SOJA SOB ESTRESSE HÍDRICO**

Banca de avaliação:

Prof. Dr. Hugo Cesar Rodrigues Moreira Catão
(Orientador)

Dr. Adílio de Sá Júnior
Membro da Banca

Mauricio Alves de Oliveira Filho
Membro da Banca

**UBERLÂNDIA – MG
2022**

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pelas oportunidades que me foram concedidas até aqui, abençoando meu caminho e dando forças para seguir adiante em busca dos meus objetivos e chegar até esse momento inigualável.

À minha mãe Lazimar, que sempre esteve ao meu lado e nunca mediu esforços para apoiar minhas decisões, me dando o apoio necessário para seguir em frente, dizendo sempre que tudo daria certo.

Aos meus irmãos Arthur e Giovanna, que compartilharam comigo angústias e alegrias durante cada semestre.

Ao meu esposo Patrick, que vivenciou comigo momentos bons e ruins, mantendo sua confiança em mim e sabendo exatamente o que fazer para que eu não desistisse durante os momentos mais desafiadores, sendo o meu amor, sustento e melhor amigo.

Agradeço meu orientador Prof. Dr. Hugo Catão, por todo o suporte oferecido durante o período do desenvolvimento desse projeto.

Cada um de vocês tiveram papel decisivo nessa conquista. Deixo aqui meus sinceros agradecimentos pela força, encorajamento, amor, dedicação, paciência e, principalmente por acreditarem em mim. Obrigada!

RESUMO

A produção de soja passa por diversos desafios, dentre eles, o estabelecimento da cultura a campo, pois a presença de patógenos e pragas podem comprometer o estande. O tratamento de sementes se faz necessário. Entretanto, o tratamento químico associado a restrição hídrica pode ser que comprometa a mobilização das reservas das sementes, resultando no desenvolvimento de plântulas com baixo desempenho produtivo. Objetivou-se avaliar a mobilização de reservas em sementes de soja tratadas com diferentes ingredientes ativos sob restrição hídrica. Foram utilizadas sementes de soja da cultivar Brasmax Desafio RR - 8473 RSF. O experimento foi conduzido no Laboratório de Sementes da Universidade Federal de Uberlândia. O ensaio foi instalado em delineamento inteiramente casualizado com os tratamentos distribuídos em esquema fatorial 4 x 4, sendo quatro tratamentos químicos de sementes (Controle (água); Thiamethoxam; Fludioxonil + Metalaxil-M e Fipronil + Piraclostrobina + Tiofanato-metílico) e quatro potenciais osmóticos (0,0; -0,1; -0,2 e -0,3 MPa) com quatro repetições. As variáveis analisadas foram: germinação, peso de matéria seca de cotilédones, rendimento de massa seca de plântulas, redução de reserva de sementes, rendimento relativo de matéria seca, taxa de redução de reserva de sementes e eficiência de conversão das reservas de sementes em matéria seca de plântulas. Conforme maior restrição hídrica, maior foi o comprometimento da mobilização das reservas das sementes de soja, independente dos tratamentos utilizados. Os tratamentos com Fludioxonil + Metalaxil-M e Fipronil+ Piraclostrobina+ Tiofanato-metílico apresentam menor fitotoxidez em potenciais negativos, permitindo maior mobilização das reservas em condições de estresse hídrico. Sementes tratadas com inseticida apresentaram maior fitotoxidez, diminuindo a capacidade de mobilizar e converter as reservas em massa seca. A redução do peso seco das plântulas é resultado da redução na mobilização de reservas e não da eficiência de conversão da reserva mobilizada para a plântula.

Palavras-chave: *Glycine max* (L) Merrill, translocação de reservas, tratamento de sementes, potencial osmótico.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	6
MATERIAL E MÉTODOS	8
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	10
CONCLUSÕES.....	18
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	18

INTRODUÇÃO

A cultura da soja (*Glycine max* (L) Merrill) em termos econômicos se consolidou como uma das principais *commodities* do mundo e é um dos principais produtos da agricultura brasileira (BIANCHI et al., 2022). Suas sementes e grãos detêm abundantes proporções de proteínas e lipídeos, sendo, portanto, considerada uma aleuro-oleaginosa, envolvida na fabricação de outros diversos produtos e subprodutos oriundos de sua industrialização. Nesse contexto, o Brasil se apresenta como um importante produtor no setor, liderando, desde 2020, o panorama mundial, como o principal responsável por produção, exportação e abastecimento do grão (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 2021).

Diante da importância da cultura da soja a demanda por lavouras bem estabelecidas e que apresentem maiores produtividades tornou-se mais relevante. O primeiro passo para tal, se dá com a utilização de sementes de qualidade com alto potencial fisiológico (CATÃO et al., 2019), desenvolvidas com características para se adaptar ao ambiente e com atributos desejáveis. A partir do momento em que são alocadas no campo, as sementes são expostas a enfrentar fatores bióticos e abióticos. De acordo com Rosa et al. (2019), dentre os fatores bióticos, as pragas e as doenças, podem causar impactos negativos à produção de soja.

A fim de minimizar perdas decorrentes do ataque de pragas e doenças, o tratamento de sementes é uma ferramenta de suma importância (FERRAZZA et al., 2020). Baseado na adição de produtos ou misturas de produtos, sejam químicos ou biológicos, antes ou durante a semeadura, o tratamento de sementes permite um bom estabelecimento da cultura à campo (ALMEIDA et al., 2014). Deste modo, mantém a qualidade fisiológica, genética e sanitária das sementes, apresentando efeitos benéficos em diversas fases do crescimento inicial e do desenvolvimento da cultura, refletindo em boas produtividades (CUNHA et al., 2015).

De todos os recursos que as plantas necessitam para crescer e atuar de forma plena, a água é o mais abundante e, frequentemente, o mais limitante (TAIZ et al., 2017), sendo o principal desafio na agricultura. O processo germinativo das sementes depende de fatores decisivos, sendo o mais importante a embebição (SILVA et al., 2012). A partir do momento que a semente inicia a embebição, as moléculas de água desencadeiam reações químicas (TAIZ et al., 2017) ativando processos metabólicos para a digestão das reservas e sua mobilização para o embrião, permitindo assim a germinação e o crescimento inicial das plântulas (CORTE et al., 2006).

