



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA



PEDRO AUGUSTO RODRIGUES DE OLIVEIRA

**QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE SOJA TRATADAS COM
DEFENSIVOS QUÍMICOS SOB RESTRIÇÃO HÍDRICA**

UBERLÂNDIA – MG

2021

PEDRO AUGUSTO RODRIGUES DE OLIVEIRA

**QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE SOJA TRATADAS COM
DEFENSIVOS QUÍMICOS SOB RESTRIÇÃO HÍDRICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Agronomia, da Universidade Federal de
Uberlândia, para obtenção do grau de Engenheiro
Agrônomo.

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

UBERLÂNDIA – MG

2021

PEDRO AUGUSTO RODRIGUES DE OLIVEIRA

**QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE SOJA TRATADAS COM
DEFENSIVOS QUÍMICOS SOB RESTRIÇÃO HÍDRICA**

Banca de avaliação:

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

Dr. Adílio de Sá Junior

Me. Lucas Couto Duarte

UBERLANDIA-MG

2021

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus e Nossa Senhora da Conceição Aparecida, por me darem força, saúde e sabedoria para conduzir meus estudos e trabalhos durante o período na universidade até aqui, e durante toda a minha trajetória.

Agradeço a uma pessoa muito especial que hoje não se encontra junto a mim, obrigado mãe por todos os seus ensinamentos, mesmo não presente em pessoa me ilumina dos céus. Agradeço a minha irmã, por sempre estar do meu lado nos momentos difíceis, transmitindo força para que em meio as dificuldades eu não desistisse e ao meu pai que também sempre torceu por mim.

Ao Prof. Dr. Hugo Cesar Rodrigues M. Catão, orientador deste trabalho, e que sempre colaborou com o planejamento e execução de forma presente e ativa, e também sempre aconselhando e se preocupando com o meu desenvolvimento profissional e pessoal.

Aos colegas de curso que ajudaram na execução deste trabalho e também aos amigos que me apoiaram e me deram força.

A todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

RESUMO

O avanço científico e novas tecnologias empregadas na agricultura estão associados a crescente produção e ao aumento da capacidade produtiva da soja, assim como o desenvolvimento de novos cultivares de superioridade genética, que quando de qualidade, geram avanços na cadeia produtiva. Entretanto, alguns fatores podem ser limitantes para assegurar o potencial produtivo de grãos de boa qualidade, como incidência de pragas e doenças, plantio fora de época, estresse hídrico e demais fatores edafoclimáticos. A escassez de água retarda, diminui a germinação de sementes, causa emergência desigual de plântulas e estabelecimento de estande insatisfatório. Os efeitos do tratamento de sementes são poucos conhecidos mediante a condições de estresse hídrico. Com isso, o presente trabalho, teve por objetivo avaliar a qualidade fisiológica de sementes de soja tratadas com defensivos químicos sob restrição hídrica. O experimento foi realizado no Laboratório de Sementes (LASEM) da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), em delineamento inteiramente casualizado. Os tratamentos foram distribuídos em esquema fatorial 4 x 4, sendo quatro defensivos usados no tratamento de sementes (Água (testemunha-controle); Imidacloprido + Tiodicarbe; Clorantraniliprole; Carbendazim + Tiram) por quatro potenciais osmóticos (0,0; -0,1; -0,2 e -0,9 MPa) com quatro repetições cada. Foram analisadas as seguintes variáveis: germinação (%), comprimento do hipocótilo (cm), raiz principal (cm) e comprimento total de plântulas (cm), massa seca do hipocótilo (g), massa seca da radícula (g) e massa seca total (g). O tratamento das sementes com Clorantraniliprole reduz o estresse hídrico na germinação de sementes de soja, mas não reduz os efeitos no crescimento e massa das plântulas. Os demais tratamentos não atenuaram os efeitos do estresse hídrico.

Palavras-chave: *Glycine max* (L) Merrill; déficit hídrico; potencial osmótico; desempenho fisiológico.

1. INTRODUÇÃO	6
2. MATERIAL E MÉTODOS	8
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	10
4. CONCLUSÃO	17
5. REFERÊNCIAS.....	18

1. INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* (L) Merrill) é uma das principais espécies cultivadas no Brasil e no mundo, considerada a leguminosa mais consumida devido ao seu potencial produtivo e com múltiplos usos. Seus grãos são amplamente utilizados por empresas agrícolas, química, e principalmente pela indústria alimentícia (MATEOS et al., 2010; DALPIZOL et al., 2020). Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2020/2021), a estimativa de produção de soja para a safra 2020/21 terá um aumento de quase 9% em relação à 2020, resultando numa produção de 135,91 milhões de toneladas, se tornando de suma importância para o agronegócio brasileiro (CONAB, 2017; CONAB 2021).

