

Processo de sorção e dessorção: Efeito na qualidade fisiológica de sementes tratadas de soja**Sorption and desorption process: Effect on physiological quality of treated soybean seeds**

DOI:10.34117/bjdv6n1-230

Recebimento dos originais: 30/11/2019

Aceitação para publicação: 22/01/2020

Érick Vinícius Pellizzari

Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas da Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Instituição: Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Endereço: Linha km 04 - Zona Rural, Dois Vizinhos – PR, Brasil

E-mail: pellizzari.erick@gmail.com

Laura Maria Hoinatz Schmitz

Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas da Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Instituição: Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Endereço: Linha km 04 - Zona Rural, Dois Vizinhos – PR, Brasil

E-mail: laura_hoinatz@hotmail.com

Maiara Secco de Souza

Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas da Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Instituição: Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Endereço: Linha km 04 - Zona Rural, Dois Vizinhos – PR, Brasil

E-mail: maiaraseccodesouza@gmail.com

Isabela Schmoller

Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas da Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Instituição: Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Endereço: Linha km 04 - Zona Rural, Dois Vizinhos – PR, Brasil

E-mail: schmollerisabela@gmail.com

Jean Carlo PossentiDoutor em Ciência e Tecnologia de Sementes pela Universidade Federal de Pelotas
Professor Doutor do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Instituição: Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Endereço: Via do Conhecimento, Km 1 – Zona Rural, Pato Branco – PR, Brasil

E-mail: jpossenti@utfpr.edu.br

Cristiane Deuner

Doutora em Ciências pela Universidade Federal de Pelotas
Pós-doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Tecnológica
Federal do Paraná

Instituição: Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Endereço: Via do Conhecimento, Linha Km 1 – Zona Rural, Pato Branco – PR, Brasil
E-mail: cdeuner@yahoo.com.br

Elisa Souza Lemes

Doutora em Ciências pela Universidade Federal de Pelotas
Pós-doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Tecnológica
Federal do Paraná

Instituição: Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Endereço: Via do Conhecimento, Km 1 – Zona Rural, Pato Branco – PR, Brasil
E-mail: lemes.elisa@yahoo.com.br

RESUMO

O conhecimento do comportamento das sementes de soja tratadas quimicamente frente aos processos de sorção e dessorção se faz necessário, uma vez que permite verificar o efeito do ganho e perda de água sobre a reorganização das membranas e conseqüentemente sobre o desempenho fisiológico das sementes. Portanto, objetivou-se determinar a curva de sorção e dessorção de duas cultivares de soja tratadas com diferentes moléculas químicas e seu efeito sobre os atributos fisiológicos. Os experimentos foram conduzidos com as cultivares de soja 55i57 RSF IPRO (Zeus) e 58i60 RSF IPRO (Lança). O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial 2x4 com quatro repetições. A primeira parte do experimento baseou-se em determinar a curva de embebição e posteriormente a curva de dessecação. Em seguida determinou-se o desempenho fisiológico através dos testes de germinação, classificação de vigor de plântulas, comprimento de parte aérea e raiz, massa da matéria seca e emergência. Constatou-se que as diferentes moléculas químicas avaliadas não foram capazes de modificar a taxa de sorção e dessorção de água das sementes estudadas. Sementes submetidas a um único ciclo de hidratação e desidratação apresentam desempenho fisiológico satisfatório. As moléculas químicas testadas respondem de forma diferente os testes de vigor aplicados bem como de acordo com a cultivar avaliada.

Palavras-chave: Glycine max, germinação, vigor, curva de embebição, curva de dessecação

ABSTRACT

The behavior knowledge of chemically treated soybean seeds to sorption and desorption processes is necessary, since it allows to verify the effect of water gain and loss on membrane reorganization and consequently on the physiological performance of seeds. Thus, the present work was carried out with the aim to determine the sorption and desorption curve of two soybean cultivars treated with different chemical molecules and the effect on physiological attributes. The experiments were conducted with two soybean cultivars 55i57 RSF IPRO (Zeus) and 58i60 RSF IPRO (Lança). The experimental design was completely randomized in a factorial scheme, with four replicates. The first part of the experiment was based on determining the soaking curve and subsequently the desiccation curve. Then, germination test, seedling vigor classification, shoot and root length, dry matter mass, and emergence were assessed for the physiological performance. Data were submitted to variance analysis (ANOVA) and when there was a significant statistical difference the Duncan test was applied to 5% error probability. It was found that the different chemical molecules evaluated were not able to modify the rate of sorption and water desorption of the seeds studied. Seeds submitted to a single hydration and dehydration cycle present satisfactory physiological performance. The chemical

molecules tested will respond differently depending on the applied vigor tests as well as the cultivar studied.