De acordo com Barbero et al. (2011) a baixa disponibilidade de água para a hidratação atrasa ou impede a germinação, o que resulta no mal estabelecimento da cultura e, conseqüentemente em resultados produtivos insatisfatórios. O método mais apropriado para representar a água disponível para a semente é determinar o potencial hídrico do meio (BARBERO et al., 2011) podendo ser feito em laboratório por simulação do potencial osmótico. Com isso, é possível verificar as respostas da germinação e mobilização das reservas sob condições de estresse hídrico. Esta prática é comumente realizada com a utilização da solução de polietilenoglicol 6000 (PEG 6000) umedecendo o substrato de germinação, obtendo baixos potenciais osmóticos. O PEG é um composto quimicamente inerte, atóxico, não absorvível pelas sementes (VILLELA et al., 1991), que pode impedir a absorção de água, inibindo a germinação, já que simula condições de estresse hídrico e salino, causando redução do potencial osmótico externo ou mesmo efeitos tóxicos causados pela absorção de íons, como Na⁺ e Cl⁻ (PEREIRA; CATÃO; CAIXETA, 2019).

A mobilização das reservas é considerada a segunda etapa da germinação, onde as substâncias adquiridas durante a formação da semente são destinadas ao desenvolvimento de componentes estruturais da plântula (CORTE et al., 2006). As principais reservas adquiridas são: carboidratos, proteínas e lipídeos, variáveis conforme cada espécie, sendo encontradas, de forma geral, no endosperma ou cotilédones das angiospermas (TAIZ et al., 2017), assim carboidratos acumulados na semente são utilizados como substrato na respiração durante a germinação (BEWLEY e BLACK, 1994), dando o start inicial na germinação e mantendo-a em condições adversas.

Dentro desse contexto a disponibilidade de água é de suma importância para o bom desenvolvimento do estande, pois períodos em que há comprometimento da umidade necessária pós sementeira pode ocasionar a deterioração das sementes, resultando em prejuízo no desenvolvimento, e afetando a emergência das plântulas no campo (OLIVEIRA et. al., 2020). Assim, o tratamento químico de sementes pode englobar diferentes ativos com variadas funções, dentre eles inseticidas, fungicidas e nematicidas, que embora seja uma prática bastante consolidada e por vezes rotineira entre os sojicultores (PALAMIM et al., 2014), ainda carece de informações de como esses produtos podem influenciar na qualidade fisiológica das sementes e no desenvolvimento de plântulas na ausência de condições ideais de campo, tal como no caso de estresse hídrico durante a germinação e mobilização de reservas.

Diante o exposto, objetivou-se com este trabalho avaliar a mobilização de reservas em sementes de soja tratadas com diferentes ingredientes ativos sob restrição hídrica.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Sementes da Universidade Federal de Uberlândia, localizada no estado de Minas Gerais, Brasil. Foram utilizadas sementes de soja da cultivar Brasmax Desafio RR - 8473 RSF. Inicialmente, as sementes foram misturadas em homogeneizador de 18 canais com duas passagens pelo equipamento. Em seguida, foi realizada a caracterização inicial das sementes a fim de avaliar a qualidade física e fisiológica das mesmas, utilizando os seguintes testes: peso de mil sementes (g), teor de água (%), germinação (%) de acordo com as Regras para Análises de Sementes - RAS (BRASIL, 2009); plântulas normais fortes (KRZYZANOWSKI, et al. 2020) e condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$) (VIEIRA e MARCOS-FILHO, 2020), conforme Tabela 1.

Tabela 1. Caracterização fisiológica das sementes de soja cultivar Brasmax Desafio RR - 8473 RSF por meio da primeira contagem de germinação (PCG), contagem final de germinação (G), porcentagem de plântulas normais fortes (PNF) e condutividade elétrica (CE). Uberlândia, 2021.

Cultivar	Peso de mil sementes (g)	Teor de água (%)	PCG (%)	G (%)	PNF (%)	CE ($\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$)
Brasmax Desafio RR - 8473 RSF	195	8,0	94	94	86	66

O ensaio foi instalado em delineamento inteiramente casualizado com os tratamentos distribuídos em esquema fatorial 4 x 4, sendo quatro tratamentos químicos de sementes (Controle (água); Thiamethoxam; Fludioxonil + Metalaxil-M e Fipronil + Piraclostrobina + Tiofanato-metílico) e quatro potenciais osmóticos (0,0; -0,1; -0,2 e -0,3 MPa) com quatro repetições. Para a obtenção dos potenciais osmóticos foram utilizadas soluções aquosas compostas por água deionizada e polietilenoglicol (PEG 6000), preparadas de acordo com as especificações contidas em Tabela proposta por Villela, Doni Filho e Siqueira (1991).

O tratamento químico de sementes foi realizado manualmente em sacos plásticos, mediante agitação constante e vigorosa, até a cobertura completa das sementes pela calda. O volume da calda foi padronizado em 600 ml 100 kg⁻¹ de sementes. A dosagem utilizada para preparo da calda seguiu as orientações contidas na bula de cada produto, acrescida de água destilada na quantidade equivalente a faltante para completar o volume especificado (Tabela 2). Nenhum polímero e pó secante foram utilizados.

Tabela 2. Ingredientes ativos, produtos comerciais, classificação e taxas de aplicação para tratamento de sementes de soja. Uberlândia, 2021.

Ingrediente ativo (i.a.)	Nome comercial	Classificação ¹	Dose do produto comercial ²	Dose de água ³
Thiamethoxam	Cruiser 350 FS	I	300	300
Fludioxonil + Metalaxil-M	Maxim XL	F + F	100	500
Fipronil + Piraclostrobina + Tiofanato-metílico	Standak Top	I + F + F	200	400
Controle	-	-	-	600

Classificação¹: I: Inseticida; F: Fungicida; Dose do produto comercial²: ml 100 Kg⁻¹ de sementes; Dose de água³: ml 100 Kg⁻¹ de sementes; Volume total: 600 ml 100 Kg⁻¹ de sementes.

Após o tratamento, as sementes foram secas a sombra por um dia e iniciou-se a montagem dos testes para avaliar a germinação e mobilização das reservas sob condições de estresse hídrico.