O avanço científico e novas tecnologias empregadas na agricultura estão associados a crescente produção e ao aumento da capacidade produtiva da soja, assim como o desenvolvimento de novos cultivares de superioridade genética, que quando de qualidade, geram avanços na cadeia produtiva. Entretanto, alguns fatores podem ser limitantes para assegurar o potencial produtivo de grãos de boa qualidade, como incidência de pragas e doenças, plantio fora de época, estresse hídrico e demais fatores edafoclimáticos (MARCOS FILHO, 2017).

Os padrões de qualidade têm como objetivo a assegurar qualidade nas sementes comercializadas, levando em consideração as características genéticas, físicas, fisiológicas e sanitárias. Esses atributos são especificados no Brasil sendo realizados pelo Sistema Nacional de Sementes e Mudas (SNSM) e demais órgãos fiscalizadores (MARCOS FILHO, 2017). Diversos fatores afetam na qualidade de sementes, como a escolha da área, escolha do cultivar, época de semeadura e manejo.

Na maioria dos estados brasileiros produtores de soja, a semeadura é realizada entre outubro a dezembro, possibilitando uma precipitação de 400 a 800 mm/ciclo, um dos fatores determinantes para a produtividade da cultura (FIETZ; RANGEL, 2008; FARIAS et al., 2007). Entretanto, um dos principais fatores que impossibilita que a soja alcance o ápice produtivo da cultura são os diversos problemas com doenças. Doenças causadas por bactérias, fungos, nematoides e vírus que desencadeiam danos que dificilmente são reversíveis. Alguns casos podem chegar a perdas de quase 100% prejudicando seriamente os produtores da cultura da soja (SILVA, 2019).

As perdas em rendimento de uma semente não tratada estão diretamente associadas às espécies de pragas e doenças, ao grau e intensidade de ocorrência, além da época e condições

do clima e solo em que o plantio foi realizado, com perdas atingindo até 40% provocadas em sementes e plântulas (MACHADO et al., 2018).

Uma medida fitossanitária de alta eficácia se dá pelo tratamento de sementes com defensivos químicos. O tratamento de sementes auxilia na prevenção, na redução e na eliminação de pressão de pragas e doenças em sementes e plântulas possibilitando a maior expressão da porcentagem da germinação, da uniformidade de crescimento das plântulas, resultando em menor incidência da necessidade de replantio (MACHADO et al., 2018; PEREIRA et al., 2009).

Apesar dos métodos fitossanitários serem favoráveis a maior expressão da germinação e uniformidade da cultura, a produtividade da cultura da soja é estritamente dependente da presença de umidade no solo originária de precipitações pluviométricas, evidenciando a dependência das chuvas iniciais para a ocorrência da germinação das sementes (REZENDE, 2003). O estresse hídrico é considerado o grande desafio da atual agricultura, uma vez que, em muitas situações, a semeadura é realizada em condições inadequadas de umidade do solo (MUNNS; TESTER, 2008).

A escassez de água retarda e diminui a germinação de sementes (MOTERLE et al., 2008), causa emergência desigual de plântulas, estabelecimento de estande insatisfatório (STEINER et al., 2017) e conseqüentemente, redução da produtividade (LAWLES et al., 2012). Nos casos de ausência ou redução da capacidade de embebição das sementes por estresse hídrico a germinação é comprometida, afetando de forma negativa o desenvolvimento inicial das plântulas e a produção das lavouras (SOUZA et al., 2016).

Porém, ainda há informações limitadas de como tais tratamentos se comportam sob qualidade fisiológica das sementes (LACERDA et al., 2021), se irão causar fitotoxidez ou aumentar a tolerância, por exemplo diante do estresse hídrico. Dessa maneira, a germinação das sementes e o desenvolvimento das plântulas representam a meta prioritária dentro do processo de produção, justificando o presente trabalho, com o qual objetiva-se avaliar a qualidade fisiológica de sementes de soja tratadas com defensivos químicos sob restrição hídrica.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Sementes da Universidade Federal de Uberlândia, Minas Gerais. Na execução do trabalho utilizou-se sementes de soja cultivar Brasmax Desafio RR – 8473 RSF da safra 2020. As sementes foram uniformizadas com o auxílio de um homogeneizador de 18 canais. Na sequência, foi caracterizada a qualidade fisiológica com o intuito de se obter o desempenho das mesmas. Os parâmetros avaliados e a metodologia de avaliação estão descritos abaixo:

Peso de mil sementes (g): para calcular o peso de mil sementes, utilizou a média de peso de oito repetições contendo 100 sementes, com o resultado expresso em gramas, conforme as regras para análises de sementes – RAS, Brasil (2009).

Teor de água: a umidade das sementes foi determinada pelo método de estufa a $105^{\circ}\pm 3^{\circ}\text{C}$ no período de 24 horas, calculado na base do peso úmido. Utilizou-se duas amostras contendo 5g de sementes cada de acordo com a RAS(BRASIL, 2009).