Keywords: Glycine max, germination, vigor, seed imbibition curve, desiccation curve, physiological potential.

1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max*) pertencente à família Fabaceae, tem origem asiática e é uma das culturas de grande destaque para a economia brasileira, sendo utilizada na fabricação de diversos produtos. A cultura possui ótima adaptação a diferentes condições edafoclimáticas, permitindo seu cultivo por todas as regiões do país, influenciando de forma direta e indireta no desenvolvimento socioeconômico destes locais (ROCHA et al., 2018).

Para que os produtores alcancem alto potencial produtivo com a cultura, é necessário assegurar a qualidade genética, física, fisiológica e sanitária das sementes produzidas. Uma vez que a semente é o principal insumo para os cultivos agrícolas, exercendo papel fundamental para o desenvolvimento de uma cultura, pois carrega um pacote tecnológico de valor intrínseco, resultado de anos de pesquisas (MACHADO et al. 2017). Portanto, o uso de sementes de alta qualidade aliada ao emprego de produtos que auxiliem o desempenho destas no campo é quesito fundamental para a obtenção de um bom estande inicial de plantas.

Como todo material higroscópico, as sementes de soja têm a capacidade de ceder ou absorver água do ar que as envolve, convergindo, constantemente para uma relação de equilíbrio entre seu teor de água e as condições do ambiente. Assim, se a pressão de vapor de água na semente for menor do que a do ar, ocorre a absorção de umidade (sorção) e, no caso inverso, a semente cede água para o ar (dessorção). O equilíbrio higroscópico é atingido quando a pressão parcial de vapor de água no produto, iguala-se com a pressão parcial de vapor de água do ar que o envolve a uma mesma temperatura (PESKE et al. 2012). Por serem altamente higroscópicas, as sementes têm comportamento diferenciado nas isotermas de sorção, apresentando variações no teor de água dependendo da temperatura e umidade relativa do ar. Frente a isso, o processo de sorção e dessorção de água ocasiona a perda de flexibilidade dos tecidos, acelerando a deterioração, ocasionando em perda de viabilidade e vigor das sementes (AHRENS et al. 2000).

Vale destacar que a embebição é um processo fundamental para o processo de germinação das sementes, pois permite a retomada da atividade metabólica, contribuindo para a mobilização e assimilação de reservas e crescimento subsequente. Por outro lado, para o conhecimento dos mecanismos controladores dos processos de formação da semente e dos processos que envolvem a fase de germinação é essencial o entendimento em relação à tolerância e resistência da semente quanto a sua dessecação (BARBEDO; MARCOS FILHO 1998; MARCOS FILHO, 2015). Ademais,

a velocidade de embebição da água pela semente pode variar em função de alguns fatores, como: espécie, permeabilidade do tegumento, disponibilidade de água do substrato, temperatura, pressão hidrostática, área de contato semente/água, forças intermoleculares, composição química e condições fisiológicas (POPINIGIS, 1985; CAVARIANI et al. 2009).

Dessa forma, o conhecimento do comportamento das sementes de soja tratadas quimicamente frente aos processos de sorção e dessorção se faz necessário, uma vez que permite verificar o efeito do ganho e perda de água sobre a reorganização das membranas e conseqüentemente sobre o desempenho fisiológico das sementes. Portanto, o objetivo do presente trabalho foi determinar a curva de sorção e dessorção de duas cultivares de soja em função do tratamento de sementes com diferentes moléculas químicas e posteriormente avaliar seus atributos fisiológicos.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Análises de Sementes e no Laboratório de Fisiologia Vegetal da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Câmpus Dois Vizinhos, durante o mês de maio de 2019. Foram utilizadas sementes de duas cultivares de soja, 55i57 RSF IPRO (Zeus) e 58i60 RSF IPRO (Lança), denominadas de CV1 e CV2, respectivamente. As sementes de ambas cultivares foram produzidas na safra 2018/2019, sendo das classes C1 e S2, respectivamente.

As amostras foram homogeneizadas e a fração de sementes puras separadas em 4 sub amostras a serem tratadas de acordo com os ingredientes ativos (i.a.), descritos na Tabela 1.

Tabela 1. Descrição dos tratamentos utilizados nas sementes, ingredientes ativos e suas respectivas doses.