Para a avaliação da germinação utilizou-se 200 sementes de cada tratamento químico, divididas em quatro repetições de 50 sementes e distribuídas em folhas de papel para germinação umedecido com as soluções de polietilenoglicol (PEG 6000) na quantidade equivalente a 2,5 vezes a massa do papel não hidratado, sem adição posterior da solução. As soluções de PEG 6000 foram preparadas com os potenciais osmóticos: 0,0 (controle: água destilada); -0,1; -0,2 e -0,3 MPa. Após as folhas de germinação foram organizadas em forma de rolo e acondicionadas em sacos plásticos transparentes com a finalidade de evitar a perda de água por evaporação e garantir o potencial osmótico desejado. Em seguida, foram levadas para germinar em câmara tipo *Biological Oxygen Demand* (BOD) regulada para o regime de temperatura de 25 °C e 12 horas de fotoperíodo. No oitavo dia, realizou-se a contagem da germinação, cujo critério utilizado foi o de plântulas normais, expresso em porcentagem, como recomendado pelas Regras para Análises de Sementes (BRASIL, 2009).

Já no que diz respeito a mobilização de reservas, para estimar a reserva total de sementes foram pesadas quatro repetições de 50 sementes que em seguida foram submetidas a teste de umidade, sendo então, colocadas em estufa regulada a 105 °C ± 3 °C pelo período de 24 horas, onde se obteve o peso constante, retiradas e pesadas novamente, sendo em seguida descartadas. Ao realizar o teste de umidade, ocorre a permanência somente da matéria seca constituinte das sementes, ou seja, somente matéria orgânica e matéria inorgânica no material remanescente. Na sequência foram utilizadas quatro repetições de dez sementes colocadas para germinar nas mesmas condições do teste de germinação. As sementes foram distribuídas longitudinalmente no terço superior do papel de germinação, com suas micrópilas voltadas em direção à base de papel (Pereira et al., 2015). No oitavo dia a radícula, o hipocótilo e os cotilédones foram

separados e secos em estufa de circulação forçada de ar a 65 °C, durante 72 horas. Posteriormente, o material vegetal foi pesado para avaliação da massa seca da radícula, hipocótilo e cotilédones, sendo os valores obtidos posteriormente estimados para o equivalente a 50 plântulas (Pereira et al. 2015).

Os cálculos de mobilização de reserva foram realizados com base nos valores de peso seco estimados e empregando as equações propostas por Pereira et al. (2015):

- Redução da reserva de sementes: $SRR (g) = SDM - CDM$

- Rendimento relativo da matéria seca: $RYDM (g) = \frac{SDM}{10}$

- Taxa de redução de reserva de sementes: $SRRR (\%) = \left(\frac{SRR}{SDM} \right) \times 100$

- Eficiência de conversão das reservas em matéria seca de plântulas:

$$CESR = \frac{SDM}{SRR} \times 100$$

Em que:

SRR: redução de reserva para cinquenta sementes; SDM: peso da matéria seca estimado para cinquenta sementes; CDM: peso de matéria seca estimada para cinquenta pares de cotilédones; RYDM: rendimento relativo de matéria seca; SDDM: rendimento de massa seca estimada para cinquenta plântulas; SRRR: Taxa de Redução de Reserva de Sementes; CESR = eficiência de conversão das reservas de sementes em matéria seca de plântulas (%).

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo Teste F com as médias agrupadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas com o software estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da avaliação da qualidade fisiológica inicial das sementes de soja estão apresentados na Tabela 1, demonstram que foi atendido o padrão mínimo de germinação (80%) estabelecido pela legislação para comercialização (BRASIL, 2013) e apresentaram alto nível de vigor pelo teste de condutividade elétrica conforme citado por Vieira et al. (2002).

Houve interação significativa entre os fatores estudados para as variáveis avaliadas. Diferentemente do que ocorreu no potencial zero (0,0 MPa) a germinação das sementes de soja apresentou tendência a reduzir em função da redução do potencial osmótico, de forma

independente aos tratamentos utilizados (Figura 1). Essa interação foi também observada em estudos realizados por Silva et al., (2012), Garcia et al., (2012), Crosa; Ortiz; Felipez, (2021) em sementes de arroz, feijão e milho, respectivamente, no qual evidenciaram que os potenciais osmóticos negativos afetaram a germinação de numa ampla gama de espécies cultivadas com finalidade comercial.

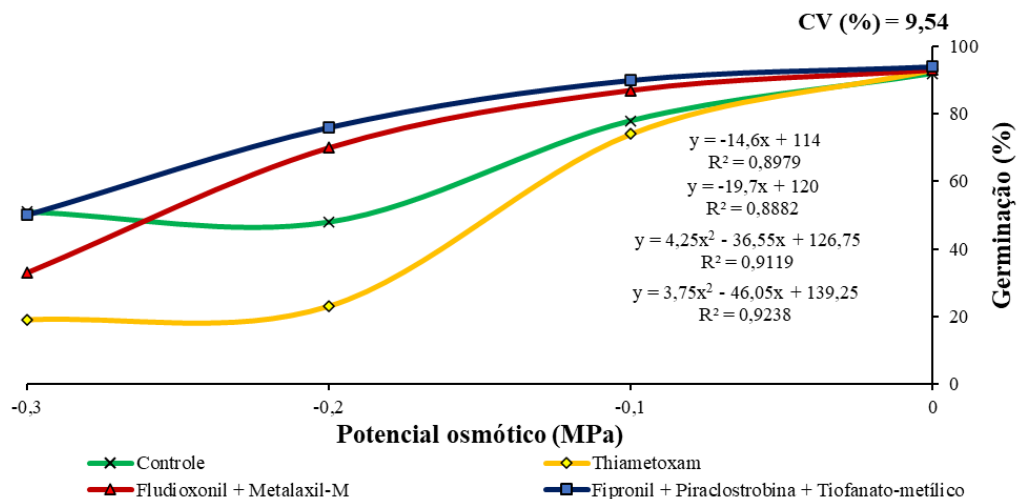


Figura 1. Germinação (%) de sementes tratadas de soja, cultivar Brasmax Desafio RR - 8473 RSF, submetidas ao estresse hídrico em diferentes potenciais osmóticos.