Germinação: utilizou-se papel para germinação umedecido com água destilada na quantidade equivalente a 2,5 vezes a massa do papel não hidratado. Os rolos foram colocados em câmara do tipo *Biological Oxygen Demand* (B.O.D), com regime de temperatura estabelecido de 25°C , durante oito dias. A realização da primeira contagem de germinação foi no quinto dia. Posteriormente, no oitavo dia, foi realizado a contagem final da germinação e a determinação de plântulas normais.

Condutividade elétrica: a avaliação do vigor é realizada de forma indireta por meio da determinação da quantidade de lixiviados presentes na solução de embebição das sementes. Oito repetições de 50 sementes foram colocadas em copo descartável (200ml), posteriormente pesadas utilizando uma balança analítica de precisão (0,001g), depois foram imersas sobre 75ml de água deionizada e colocadas em câmara de germinação modelo Mangelsdorf, previamente regulada a 25°C durante 24 horas. Após este período, os recipientes foram retirados da câmara e com auxílio de um bastão de vidro, as soluções contendo sementes foram agitadas para uniformização dos lixiviados e imediatamente realizou-se a leitura em condutímetro MCA 150, com eletrodo constante 1, cujos dados foram expressos em $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$ de semente.

Tendo realizado a caracterização inicial, o experimento foi instalado em delineamento inteiramente casualizados (DIC) com os tratamentos distribuídos em esquema fatorial 4 x 4, sendo quatro defensivos químicos usados no tratamento de sementes (Água: testemunha - controle); Imidacloprido + Tiodicarbe; Clorantraniliprole; Carbendazim + Tiram) por quatro

potenciais osmóticos (0.0; -0.1; -0.2 e -0.3 MPa) com quatro repetições cada. O potencial osmótico foi obtido através de soluções aquosas de polietilenoglicol (PEG 6000), preparadas de acordo com as especificações contidas em Tabela citada por Villela, Doni Filho e Siqueira (1991).

Na condução do tratamento de sementes, o mesmo foi realizado de forma manual utilizando-se de sacos plásticos, mediante agitação constante e vigorosa até a cobertura completa das sementes pela calda. O volume de calda foi padronizado em 600 ml.100 kg⁻¹ de sementes, sendo a testemunha o tratamento que recebeu o volume total em água, sem utilização de defensivos químicos. A dose 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 1). Não houve utilização de polímero e pó secante.

Tabela 1: Ingredientes ativos, produtos comerciais, classificação e taxas de aplicação para tratamento de sementes de soja.

Ingrediente ativo (i.a.)	Nome comercial	Classificação ¹	Dose do produto comercial ²	Dose de água ³
Imidacloprido + Tiodicarbe	Cropstar	I + I	600	0
Clorantraniliprole	Dermacor	I	100	500
Carbendazim + Tiram	Protreat	F + F	200	400
Testemunha (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 das sementes, esperou-se o período de 24 horas para secagem dos tratamentos e no dia seguinte foi realizado a montagem dos testes para avaliar a qualidade fisiológica das sementes sob condições de estresse hídrico. As variáveis analisadas foram: germinação, comprimento do hipocótilo, raiz principal e comprimento total de plântulas, massa seca da parte aérea, massa seca da radícula e massa seca total.

Germinação: para a germinação foram utilizadas 200 sementes para cada tratamento, previamente tratadas, onde foram divididas em quatro repetições de 50 sementes e distribuídas em folhas de papel para germinação umedecido. Para o tratamento controle utilizou-se somente água deionizada, e para os demais tratamentos utilizou-se as soluções de polietilenoglicol (PEG 6000) na quantidade equivalente a 2,5 vezes a massa do papel não hidratado, sem adição posterior da solução. Os papéis foram organizados em forma de rolos e acondicionados em sacos plásticos transparentes com finalidade de evitar a perda de água por evaporação e garantir

o potencial osmótico desejado. Na sequência foram levadas para germinar em câmara tipo *Biological Oxygen Demand* (B.O.D.), regulada para regime de temperatura de 25°C. A realização da avaliação ocorreu no oitavo dia, e o critério adotado foi o de plântulas normais, sendo o resultado expresso em porcentagem.

Comprimento de plântulas: foram utilizadas 80 sementes por tratamento previamente tratadas, divididas em quatro repetições 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 sementes foram dispostas em duas linhas traçadas longitudinalmente contendo 10 sementes cada e espaçadas uniformemente para possibilitar o livre desenvolvimento das plântulas. Os papéis foram organizados em forma de rolos e acondicionados em sacos plásticos transparentes com finalidade de evitar a perda de água por evaporação e garantir o potencial osmótico desejado. Na sequência foram levadas para germinar em câmara tipo *Biological Oxygen Demand* (B.O.D.), regulada para regime de temperatura de 25°C, sob fotoperíodo de 12 horas. Foi realizado a avaliação no quinto dia, analisando o comprimento de hipocótilo, comprimento de radícula e comprimento total de plântulas, com auxílio de régua graduada em milímetros.