Tratamento	Ingredientes ativos	Dose (g i.a. 100 kg ⁻¹ de sementes)
T1	Testemunha	-
T2	Piraclostrobina + Tiofanato metílico + Fipronil	5,0 + 45,0 + 50,0
T3	Imidacloprido + Tiodicarbe + Carbendazim + Tiram	75,0 + 225,0 + 30,0 + 70,0
T4	Tiametoxam + Difenconazol	70,0 + 5,0

Cada sub amostra para o tratamento foi composta por 1.000 sementes, estimadas a partir do peso de mil sementes (PMS). Este foi determinado a partir da pesagem direta de 8 repetições de 100

sementes, segundo as RAS (BRASIL, 2009). Para CV1 obteve-se PMS de 203,20 g e para CV2 obteve-se 148,06 g.

O arranjo experimental foi inteiramente casualizado (DIC) em esquema bifatorial 2x4, sendo o Fator A composto pelas duas cultivares de soja e o Fator B pelos diferentes tratamentos de sementes, conforme Tabela 1, com quatro repetições. A primeira parte do experimento baseou-se em determinar a curva de embebição e posteriormente a curva de dessecação de cada cultivar de soja. Para cada repetição utilizou-se 200 sementes devidamente acondicionadas sobre tela em caixas plásticas tipo gerbox contendo 50,0 g de vermiculita embebida com 100% da sua capacidade de retenção de água (CRA). Para determinar a CRA utilizou-se metodologia proposta pelas RAS (BRASIL, 2009), sendo pesadas 500g de vermiculita, a qual foi acondicionada em papel filtro sob um becker e adicionado volume conhecido de água. Após 15 minutos de drenagem, pela diferença no volume de água, determinou-se a CRA da vermiculita.

Os gerbox foram mantidos em câmara climatizada tipo BOD a 25 °C por 30 horas, para construção da curva de embebição. Foram realizadas pesagens em balanças de precisão com 4 casas decimais em intervalos regulares: 0, 2, 4, 6, 10, 14, 18, 24, 26, 28 e 30 horas. Após esse período foi realizado o processo de dessecação das sementes. As amostras foram transferidas para sacos de papel e acondicionadas em estufa de circulação de ar forçada a 35 °C e as pesagens acompanharam os mesmos intervalos supracitados.

Após o término das pesagens os valores foram transformados em percentual de umidade conforme metodologia determinada pelas RAS (Brasil 2009). Para determinar a umidade inicial das sementes no momento 0 da curva de embebição utilizou-se o método da estufa à 105 °C por 24 horas seguindo-se a metodologia das RAS (BRASIL, 2009).

Posteriormente à curva de dessecação determinou-se o desempenho fisiológico das sementes a partir dos seguintes testes: *Germinação*: realizado de acordo com as RAS (BRASIL, 2009), com quatro repetições de 50 sementes cada, em rolos de papel germitest. As leituras foram realizadas aos cinco e oito dias da montagem do teste, e os resultados expressos em porcentagem. *Vigor de plântulas*: realizado em conjunto com o teste de germinação, seguindo a metodologia descrita por Nakagawa (1999). As plântulas de alto vigor foram separadas das demais conforme seu desenvolvimento, tanto na primeira quanto na segunda contagem da germinação, sendo os resultados expressos em porcentagem. Na segunda contagem de vigor os dados foram acumulados com os resultados da primeira contagem. *Comprimento de parte aérea e raiz*: realizado com quatro subamostras de 25 sementes em rolo de papel. A leitura foi realizada oito dias após a semeadura e as plântulas normais foram medidas com auxílio de régua milimétrica (NAKAGAWA, 1999). Os resultados médios para comprimento de parte aérea (CPA) e comprimento de raiz (CPR) foram

expressos em centímetros (cm). *Massa da matéria seca*: realizado concomitantemente ao teste de comprimento de plântulas, utilizando-se as plântulas consideradas normais. As plântulas foram separadas dos cotilédones e colocadas dentro de sacos de papel acondicionados em estufa à temperatura de 65 °C, durante 48 horas. Os resultados foram expressos em miligramas (mg) (NAKAGAWA, 1999). *Emergência*: realizada com 4 repetições de 50 sementes cada, no Laboratório de Fisiologia Vegetal da UTFPR, em bandejas com capacidade volumétrica para 10,0 L de solo, acondicionadas em câmara fria com condições controladas de temperatura e umidade relativa do ar, 25 ± 1 °C e $80 \pm 3,0\%$, respectivamente. As contagens foram realizadas diariamente durante 14 dias a partir da data de semeadura, anotando-se o número de plântulas emergidas. Adotou-se como critério de plântula emergida após os cotilédones deixarem de tocar o solo. Com esses dados foram calculadas as seguintes variáveis resposta: Emergência (EM), Índice de Velocidade de Emergência (IVE), Velocidade de Emergência (VE) e Coeficiente de Emergência (CEM) (NAKAGAWA, 1999; BRASIL, 2009).