A redução na germinação das sementes sob baixos potenciais osmóticos, se deve à redução na disponibilidade de água necessária para a ativação e manutenção do metabolismo das sementes (BEWLEY et al., 2013), causando redução no potencial hídrico da solução. Este efeito induz uma redução na condutividade hidráulica no sistema de membrana no ponto de contato, o que é semelhante ao estresse hídrico no campo (COCHRANE et al., 2015). Outro fator que também pode explicar essa redução na germinação é o alto peso molecular do polietilenoglicol (PEG 6000) que não é absorvido devido à sua alta viscosidade, comprometendo a disponibilidade de oxigênio para as sementes durante o processo de germinação (BRACCINI et al., 1996).

Houve menor germinação no potencial -0,2 MPa das sementes tratadas com Thiametoxam, conforme observado na Figura 1. É possível verificar também que à medida que houve redução do potencial osmótico, o tratamento com Thiametoxam, foi o que mais reduziu a germinação das sementes a partir do potencial de -0,1 MPa. Esses resultados sugerem que essa molécula inseticida pode ter causado toxicidade às sementes de soja em condições de potenciais osmóticos negativos.

Vale ressaltar que efeitos fisiológicos benéficos via o tratamento de sementes com Thiametoxam foram relatados por Castro et al. (2008). Entretanto, Rocha et al. (2020)

observaram que o tratamento de sementes de soja com moléculas inseticidas apresentaram maior toxicidade do que moléculas fungicidas, afetando a germinação das sementes de soja.

Os tratamentos de sementes com Fludioxonil + Metalaxil-M e Fipronil + Piraclostrobina + Tiofanato-metílico foram os que menos comprometeram a germinação das sementes no potencial de -0,2 MPa (Figura 1). Portanto, esses tratamentos causaram menor fitotoxidez nas condições de estresse hídrico. No potencial osmótico de -0,3 MPa o tratamento das sementes com Fipronil + Piraclostrobina + Tiofanato-metílico não diferiu do tratamento controle. Balardin et al. (2011) relataram que a combinação de inseticida/fungicida do Fipronil + Piraclostrobina + Tiofanato-metílico incrementaram a germinação e emergência de plântulas de soja sob efeito do estresse hídrico, demonstrando que é vital otimizar o benefício promovido pela associação das moléculas.

Em relação a mobilização de reservas houve interação significativa entre o tratamento das sementes de soja e os potenciais de estresse hídrico. A partir dos resultados do peso de matéria seca (CDM), obtidos após a germinação, é possível verificar maior realocação de reservas no potencial de 0,0 MPa quando comparado aos demais potenciais, independentemente do tratamento de sementes utilizado (Figura 2). Nesse potencial (0,0 MPa) é possível verificar que as sementes do tratamento controle e Thiamethoxan tiveram maior realocação das reservas. No potencial osmótico -0,2 MPa o tratamento com Thiamethoxan possui maior quantidade reservas nos cotilédones, em decorrência do estresse hídrico e possivelmente do efeito de fitotoxidez. No potencial osmótico de -0,3 MPa o tratamento de sementes com Fludioxonil + Metalaxil-M translocou maior quantidade de reservas para as plântulas, entretanto, houve maior acúmulo de reservas quando comparado aos demais potenciais.

CV (%) = 18,63

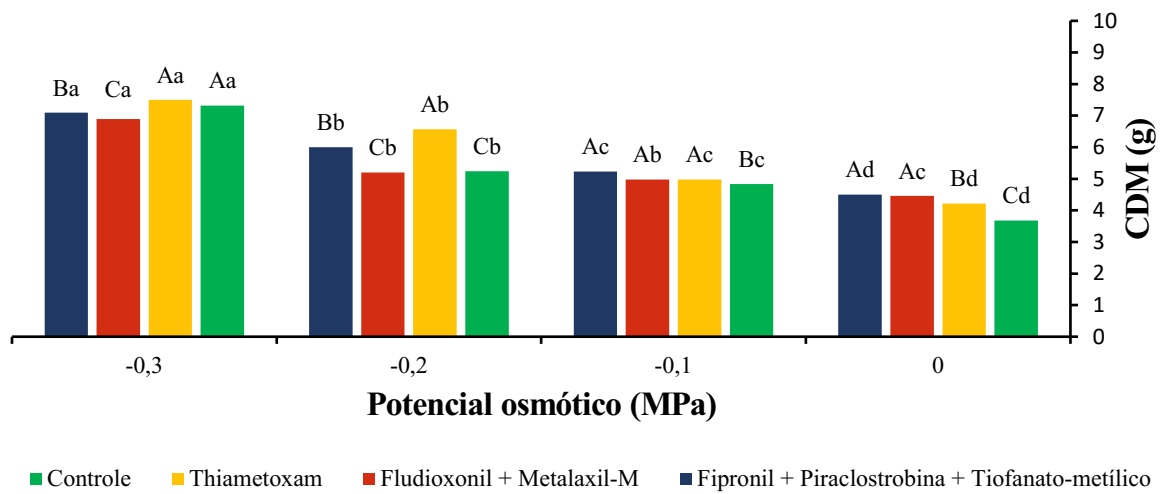


Figura 2. Peso de matéria seca (g) estimada para 50 pares de cotilédones (CDM) oriundo de sementes tratadas de soja, cultivar Brasmex Desafio RR – 8473 RSF, submetidas ao estresse hídrico em diferentes potenciais osmóticos. Médias seguidas de mesma letra maiúscula dentro dos potenciais osmóticos e de mesma letra minúscula entre os tratamentos de sementes de cada potencial não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

O rendimento de massa seca (SDDM) foi maior no potencial de 0,0 MPa no qual não houve comprometimento da qualidade das sementes. Nos potenciais osmóticos de -0,2 MPa e -0,3 MPa ocorreu menor rendimento relativo para as sementes tratadas com Thiamethoxan (Figura 3). Os tratamentos Controle e Fludioxonil + Metalaxil-M apresentaram maior rendimento de massa seca no potencial osmótico mais negativo. Pereira et al. (2015) verificaram que há correlação entre CDM e SDDM, pois menores pesos de massa seca nos cotilédones refletiram positivamente no rendimento de massa seca para o estabelecimento das plântulas.