Massa da matéria seca: após avaliação do teste de comprimento de plântulas, as mesmas foram seccionadas, separando o hipocótilo e a radícula com o auxílio de um bisturi. Os cotilédones foram descartados. Na sequência os hipocótilos e as radículas foram acondicionadas em envelopes de papel identificados de acordo com cada tratamento e repetição. Em seguida foram colocadas para secar em estufa de circulação forçada de ar, à temperatura de 65°C ($\pm 3^\circ\text{C}$), até peso constante que ocorreu com 72 horas. Em seguida, o material vegetal foi resfriado em dessecador e pesado com auxílio de uma balança analítica de precisão, onde se determinou a massa seca do hipocótilo (MSH), massa seca da radícula (MSR) e massa seca total de plântulas (MST).

Para análise dos dados, os mesmos foram submetidos à análise de variância pelo teste F, com as médias agrupadas pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$). Todas as análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do software estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como parte preliminar do trabalho, foi efetuada a caracterização fisiológica inicial das sementes, sendo descritas na Tabela 2. Para avaliações de reações ao estresse hídrico na cultura da soja, é importante que seja considerado os aspectos de qualidade fisiológica, uma vez que

sementes com baixa qualidade fisiológica tem sido diretamente relacionada com resultados inferiores de desempenho em testes de germinação (ROSSETTO et al., 1997; TEIXEIRA et al., 2015).

Tabela 2. 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).

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

Para que se obtenha resultados satisfatórios é de extrema importância a avaliação da qualidade fisiológica inicial das sementes. Sementes que apresentam um baixo vigor podem ocasionar redução na velocidade e na emergência total, no seu tamanho inicial, na produção de massa seca, na área foliar e nas taxas de crescimento de plantas (SCHUCH, 1999; SCHUCH et al. 2000; MACHADO, 2002). Sementes de soja que apresentam um baixo vigor emergem mais lentamente e produzem plantas com um tamanho inicial reduzido (EDJE; BURRIS, 1971).

Na Tabela 3 houve redução da germinação das sementes quando se reduziu o potencial osmótico por meio das concentrações de PEG 6000, independente do tratamento de sementes. Outros trabalhos apresentaram resultados semelhantes como relatado por Soares et al. (2015) testando também sementes de soja mediante ao estresse hídrico. Os tratamentos com defensivos químicos na semente proporcionaram um desempenho superior no que se refere o percentual de germinação da cultivar Brasmax Desafio RR – 8473.

Tabela 3. Germinação (%) de sementes tratadas de soja, cultivar Brasmax Desafio RR - 8473 RSF, submetidas ao estresse hídrico com diferentes potenciais osmóticos.

Produtos químicos	Estresse hídrico (MPa)			
	0,0	-0,1	-0,2	-0,3
Controle	92 Aa	78 Bb	48 Cc	51 Ac
Imidacloprido + Tiodicarbe	86 Aa	91 Aa	70 Bb	35 Bc
Clorantranilprole	91 Aa	93 Aa	90 Aa	50 Ab
Carbendazim + Tiram	95 Aa	95 Aa	81 Ab	37 Bc

CV (%) = 10,60

*Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

No potencial 0,0 MPa não houve diferença significativa entre os tratamentos. Entretanto, no potencial de -0,1 MPA todos os tratamentos com defensivos químicos apresentaram resultado superior ao tratamento controle. No potencial de -0,2 MPa, os tratamentos com Clorantranilprole e Carbendazim + Tiram obtiveram resultados superiores em relação ao tratamento controle e também em relação ao tratamento com Imidacloprido + Tiodicarbe. Quando as sementes foram tratadas com Clorantranilprole e submetidas a ao potencial osmótico de -0,3 MPa apresentaram maior porcentagem de germinação não diferindo da testemunha. Os demais tratamentos apresentaram germinação inferior nesse potencial osmótico.

Ao observar o desempenho de cada tratamento químico nos diferentes potenciais osmóticos houve uma maior redução na maior concentração do polietilenoglicol (-0,3 MPa), ao passo que no tratamento controle, ocorreu redução considerável na germinação (44%) no potencial de -0,2 MPa. Tais resultados sugerem que o tratamento de sementes utilizados levaram a uma maior tolerância ao estresse hídrico. Até o potencial -0,2 os tratamentos com defensivos químicos apresentaram resultado superior ao tratamento controle. Dentre estes, o tratamento que proporcionou melhor germinação sob de restrição hídrica (0,0; -0,1; -0,2 e -0,3 MPa) foi o tratamento com Clorantranilprole (Tabela 3).