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e sendo verificado significância entre os tratamentos, aplicou-se teste de comparação de médias de Duncan a 5% de probabilidade de erro com auxílio do software estatístico R (FERREIRA et al., 2013; R CORE TEAM, 2016).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As curvas de sorção e dessorção das sementes da CV1 para cada tratamento encontram-se na Figura 1. Ao início das pesagens todas as sementes estavam com a umidade de 11,0% e apresentaram comportamento linear no aumento do teor de água ao decorrer do tempo. Ao final das 30 horas de embebição as sementes estavam com 23,2; 21,8; 22,4 e 22,4% de umidade para os tratamentos T1, T2, T3 e T4, respectivamente.

O aumento na umidade das sementes é dado pela diferença do potencial hídrico entre os tecidos de reserva das sementes com o microambiente do gerbox estabelecido pela vermiculita em 100% de sua capacidade de retenção de água. Devido às diferenças de potencial a água tende a migrar do local de maior para o de menor concentração, ademais, moléculas orgânicas como carboidratos e proteínas presentes nos tecidos das sementes de soja apresentam alta higroscopicidade, absorvendo água com facilidade (CALERO et al., 1981; TAIZ et al., 2017).

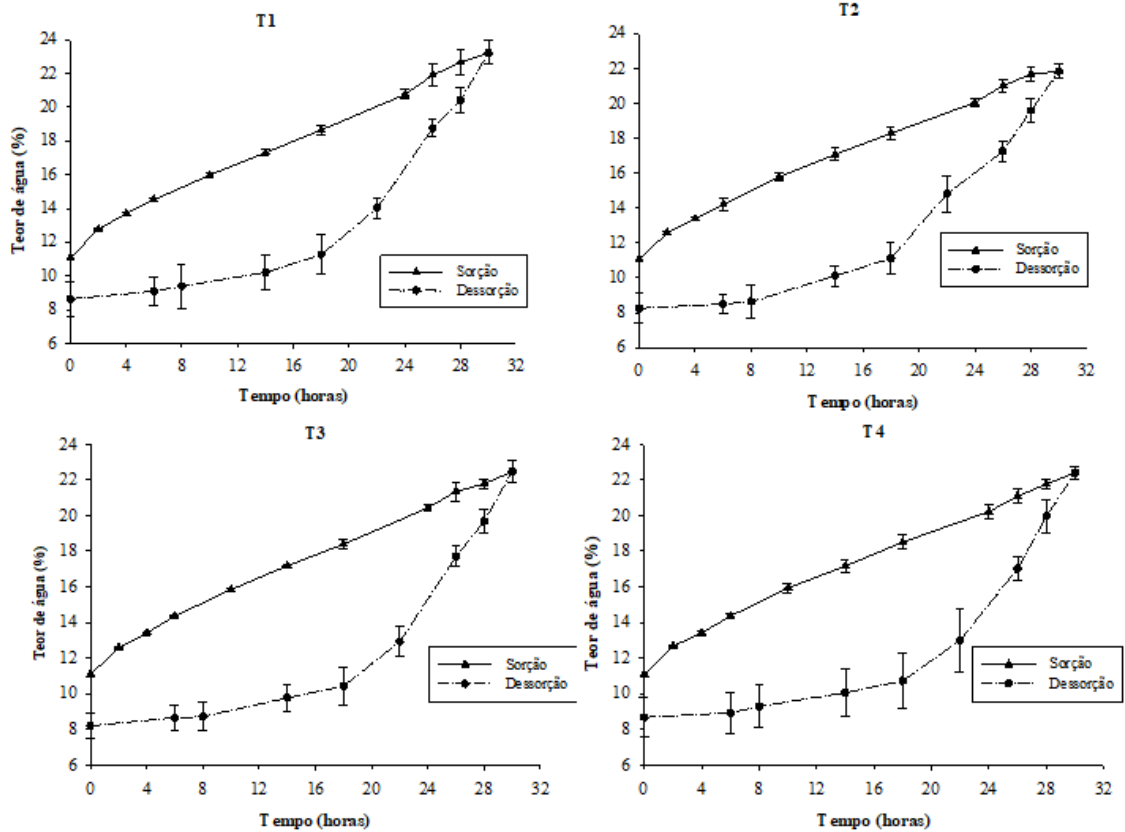


Figura 1. Curvas de sorção e dessorção para CV1 (55i57 RSF IPRO - Zeus). T1 = testemunha; T2 = 5,0 g Piraclostrobina + 45,0 g Tiofanato metílico + 50,0 g Fipronil; T3 = 75,0 g Imidacloprido + 225,0 g Tiodicarbe + 30,0 g Carbendazim + 70,0 g Tiram; T4 = 70,0 g Tiametoxam + 5,0 g Difenconazol (Doses 100 kg^{-1} de sementes).