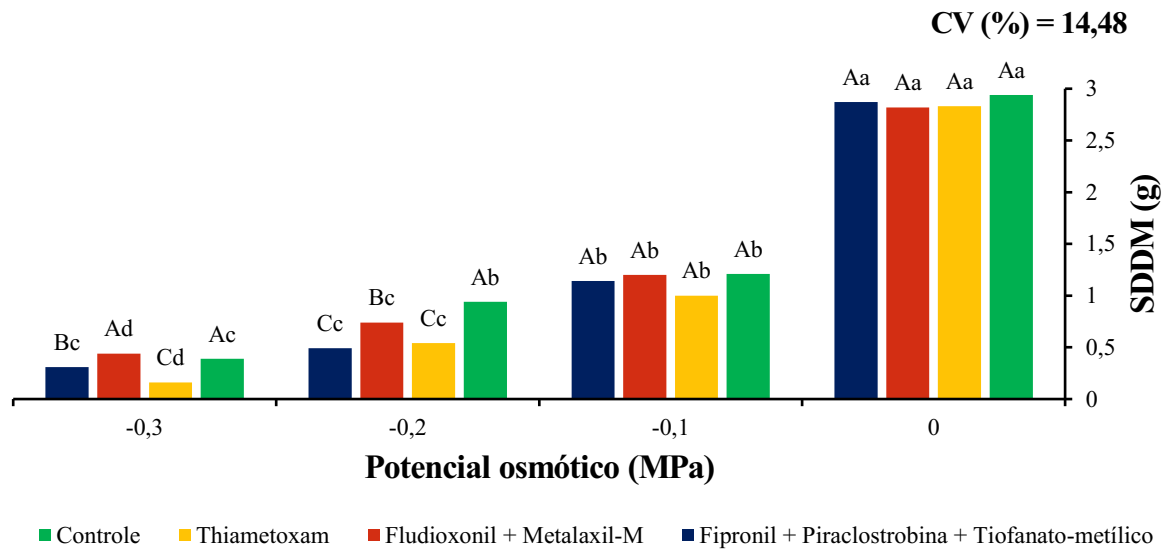


Figura 3. Rendimento de massa seca (g) estimada para 50 plântulas (SDDM) oriundas de sementes tratadas de soja, cultivar Brasmax Desafio RR - 8473 RSF, submetidas ao estresse hídrico em diferentes potenciais osmóticos. Médias seguidas de mesma letra maiúscula dentro dos potenciais osmóticos e de mesma letra minúscula entre os tratamentos de sementes de cada potencial não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

A redução de reservas (SRR) das sementes diminui com a redução do potencial osmótico (Figura 4). No tratamento controle (0,0 MPa) ocorreu maior redução de reservas quando comparado aos demais tratamentos de sementes. Nos potenciais -0,1 MPa e -0,2 MPa, o tratamento controle também se difere estatisticamente dos demais. Isso possivelmente ocorreu em decorrência da fitotoxidez nos potenciais osmóticos negativos. O tratamento com Thiametoxam demonstrou desempenho inferior aos demais tratamentos, no potencial osmótico -0,3 MPa, semelhante ao que pode ser observado também na Figura 5 para o rendimento relativo de matéria seca (RYDM). Com restrição hídrica mais severa (-0,3 MPa) sementes tratadas com Fludioxonil + Metalaxil-M possuem maior redução de reservas (SRR) assim como maior rendimento relativo de massa seca (RYDM), Figuras 4 e 5, respectivamente.

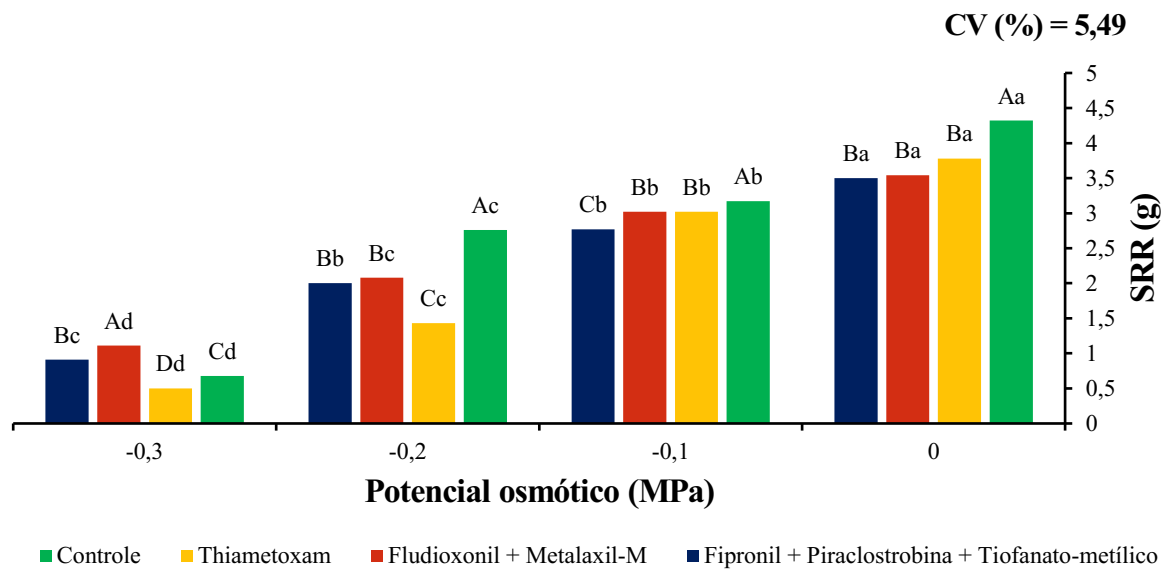


Figura 4. Redução de reserva para 50 sementes (SRR) tratadas de soja, cultivar Brasmax Desafio RR - 8473 RSF, submetidas ao estresse hídrico em diferentes potenciais osmóticos. Médias seguidas de mesma letra maiúscula dentro dos potenciais osmóticos e de mesma letra minúscula entre os tratamentos de sementes de cada potencial não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