Balardin et al. (2011) relataram que a associação inseticida + fungicidas incrementaram na germinação e emergência de plântulas sob efeito do estresse hídrico demonstrando que essa combinação é vital para otimizar o benefício promovido pelo tratamento de sementes. Entretanto, esse pode ser o primeiro relato do inseticida Clorantranilprole atenuando os efeitos do estresse hídrico. Em trabalho realizado por Castro et al. (2008) foi verificado efeitos fisiológicos benéficos via o tratamento de sementes com Thiametoxam em condições de estresse.

Ao avaliar o comprimento do hipocótilo pode ser observar que a utilização dos tratamentos químicos não atenuou os efeitos negativos do estresse hídrico (Tabela 4).

Tabela 4. Comprimento do hipocótilo, raiz e total das plântulas de soja, cultivar Brasmax Desafio RR - 8473 RSF, oriundas de sementes submetidas ao estresse hídrico com diferentes potenciais osmóticos.

Produtos químicos	Comprimento do hipocótilo (cm)			
	Estresse hídrico (MPa)			
	0,0	-0,1	-0,2	-0,3
Controle	4,4Aa	1,0 Ab	1,0 Ab	0,3 Ac
Imidacloprido + Tiodicarbe	2,6 Ca	0,0 Bb	0,0 Bb	0,0 Bb
Clorantranilprole	2,7 Ca	0,0 Bb	0,0 Bb	0,0 Bb
Carbendazim + Tiram	2,9 Ba	0,0 Bb	0,0 Bb	0,0 Bb
CV (%) = 10,60				
Produtos químicos	Comprimento da raiz (cm)			
	Estresse hídrico (MPa)			
	0,0	-0,1	-0,2	-0,3
Controle	4,8 Ca	2,4 Ab	1,6 Ac	1,0 Ac
Imidacloprido + Tiodicarbe	4,3 Ca	1,1 Bb	0,4 Bc	0,2 Bc
Clorantranilprole	6,0 Ba	1,8 Bb	0,5 Bc	0,2 Bc
Carbendazim + Tiram	7,1 Aa	1,6 Bb	0,7 Bc	0,1 Bc
CV (%) = 14,97				
Produtos químicos	Comprimento total de plântulas (cm)			
	Estresse hídrico (MPa)			
	0,0	-0,1	-0,2	-0,3
Controle	9,2 Aa	3,4 Ab	2,6 Ab	1,3 Ac
Imidacloprido + Tiodicarbe	6,9 Ba	1,1 Bb	0,4 Bb	0,2 Bc
Clorantranilprole	8,7 Aa	1,8 Bb	0,5 Bc	0,2 Bc
Carbendazim + Tiram	9,7 Aa	1,6 Bb	0,7 Bc	0,1 Bc
CV (%) = 24,41				

*Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

Pelo contrário, pode ser que os tratamentos químicos possam ter causado efeitos deletérios no hipocótilo causando fitotoxidez, pois, quando não houve o tratamento das sementes, foi verificado um mínimo crescimento do hipocótilo em cada potencial hídrico no tratamento controle. Outros testes necessitam ser realizados para essa confirmação. Rocha et al. (2020) observaram que o tratamento de sementes de soja com moléculas inseticidas apresenta maior toxicidade do que moléculas fungicidas.

Em condições de disponibilidade hídrica (0.0 MPa) o comprimento de raiz do tratamento com Carbendazim + Tiram apresentou melhores resultados, sendo que os demais

tratamentos químicos foram inferiores. Entretanto, em condições de restrição hídrica o comprimento das raízes foi reduzido quando as sementes foram tratadas quimicamente, sendo o controle superior em qualquer potencial osmótico negativo. No potencial de 0,0 MPa o tratamento com Imidacloprido + Tiodicarbe apresentou o menor comprimento total de plântulas. Independente do tratamento químico, as sementes quando submetidas a restrição hídrica (-0,1; -0,2; -0,3 MPa) apresentaram menor comprimento total de plântulas quando comparadas ao tratamento controle (Tabela 4). O desenvolvimento de plântulas é reduzido em condições de estresse hídrico (BEWLEY et al., 2013). Taiz e Zeiger (2013) afirmaram que na presença de potenciais osmóticos negativos umas das variáveis que podem ser avaliadas é o crescimento de plântulas pois as estruturas são comprometidas nessas circunstâncias. Em condições de estresse hídrico, as células reduzem a turgidez e a síntese de proteínas e afeta o metabolismo (BEWLEY et al., 2013; MEDEIROS et al., 2015).

A massa seca do hipocótilo do tratamento controle, no potencial hídrico de 0,0 MPa, diferiu estatisticamente dos demais tratamentos químicos, com menor massa. Entretanto, as massas dos hipocótilos nos potenciais hídricos -0,1; -0,2; -0,3 MPa foram superiores no tratamento controle do que nos tratamentos químicos das sementes (Tabela 5).