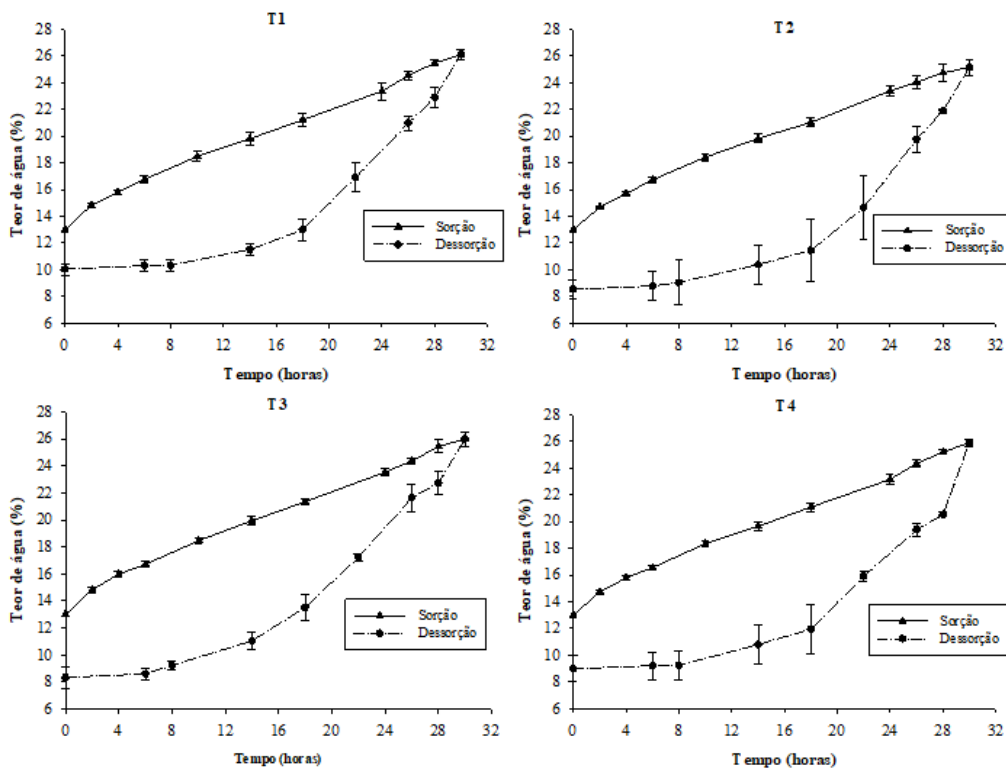


Figura 2. Curvas de sorção e dessorção para CV2 (58i60 RSF IPRO - Lança). T1 = testemunha; T2 = 5,0 g Piraclostrobina + 45,0 g Tiofanato metílico + 50,0 g Fipronil; T3 = 75,0 g Imidacloprido + 225,0 g Tiodicarbe + 30,0 g Carbendazim + 70,0 g Tiram; T4 = 70,0 g Tiametoxam + 5,0 g Difenconazol (Doses 100 kg⁻¹ de sementes).

Nota-se que houve redução acentuada na umidade das sementes nas primeiras 12 horas de dessecação (tempo 30 até tempo 18h). Esse comportamento foi semelhante para todos os tratamentos avaliados, havendo redução de 12,0; 10,7; 12,0 e 11,7 da umidade nesse período para os tratamentos T1, T2, T3 e T4, respectivamente. Nas 18 horas restantes de dessecação a perda de umidade foi menos acentuada com 2,6; 2,8; 2,2 e 2,0% para os referidos tratamentos, atingindo valores de 8,6; 8,2; 8,2 e 8,6% para o T1, T2, T3 e T4, respectivamente, ao final da curva de dessecação.

As curvas de sorção e dessorção das sementes da CV2 para cada tratamento encontram-se na Figura 2. Ao início das pesagens todas as sementes estavam com a umidade de 13,0% e apresentaram comportamento linear ao aumento do teor de água com o decorrer do tempo. Ao final das 30 horas de embebição as sementes estavam com 26,1; 25,1; 26,0 e 25,9% de umidade para os tratamentos T1, T2, T3 e T4, respectivamente. Esses resultados evidenciam que as diferentes moléculas químicas não foram capazes de alterar a velocidade de embebição de água por parte das sementes, tanto para a CV1 quanto para CV2.