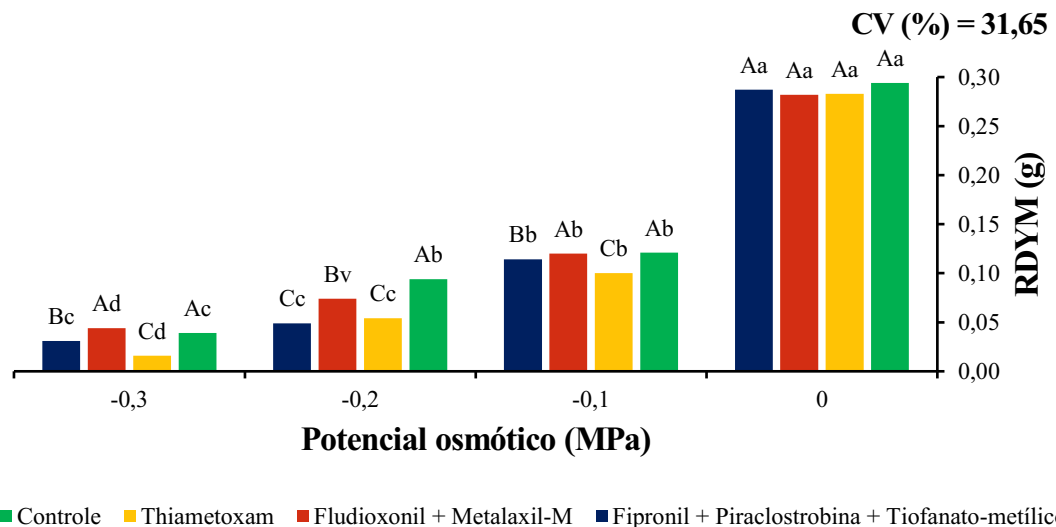


Figura 5. Rendimento relativo de matéria seca (RYDM) oriundo de sementes tratadas de soja, cultivar Brasmax Desafio RR - 8473 RSF, submetidas ao estresse hídrico em diferentes potenciais osmóticos. Médias seguidas de mesma letra maiúscula dentro dos potenciais osmóticos e de mesma letra minúscula entre os tratamentos de sementes de cada potencial não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

A redução das reservas (SRR) está positivamente correlacionada com a matéria seca das sementes (SDM), porque sementes com mais matéria seca possuem mais reservas a serem mobilizadas (Pereira et al., 2015). Soltani, Gholipoor e Zeinali (2006) também relataram tal fato, e ainda verificaram que isso está ligado a qualidade inicial das sementes e na eficiência em converter reservas mobilizadas.

Pereira et al. (2015) e Oliveira et al. (2020) relataram que o rendimento relativo de massa seca possui relação direta com a disponibilidade de reservas. Assim, sementes com maior tamanho e peso inicial poderiam ter maior quantidade de reservas para o desenvolvimento das plântulas (Pádua et al., 2010; Pereira et al., 2013) e ainda apresentarem maior eficiência na conversão de energia liberada pela respiração.

Entretanto, vale ressaltar que na mesma situação de estresse, sementes vigorosas aumentam a taxa respiratória em comparação com sementes menos vigorosas (DRANSKI et al., 2013; VENSKE et al., 2014; SANTOS et al., 2016). Sendo assim, uma plântula oriunda de uma semente grande com baixa mobilização de reservas é igual à uma plântula de uma semente pequena com alta mobilização de reservas (Pereira et al., 2015). Dantas et al. (2017) ainda relataram que não há correlação entre o tamanho da semente e as características relacionadas à dinâmica da reserva e isso não influencia no vigor.

Na figura 6 observa-se a taxa de redução de reserva de sementes (SRRR). No potencial osmótico 0,0 MPa o tratamento controle se diferenciou dos demais tratamentos, tal como no potencial osmótico -0,2 MPa.

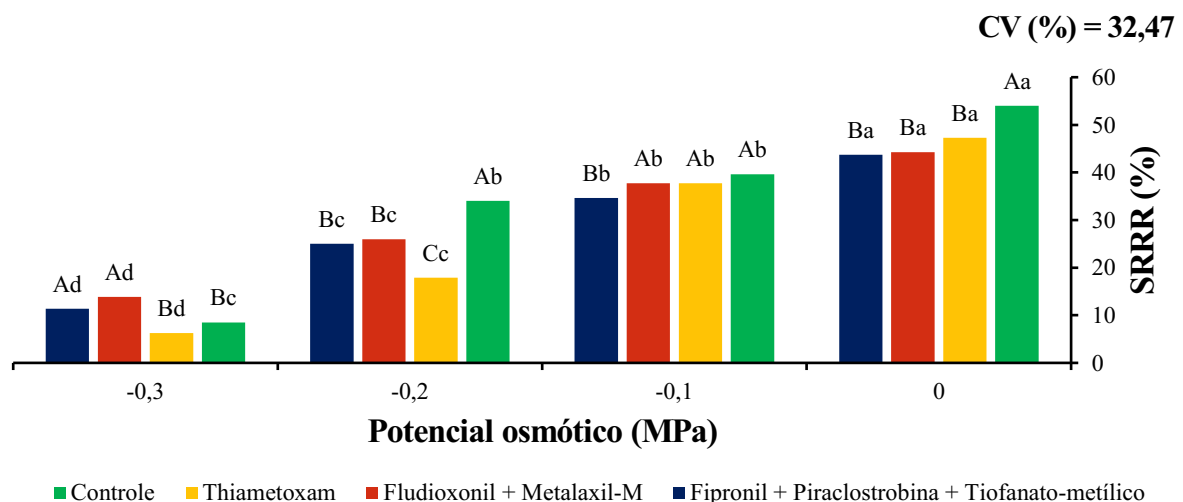


Figura 6. Taxa de redução de reserva de sementes (SRRR) tratadas de soja, cultivar Brasmax Desafio RR – 8473 RSF, submetidas ao estresse hídrico em diferentes potenciais osmóticos. Médias seguidas de mesma letra maiúscula dentro dos potenciais osmóticos e de mesma letra minúscula entre os tratamentos de sementes de cada potencial não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

O tratamento de sementes com Fludioxonil + Metalaxil-M e Fipronil + Piraclostrobina + Tiofanato-metílico foram superiores aos demais no potencial osmótico de -0,3 MPa apresentando maior taxa de redução de reservas (SRRR). O tratamento de sementes com Thiamethoxan apresentou menor taxa de redução de reservas nos potenciais -0,2 MPa e -0,3 MPa. De modo geral à medida que o potencial osmótico foi reduzido ocorreu decréscimo na taxa de redução das reservas.

Em relação à eficiência de conversão das reservas das sementes de soja em matéria seca de plântulas (CESR) (Figura 7) é possível verificar que no potencial osmótico -0,3 MPa houve maior eficiência de conversão das reservas em comparação aos potenciais -0,1 MPa e -0,2 MPa. A eficiência na conversão de reservas também foi comprometida no tratamento com Thiametoxan nos potenciais osmóticos mais negativos.