Tabela 5. Massa seca do hipocótilo (MSH), massa seca da radícula (MSR) e massa seca total (MST) de plântulas de soja, cultivar Brasmax Desafio RR - 8473 RSF, oriundas de sementes submetidas ao estresse hídrico com diferentes potenciais osmóticos.

Produtos químicos	MSH (g)			
	Estresse hídrico (Mpa)			
	0,0	-0,1	-0,2	-0,3
Controle	0,6 Bb	0,6 Ab	1,0 Aa	1,0 Aa
Imidacloprido + Tiodicarbe	0,8 Aa	0,3 Bb	0,2 Bc	0,1 Bc
Clorantraniliprole	0,9 Aa	0,3 Bb	0,3 Bb	0,1 Bc
Carbendazim + Tiram	0,9 Aa	0,3 Bb	0,2 Bb	0,1 Bc
CV (%) = 10,60				
Produtos químicos	MSR (g)			
	Estresse hídrico (MPa)			
	0,0	-0,1	-0,2	-0,3
Controle	0,5 Ab	0,6 Ab	1,0 Aa	1,0 Aa
Imidacloprido + Tiodicarbe	0,5 Aa	0,2 Bb	0,1 Bb	0,1 Bb
Clorantraniliprole	0,6 Aa	0,2 Bb	0,1 Bb	0,1 Bb
Carbendazim + Tiram	0,6 Aa	0,2 Bb	0,1 Bc	0,1 Bc
CV (%) = 14,97				
Produtos químicos	MST (g)			
	Estresse hídrico (MPa)			
	0,0	-0,1	-0,2	-0,3
Controle	1,1 Bb	1,2 Ab	2,0 Aa	2,0 Aa
Imidacloprido + Tiodicarbe	1,3 Ba	0,5 Bb	0,3 Bc	0,2 Bc
Clorantraniliprole	1,5 Aa	0,5 Bb	0,4 Bb	0,2 Bc
Carbendazim + Tiram	1,5 Aa	0,5 Bb	0,3 Bb	0,2 Bc
CV (%) = 24,41				

*Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

Não foi observado diferença significativa entre a massa seca da radícula no potencial 0,0 MPa. Nos demais potenciais analisando a massa seca da radícula o tratamento controle diferiu dos produtos fitossanitários usados no tratamento de sementes apresentando a maior massa seca de raiz. Os tratamentos Clorantraniliprole e Carbendazim + Tiram não diferiram quanto a massa seca total de plântulas, no potencial 0,0 MPa, sendo superiores aos demais. Porém, nos demais potenciais foram observadas as maiores médias no tratamento controle. Analisando o tratamento controle em cada um dos potenciais é possível verificar incremento na da MST nos potenciais -0,2 MPa e -0,3MPa. Também na medida que reduziu os potenciais osmóticos pode ser observada diminuição da massa seca dos tratamentos químicos das sementes.

Silva-Neta et al. (2015) observaram em condições não ideais as sementes de milho não germinaram e as mudas desenvolvidas têm menor capacidade de tolerar estresse. Entretanto,

para aquelas que conseguem se estabelecer em condições de estresse atua uma forte seleção de pressão em resposta à germinação, resultando em uma série de estratégias para a sobrevivência e estabelecimento de mudas (SPINDELBOCK et al., 2013).

De acordo com Hossen et al. (2014) o tratamento com Carbendazim + Tiram apresentou menor massa seca quando comparado ao tratamento das sementes com Thiametoxan. Embora a utilização destes tratamentos provoque efeitos na massa seca estes resultados devem ser encarados com a devida cautela, pois a utilização destes produtos tem grande importância para o estabelecimento da cultura da soja (BAYS et al., 2007). Ludwig et al. (2015) também não encontraram efeitos do tratamento de sementes com fungicida, inseticida, aminoácidos e polímero na massa seca da cultura da soja. Esses trabalhos evidenciam que há efeitos contrastantes dos produtos na massa seca de plântulas sob condições adversas.

4. CONCLUSÃO

O tratamento das sementes com Clorantraniliprole reduz o efeito do estresse hídrico na germinação de sementes de soja, mas não reduz os efeitos no crescimento e massa das plântulas. Os demais tratamentos não atenuaram os efeitos do estresse hídrico.