Nota-se que o ganho relativo de água pela média de todos os tratamentos das sementes de CV2 foi maior que para as sementes de CV1. Enquanto CV2 teve incremento médio de 12,7% no teor de água CV1 aumentou 11,4% após as 30 horas de embebição. Esse fato pode estar relacionado diretamente com o tamanho das sementes, já que as sementes de CV2 eram oriundas de peneira 5,5mm, enquanto de CV1 eram de peneira 6,5mm.

Esses dados corroboram com os observados por Carvalho e Nakagawa (2012) que ao trabalharem com sementes de soja de diferentes tamanhos observaram que as de menor tamanho tiveram maior ganho de água relativo em função do tempo. Essa característica pode ser entendida pela maior área de contato das sementes pequenas por unidade de peso. Além disso, nesse caso há maior proporção em peso de tegumento sobre o peso total da semente, havendo maior número relativo de poros para absorção de água em sementes pequenas do que nas grandes (CALERO et al., 1981).

Em relação às curvas de dessorção observa-se o mesmo comportamento da CV1 para a CV2 (Figura 2). Há redução acentuada na umidade das sementes nas primeiras 12 horas, sendo esta semelhante em todos os tratamentos, havendo redução de 13,1; 13,7; 12,5 e 14,0% da umidade nesse período para os tratamentos T1, T2, T3 e T4, respectivamente. Nas 18 horas restantes de dessorção a

perda de umidade foi de 3,0; 2,5; 5,1 e 3,0%, atingindo ao final da curva a umidade de 10,0; 8,9; 8,3 e 9,0%, para o T1, T2, T3 e T4, respectivamente.

Esse comportamento das curvas onde as isotermas tanto de sorção como de dessorção nunca serão coincidentes, mesmo que determinadas na mesma temperatura é conhecido como efeito de histerese (SANTOS et al., 2015). Assim como no presente trabalho, Pereda et al. (2005) observaram o mesmo comportamento para as curvas de sorção e dessorção com maior efeito de histerese nas zonas intermediárias do que nas extremidades finais. Entre os fatores que podem ser atribuídos a esse comportamento há o desarranjo das moléculas nos tecidos das sementes, tendo em vista o processo de deterioração durante o processo de secagem (SANTOS et al., 2015). A deterioração das sementes ao passar do tempo deixa as moléculas dos tecidos desarranjadas, aumentando a velocidade de absorção de água. A diferença entre as isotermas de sorção e dessorção é caracterizada pela quantidade de água livre nos tecidos constituintes das sementes (PEREDA et al., 2005; TAIZ et al., 2017).

Os dados para Primeira Contagem de Germinação, Germinação Final e Vigor de Plântulas estão apresentadas na Tabela 2. Na primeira contagem de germinação observou-se que CV1 não apresentou diferença estatística entre a testemunha e o tratamento T3, com 48 e 41%, respectivamente. Já os dois tratamentos diferiram-se do T2 e T4 onde entre eles não houve diferença, apresentando 68 e 67% de sementes germinadas, respectivamente. Não houve significância nos resultados entre as cultivares, assim como, a CV2, não apresentou diferença estatística entre os tratamentos. Segundo Nakagawa (1999), o teste de primeira contagem baseia-se no princípio de que as amostras que apresentarem maior porcentagem de plântulas normais na primeira contagem são mais vigorosas porque germinaram mais rapidamente.

Observou-se ainda que o T3 teve arranque inicial de germinação não satisfatório em relação aos outros tratamentos.

Tabela 2. Resultados para Primeira Contagem de Germinação (PCG, %), Germinação Final (G, %) e vigor de plântulas (%) para CV1 e CV2 submetidas a quatro tratamentos de sementes. T1 = testemunha; T2 = 5,0 g Piraclostrobina + 45,0 g Tiofanato metílico + 50,0 g Fipronil; T3 = 75,0 g Imidacloprido + 225,0 g Tiodicarbe + 30,0 g Carbendazim + 70,0 g Thiram; T4 = 70,0 g Tiametoxam + 5,0 g Difenconazol (Doses 100 kg⁻¹ de sementes).