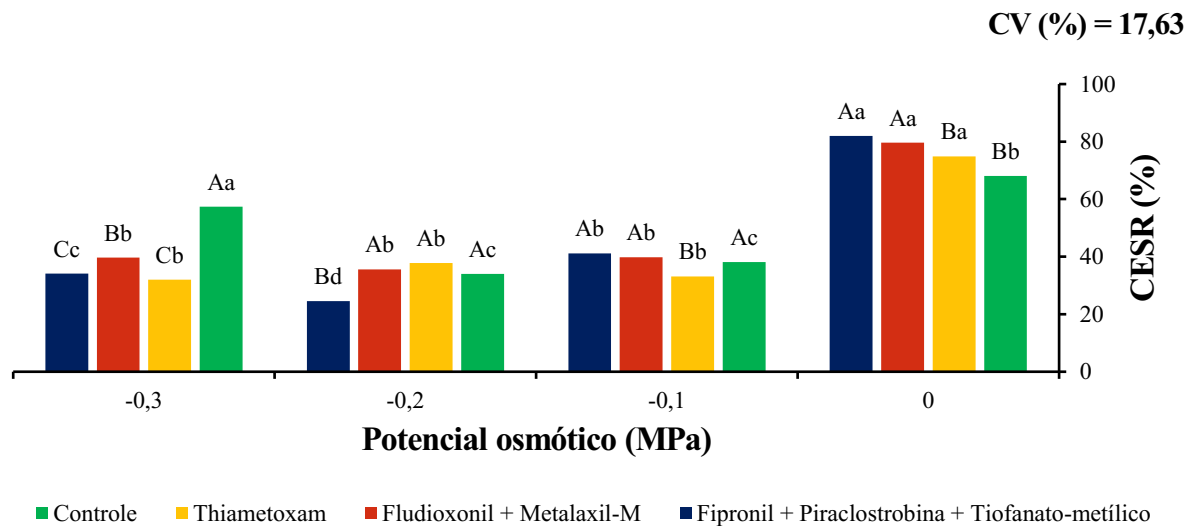


Figura 7. Eficiência de conversão das reservas de sementes em matéria seca de plântulas (CESR) oriundas de sementes tratadas de soja, cultivar Brasmax Desafio RR - 8473 RSF, submetidas ao estresse hídrico em diferentes potenciais osmóticos. Médias seguidas de mesma letra maiúscula dentro dos potenciais osmóticos e de mesma letra minúscula entre os tratamentos de sementes de cada potencial não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Pereira et al. (2015) afirmaram que não há uma correlação positiva e direta entre a taxa de redução (SRRR) e a eficiência de conversão das reservas (CESR) de massa seca nas sementes de soja. Assim, no déficit hídrico mais pronunciado ocorreu uma relação antagônica entre a CESR e SRRR (Figuras 6 e 7). Nesse contexto, mesmo que ocorra baixa taxa translocação de reserva, há eficiência na sua conversão. Soltani, Gholipoor e Zeinali (2006) verificaram em plântulas de trigo sob estresse hídrico e salino que a eficiência de utilização de reservas é uma característica conservadora que não resulta no declínio do peso seco das plântulas, e sim no declínio da porcentagem de esgotamento das reservas das sementes. Portanto, o peso das reservas mobilizadas das sementes é a chave para o desenvolvimento das plântulas.

CONCLUSÕES

O aumento da restrição hídrica compromete a mobilização das reservas das sementes de soja. Sementes tratadas com inseticida sob restrição hídrica apresentam maior fitotoxidez e diminuem a capacidade de mobilizar e converter as reservas em massa seca. Há uma relação inversamente proporcional entre a redução e a eficiência de conversão das reservas de sementes de soja tratadas sob restrição hídrica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BALARDIN, R. S. et al. **Tratamento de sementes com fungicidas e inseticidas como redutores dos efeitos do estresse hídrico em plantas de soja.** Ciência Rural [online]. 2011, v. 41, n. 7 [Acessado 20 Março 2021], pp. 1120-1126.

BARBERO, Angelica Patricia Pavezzi; BARROS, Fábio de; SILVA, Emerson Alves da; SUZUKI, Rogerio Mamoru. **Influência do déficit hídrico na germinação de sementes e no desenvolvimento inicial de três espécies de *Pleurothallidinae* (Orchidaceae).** Revista Brasil. Bot., V.34, n.4, p.593-601, out.-dez. 2011.

BEWLEY, JD et al. **Sementes: Fisiologia do desenvolvimento, germinação e dormência.** Nova York: Springer, 2013. 392p.

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

BIANCHI, Mariane Cristina et al. **Soybean seed size: how does it affect crop development and physiological seed quality.** Journal of Seed Science [online]. 2022, v. 44 [Accessed 19 November 2022] , e202244010.

BRACCINI, A. L.; RUIZ, H. A.; BRACCINI, M. C. L.; REIS, M. S. **Germinação e vigor de sementes de soja sob estresse hídrico induzido por soluções de cloreto de sódio, manitol e polietileno glicol.** Revista Brasileira de Sementes, Pelotas, v. 18, n. 1, p. 10-16, 1996.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes.** Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. – Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399 p.

CATÃO, H.C.R.M.; CAIXETA, F.; CASTILHO, I.M.; MARINKE, L.S.; MARTINS, G.Z.; MENEZES, J.B.C. **Potassium leaching test in evaluation of popcorn seed vigor.** Journal of Seed Science, v.41, n.4, p.461-469, 2019.

CASTRO, P.R.C.; PEREIRA, M.A. **Bioativadores na agricultura. In: Gazzoni, D.L. (Ed.). Tiametoxam: uma revolução na agricultura brasileira.** Petrópolis: Vozes, 2008. p.118-126.

COCHRANE, J.A.; HOYLE, G.L.; YATES, C.J.; WOOD, J.; NICOTRA, A.B. Evidence of population variation in drought tolerance during seed germination in four *Banksia* (*Proteaceae*) species from Western Australia. *Australian Journal of Botany*, v.62, n.6, p.481-489, 2015.

CORTE, V. B. C.; BORGES, E. E. de L. e.; PONTES, C. A.; LEITE, I. T. de A.; VENTRELLA, C. M.; MATHIAS, A. de A. **Mobilização de reservas durante a germinação das sementes e crescimento das plântulas de *Caesalpinia peltophoroides* Benth. (Leguminosae-Caesalpinioideae).** Sociedade de Investigações Florestais, Viçosa-MG, v.30, n.6, p.941-949, 2006.