5. REFERÊNCIAS

- BALARDIN, R.S.; SILVA, F. D.L.; DEBONA, D.; CORET, G.D.; FAVERA, D.D.; TORMEM, N.R. Tratamento de sementes com fungicidas e inseticidas como redutores dos efeitos do estresse hídrico em plantas de soja. **Ciência Rural**, v. 41, n.7, 2011. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782011000700002>
- BAYS, R.; BAUDET, L.; HENNING, A.A.; LUCCA FILHO, O. Recobrimento de sementes de soja com micronutrientes, fungicida e polímero. **Revista Brasileira de Sementes**, v.29, n.2, p.60-67, 2007. <https://doi.org/10.1590/S0101-31222007000200009>
- BEWLEY, J. D. et al. **Seeds: physiology of development, germination and dormancy**. 3. ed. New York: Springer, 2013. <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-4693-4>
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. *Regras para análise de sementes*. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 2009. 395p.
- CASTRO, G.S.A. et al. Tratamento de sementes de soja com inseticidas e um bioestimulante. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.10, p.1311-1318, 2008. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2008001000008>
- CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos safra 2016/2017: abril de 2017**. Brasília: Conab, 2017. Disponível em: https://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_04_17_17_20_55_boletim_graos_abr_2017.pdf. Acesso em: Setembro/2021.
- CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento safra brasileira de grãos, v.8– Safra 2020/21 - Décimo segundo levantamento**, Brasília, p. 1-97, n.12 setembro 2021. Disponível em: https://www.conab.gov.br/eventos-conab/evento/185/75/anuncio-do-1-levantamento-da-safra-de-graos-2021-22?filter_reset=1. Acesso em: Setembro/2021.
- DALPIZOL, B.; LEHR, E.; ALVES, G.; RODRIGUES, F.; BERNARDI, D. **Propriedades funcionais da soja**. *Fag Journal of Health (Fjh)*, [S.L.], v. 2, n. 3, p. 394-401, 29 set. 2020. Centro Universitário da Fundação Assis Gurgacz - *Fag Journal of Health*. <http://dx.doi.org/10.35984/fjh.v2i3.230>
- EDJE, O.T.; BURRIS, J.S. Effects of soybean seed vigor on field performance. **Agronomy Journal**, v.63, n.4, p.536-538, 1971. <https://doi.org/10.2134/agronj1971.00021962006300040006x>
- FARIAS, J. R. B.; NEPOMUCENO, A. L.; NEUMAIER, N. **Ecofisiologia da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2007. 9 p. (Circular técnica, n. 48). Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/470308/ecofisiologia-da-soja>. Acesso em: Setembro/2021.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, p. 1039-1042, 2011. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001>

FIETZ, C. R.; RANGEL, M. A. S. Época de semeadura da soja para a região de Dourados – MS, com base na deficiência hídrica e no fotoperíodo. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 28, n. 4, p. 666-672, 2008. <https://doi.org/10.1590/S0100-69162008000400006>

HOSSEN, D. C. et al. Tratamento químico de sementes de trigo. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 44, n. 1, pp. 104-109, 2014. <https://doi.org/10.1590/S1983-40632014000100014>

LACERDA, M. P. et al. Vigor and oxidation reactions in soybean seedlings submitted to different seed chemical treatments. **Journal of Seed Science**. v. 43, 2021. <https://doi.org/10.1590/2317-1545v43247033>

LAWLES, K. et al. Effect of delayed emergence on corn grain yields. **Journal of Plant Nutrition**, v. 35, n. 3, p. 480-496, 2012. <https://doi.org/10.1080/01904167.2012.639926>

LUDWIG, M.P.; Oliveira, S. de; Avelar, S.A.G.; Rosa, M.P.; Lucca Filho, O.A.; Crizel, R.L. Armazenamento de sementes de soja tratadas e seu efeito no desempenho de plântulas. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v.9, n.1, p.51-56, 2015.

MACHADO, M.; BRAGA, M.; BENEDETTI, A. **Entenda a importância do tratamento de sementes na soja e milho**. BASF, 2018. Disponível em: <https://www.basf.com/br/pt/media/news-releases/2018/01/Entenda-a-importancia-do-tratamento-de-sementes-na-soja-e-milho.html>. Acesso em: Setembro/2021.

MACHADO, R.F. **Desempenho de aveia-branca (Avena sativa L.) em função do vigor de sementes e população de plantas**. 2002. 46f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Sementes) – Curso de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Universidade Federal de Pelotas.

MARCOS FILHO, J. **Sistemas de produção de sementes**. São Paulo. Tecnologia de Sementes - Departamento de Produção Vegetal, USP/ESALQ, 2017. Disponível em: http://www.lpv.esalq.usp.br/sites/default/files/Texto%20SIST%20PROD%20DE%20SEMEN TES_0.pdf. Acesso em: Setembro/2021.