TS	PCG		G		VIGOR	
	CV1	CV2	CV1	CV2	CV1	CV2

	----- % -----					
T1	48 Ba	52 Aa	85 C		48 B	
T2	68 Aa	67 Aa	97 A		63 A	
T3	41 Bb	66 Aa	96 AB		66 A	
T4	67 Aa	59 Aa	92 B		56 AB	
Média	56	61	94	91	59	58
C.V. (%)	15,7		4,6		15,8	

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

Para o parâmetro germinação, foram realizadas médias entre as duas cultivares, pois não se evidenciou interação entre os fatores, apenas efeito isolado do tratamento químico. A testemunha apresentou germinação inferior aos demais tratamentos, enquanto que o T2 e T3 não apresentaram diferença alcançando 97 e 96% de germinação, respectivamente. No mesmo sentido, o tratamento T3 não diferiu do tratamento T4. O T3 apesar de ter tido arranque inicial ruim de germinação, neste parâmetro na última contagem de germinação se igualou com os demais apresentando resultados satisfatórios.

Para o parâmetro de alto vigor também se realizou médias entre as duas cultivares, e verificou-se que a testemunha foi inferior aos tratamentos T2 e T3, embora não tenha diferido do T4. Em soja, Vanzolini e Carvalho (2002) verificaram que as sementes mais vigorosas produzem maior comprimento da raiz primária e comprimento total das plântulas. Isso também se complementa com a interferência favorável dos tratamentos sobre as sementes, onde as mesmas obtiveram maior vigor em relação à testemunha.

Na avaliação do comprimento de parte aérea, pode-se observar que houve diferença significativa entre as cultivares, onde a CV2 apresentou as maiores médias em todos os tratamentos, porém, quando comparados os tratamentos utilizados não se notou diferenças estatísticas, a não ser para CV2 (Tabela 3), onde o Tratamento 3 apresentou resultados inferiores aos demais.

Tabela 3. Resultados de Comprimento de Parte Aérea (CPA), Comprimento Parte Radicular (CPR) e Massa da Matéria Seca (MMS) para CV1 e CV2 submetidas a quatro tratamentos de sementes. T1 = testemunha; T2 = 5,0 g Piraclostrobina + 45,0 g Tiofanato metílico + 50,0 g Fipronil; T3 = 75,0 g Imidacloprido + 225,0 g Tiodicarbe + 30,0 g Carbendazim + 70,0 g Thiram; T4 = 70,0 g Tiametoxam + 5,0 g Difenconazol (Doses 100 kg⁻¹ de sementes).

TS	CPA		CPR		MMS	
	CV1	CV2	CV1	CV2	CV1	CV2
	----- cm -----				----- mg -----	
T1	12,1 Ab	16,0 Aa	19,1 B		69,7 Aa	51,8 ABb
T2	10,7 Ab	16,2 Aa	20,3 A		63,5 Ba	47,8 Bb
T3	10,5 Ab	12,7 Ba	19,9 AB		63,8 Ba	54,7 Ab
T4	11,1 Ab	14,9 Aa	20,1 A		61,8 Ba	50,0 ABb
Média	11,1	15,0	19,9	19,9	64,7	51,1
C.V. (%)	7,6		4,3		5,4	

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

Moterle et al. (2011) sugeriram que a absorção dos tratamentos pode ser realizada de maneira diferente entre cultivares, o que pode explicar em parte, os resultados obtidos neste experimento, pois algumas cultivares podem absorver menos produto ou de forma mais lenta, ou ainda apresentar menor sensibilidade perante estas substâncias. Também se destacam os fatores genéticos, os quais podem contribuir para os diferentes resultados em relação às duas cultivares testadas. Ainda, de acordo com Raven et al. (2017) a resposta a um dado tratamento não depende apenas da estrutura química, mas sim da forma como é percebido pelo tecido alvo, pois observaram que a parte aérea também foi influenciada por tratamentos, dependendo da cultivar avaliada.

Para o comprimento de raiz não houve diferenças consideráveis entre as cultivares, onde as duas apresentaram médias iguais. Já em relação aos tratamentos, o T4 foi o que apresentou melhor resultado numericamente, com 20,1 cm de raiz, porém não diferiu estatisticamente de T2 e T3. Taiz

et al. (2017), relataram resultados superiores quando utilizado produtos com ingrediente ativo a base de tiametoxam, onde observaram que este produto considerado um bioestimulante e bioativador, pode ter influência da citocinina, realizando a divisão celular, e da auxina, promovendo o alongamento celular nas plantas, proporcionando um incremento sobre as raízes das plântulas de soja.

Quando avaliada a massa de matéria seca, nota-se que CV1 apresentou resultados superiores, diferindo significativamente de CV2. Em relação aos tratamentos, para CV1, a testemunha apresentou melhores resultados, diferindo estatisticamente dos demais. Este resultado pode ser decorrente do efeito de fitotoxicidade que os compostos químicos utilizados podem ocasionar, podendo resultar na redução de germinação das sementes, sobrevivência das plântulas e conseqüentemente menor resposta de massa seca (OLIVEIRA; CRUZ, 1986).