CROSA, C. F. R.; ORTIZ, A. C.; FELIPEZ, W. **Germinação e desenvolvimento de sementes de dois híbridos de milho sob estresse hídrico.** Revista Científica Rural, v. 23, n.1, p.110-123, 2021.

CUNHA, R. P. et al. **Diferentes tratamentos de sementes sobre o desenvolvimento de plantas de soja.** Ciência Rural, v.45, n.10, p.1761-1767, 2015.

DANTAS, S.A.G.; SILVA, F.C.S.; SILVA, L.; SILVA, L. Strategy for selection of soybean genotypes tolerant to drought during germination. *Genetics and Molecular Research*, v.16, n.2, gmr16029654, 2017.

DRANSKI, J.A.L.; PINTO JR, A.S.; HERZOG, N.F.M.; MALAVASI, U.C.; MALAVASI, M.D.M.; GUIMARÃES, V.F. Vigor of canola seeds through quantification of CO₂ emission. *Ciência e Agrotecnologia*, v.37, n.3, p.229-236, 2013.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Brasil é o quarto maior produtor de grãos e o maior exportador de carne bovina do mundo, diz estudo.** Publicado em: 01/06/21. Disponível em: <[FERRAZZA, F. L. F.; JACOBOSKI, D. T. K.; WYREPKOWSKI, A.; RODRIGUES, L.; FIGUEIRO, A. G.; PARAGINSKI, R. T. **Qualidade de sementes e parâmetros produtivos de sementes de soja submetidas a diferentes tratamentos de sementes antes da semeadura.** Research, Society and Development, v. 9, n. 9, e47996232, 2020.](https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/62619259/brasil-e-o-quarto-maior-produtor-de-graos-e-o-maior-exportador-de-carne-bovina-do-mundo-diz-estudo#:~:text=Brasil%20tem%20o%20maior%20rebanho%20bovino%20do%20mundo,-Em%202020%2C%20o&text=do%20total%20mundial,-,Entre%202000%20e%202020%2C%20as%20exporta%C3%A7%C3%B5es%20de%20carne%20brasileiras%20renderam,%2C4%25%20do%20mercado%20internacional.>. Acesso em 11 de março de 2022.</p>
</div>
<div data-bbox=)

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011. <https://doi.org/10.1590/S1413-7042011000600001>.

GARCIA, S. H.; ROZZETTO, D. S.; COIMBRA, J. L. M.; GUIDOLIN, A. F. **Simulação de estresse hídrico em feijão pela diminuição do potencial osmótico.** Revista de Ciências Agroveterinárias, v.11, n.1, p.35-41, 2012.

OLIVEIRA, T. F. et al. **Reserve mobilization in soybean seeds under water restriction after storage.** Journal Of Seed Science, v. 42, n1, p. 1-8, 2020.

PÁDUA, G.P.; ZITO, R.K.; ARANTES, N.E.; FRANÇA-NETO, J.B. Influência do tamanho da semente na qualidade fisiológica e na produtividade da cultura da soja., *Revista Brasileira de Sementes* v.32, n.3, p.9-16, 2010.

PEREIRA, W.A.; PEREIRA, S.M.A.; DIAS, D.C.F.S. **Dynamics of reserves of soybean seeds during the development of seedlings of different commercial cultivars.** *Journal of Seed Science*, v.37, n.1, p.63-69, 2015.

PEREIRA, W.A.; PEREIRA, S.M.A.; DIAS, D.C.F.S. **Influence of seed size and water restriction on germination of soybean seeds and on early development of seedlings.** *Journal of Seed Science* , v.35, n.3, p.316-322, 2013.

ROCHA, D.K.; CARVALHO, E.R.; PIRES, R.M.O.; SANTOS, H.O.; PENIDO, A.C.; ANDRADE, D.B. **Does the substrate affect the germination of soybean seeds treated with phytosanitary products?** *Ciência e Agrotecnologia* , v. 44, e020119, 2020.

ROSA, C. P.; KUNZ, D. W.; LEITE, J. F.; BACK, P. I. K.; GRELLMANN, D. K.; GUERRA, D. **Produtividade da soja conduzida com o uso de produtos alternativos no controle de pragas e doenças.** 9º Salão Integrado de Ensino, Pesquisa e Extensão, Porto Alegre – RS, 2019.

SANTOS, H.O.; VON PINHO, I.V.; VON PINHO, É.V.R.; PIRES, R.M.O.; SILVA, V.F.; CARVALHO, M.L.M.; OLIVEIRA, R.M.E. Physiological quality of hybrid maize seeds through respiratory and enzymatic activities. *African Journal of Agricultural Research*, v.11, n.20, p.1879-1886, 2016.

SILVA, L. S. da.; SILVA, R. B. e.; VALADARES, R. de N.; MATOS, V. P.; LIMA, C. F. de. **Comportamento de semente de arroz sob diferentes potenciais osmóticos.** *Revista Tropic: Ciências Agrárias e Biológicas*, v. 6, n. 3 p.37-44, 2012.

SOLTANI, A.; GHOLIPOOR, M.; ZEINALI, E.. **Seed reserve utilization and seedling growth of wheat as affected by drought and salinity.** *Environmental And Experimental Botany*, v. 55, p. 195-200, 2006.

TAIZ, Lincoln; ZEIGER, Eduardo; MOLLER, Ian Max; MURPHY, Angus. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal.** 6. Ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

VENSKE, E.; JÚNIOR, J.D.S.A.; SOUSA, A.D.M.; MARTINS, L.F.; MORAES, D.M. **Atividade respiratória como teste de vigor em sementes de algodão.** *Revista Brasileira de Ciências Agrárias* , v.9, n.2, p.174-179, 2014.

VIEIRA, R. D.; MARCOS-FILHO, J. **Vigor de sementes: conceitos e testes.** In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA-NETO, J. B.; MARCOSFILHO, J. Abrates, p.185-246, 2020

VILLELA, F. A.; FILHO, L. D.; SEQUEIRA, E. L. **Tabela de potencial osmótico em função da concentração de polietilenoglicol 6.000 e da temperatura.** *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 26, p. 1957-1968, 1991.