MATEOS-APARICIO, I., REDONDO-CUENCA, A., VILLANUEVA-SUÁREZ, M. J., ZAPATA-REVILLA, M. A., TENORIO-SANZ, M. D. Pea pod, broad bean pod and okara, potential sources of functional compounds. **Food Science and Technology**, v. 43, n. 9, p. 1467-1470, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2010.05.008>

MEDEIROS, D. S.; Alves, E. U.; Sena, D. V. dos A.; Silva, E. de O.; Araújo, L. R. Desempenho fisiológico de sementes de gergelim submetidas a estresse hídrico em diferentes temperaturas. **Semina: Ciências Agrárias**, v.36, p.3069-3076, 2015. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2015v36n5p3069>

MOTERLE, L. M.; SCAPIM, C. A.; BRACCINI, A. L.; RODOVALHO, M. A.; BARRETO, R. R. Influência do estresse hídrico sobre o desempenho fisiológico de sementes de híbridos simples de milho-pipoca. **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, n.6, p.1810 - 1817, 2008. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542008000600020>

MUNNS, R.; TESTER, M. Mechanisms of salinity tolerance. *Annual Review of Plant Biology*, v. 59, n. 1, p. 651-681, 2008. <https://doi.org/10.1146/annurev.arplant.59.032607.092911>

PEREIRA, C. E.; OLIVEIRA, J.A; ROSA, M. C. M.; OLIVEIRA, G. E.; COSTA NETO, J. **Tratamento fungicida de sementes de soja inoculadas com *Colletotrichum truncantun***. *Ciência Rural*, Santa Maria. 2009. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782009005000215>

REZENDE, P. M.; MACHADO, J. C.; GRIS, C. F.; GOMES, L. L. BOTREL, E. P. **Efeito da semeadura a seco e tratamento de sementes na emergência, rendimento de grãos e outras características da soja [*Glycine max* (L.) Merrill]**. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras. V.27, n.1, p.76-83, jan./fev., 2003. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542003000100009>

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. <https://doi.org/10.1590/1413-7054202044020119>

ROSSETTO, C. A. V., NOVEMBRE, A. D. L., MARCOS FILHO, J., SILVA, W. D., NAKAGAWA, J. Efeito da disponibilidade hídrica do substrato, da qualidade fisiológica e do teor de água inicial das sementes de soja no processo de germinação. *Scientia Agricola*, v. 54, p. 97-105, 1997. <https://doi.org/10.1590/S0103-90161997000100014>

SCHUCH, L.O.B. et al. Vigor de sementes e análise de aveia preta. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v.57, n.2, p.305-312, 2000. <https://doi.org/10.1590/S0103-90162000000200018>

SCHUCH, L.O.B. **Vigor das sementes e aspectos da fisiologia da produção em aveia-preta (*Avena strigosa* Schreb.)**. 1999. 127f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Sementes) – Curso de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Universidade Federal de Pelotas. <https://doi.org/10.17801/0101-3122/rbs.v21n2p127-134>

SILVA, M. S. L. **Principais doenças da cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill)**. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – *Campus Rio Verde*. Monografia. 2019. Disponível em: https://repositorio.ifgoiano.edu.br/bitstream/prefix/537/1/tcc_Marcus%20Sidr%C3%B4nio%20Lima%20da%20Silva.pdf. Acesso em: Setembro/2021.

SILVA-NETA, I. C. et al. Expression of genes related to tolerance to low temperature for maize seed germination. *Genetics and Molecular Research*, 14(1):2674-2690, 2015. <https://doi.org/10.4238/2015.March.30.28>

SOARES, M., M.; SANTOS JUNIOR, H., C.; SIMÕES, M., G.; PAZZIN, D.; SILVA, L., J. Estresse hídrico e salino em sementes de soja classificadas em diferentes tamanhos. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 45, n. 4, p. 370-378, 2015. <https://doi.org/10.1590/1983-40632015v45i35357>

SOUZA, T. M. A. de; SOUTO, L. S.; DUTRA FILHO, J. de A.; SÁ, F. V. S.; OLIVEIRA NETO, H. T.; PAIVA, E. P.; SOUZA, A. S. Cowpea growth and production under different levels of available water and soil cover. *International Journal of Current Research*, v.8, p. 39122-39126, 2016.

SPINDELBOCK, J. P. et al. Conditional cold avoidance drives between-population variation in germination behaviour in *Calluna vulgaris*. *Annals of Botany*, 112(5):801-810, 2013. <https://doi.org/10.1093/aob/mct142>

STEINER, F. et al. Drought tolerance of wheat and black oat crops at early stages of seedling growth. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 40, n. 3, p. 576-586, 2017.
<https://doi.org/10.19084/RCA16118>

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918 p.

TEIXEIRA, L. R., DE LUCCA, A., SPERANDIO, D., SCAPIM, C. A., SCHUSTE, I., VIGANÓ, J., JAREMTCHUK, C. C. Avaliação de cultivares de soja quanto à tolerância ao estresse hídrico. **Ceres**, v. 55, n. 3, 2015.

VILLELA, F. A.; DONI FILHO, L. D.; SIQUEIRA, E. L. Tabela de potencial osmótico em função da concentração de polietileno glicol 6000 e da temperatura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 2, p. 1957-1968, 1991.