Dados de Emergência Acumulada, Índice de Velocidade de Emergência, Velocidade de Emergência e Coeficiente de Emergência estão dispostos na Tabela 4. Para o parâmetro emergência acumulada não houve diferença significativa entre as cultivares. Entre os tratamentos, o T3 apresentou maior emergência, seguido do T2 com 97 e 93%, respectivamente, enquanto o tratamento T4 não diferiu da testemunha. A emergência assim como a germinação acumulada são atributos essenciais para determinar a qualidade das sementes, servindo para caracterizar e aprovar lotes para comercialização (MARTINS et al. 2016).

Tabela 4. Resultados de emergência para os parâmetros Emergência (EM), Índice de Velocidade de Emergência (IVE), Velocidade de Emergência (VE) e Coeficiente de Emergência (CEM) para CV1 e CV2 submetidas a quatro tratamentos de sementes. T1 = testemunha; T2 = 5,0 g Piraclostrobina + 45,0 g Tiofanato metílico + 50,0 g Fipronil; T3 = 75,0 g Imidacloprido + 225,0 g Tiodicarbe + 30,0 g Carbendazim + 70,0 g Thiram; T4 = 70,0 g Tiametoxam + 5,0 g Difenconazol (Doses 100 kg⁻¹ de sementes).

TS	EC (%)		IVE		VE (dias)		CEM (%)	
	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2
T1	89 C		8,81 Cb	10,17 Aa	5,24 Aa	4,37 Bb	19,10 Bb	22,91 Aa
T2	93 B		10,05 Aa	10,25 Aa	4,81 Ba	4,58 Bb	20,79 Ab	21,84 Ba
T3	97 A		9,41 Bb	10,26 Aa	5,17 Aa	4,88 Ab	19,36 Bb	20,49 Ca
T4	89 C		8,77 Ca	9,08 Ba	5,24 Aa	4,92 Ab	19,13 Bb	20,35 Ca

Média	93	91	9,26	9,94	5,11	4,69	19,59	21,40
C.V. (%)	3,5		3,6		3,2		3,1	

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

Em relação ao Índice de Velocidade de Emergência (IVE), para a cultivar CV1, o tratamento T2 apresentou maior resultado, seguido do T3, enquanto o T4 não diferiu da testemunha (T1). Para a CV2 o tratamento T4 apresentou índice inferior, diferindo-se dos demais. Comparando as cultivares, a CV2 foi superior no T1 e T3. Já para a velocidade de emergência a CV2 apresentou valores inferiores a CV1 para todos os tratamentos testados, demonstrando qualidade superior, já que a emergência ocorreu mais rapidamente. Entre os tratamentos, na CV1 o T2 apresentou resultado menor em comparação com os demais tratamentos, enquanto na CV2 esse tratamento não diferiu da testemunha.

Para o Coeficiente de Emergência (CEM) a cultivar CV2 apresentou melhores resultados para todos os tratamentos em comparação com a CV1, com média de 21,40 e 19,59 respectivamente. Entre os tratamentos da CV1 o tratamento T2 apresentou resultado superior aos demais tratamentos avaliados com 20,79%. Para a CV2 o tratamento T1 apresentou melhor desempenho com 22,91%, seguido do T2 com 21,84%. Plântulas com maior IVE e CEM possuem melhor desempenho e também maior capacidade de resistir a estresses hídricos e fisiológicos, permitindo assim um melhor desenvolvimento da planta (JUNINO et al., 2014).

O vigor pode ser compreendido como o potencial de emergência rápida e uniforme das sementes, desenvolvendo plântulas normais nas mais diversas condições ambientais (MARCOS FILHO, 2015). A aplicação deste teste a campo é avaliada no início da cultura, onde lotes com menor emergência acumulada e índice de velocidade de emergência conferem menor vigor do lote e ainda menor velocidade de emergência em dias confere maior vigor do lote (VANZOLINI; CARVALHO, 2002).

4 CONCLUSÕES

As diferentes moléculas químicas avaliadas não foram capazes de modificar a taxa de sorção e dessorção de água das sementes das cultivares estudadas. Sementes submetidas a um único ciclo de hidratação e desidratação apresentam desempenho fisiológico satisfatório. As moléculas químicas

testadas proporcionam respostas diferentes em função dos testes de vigor aplicados bem como do genótipo utilizado.

REFERÊNCIAS

- AHRENS, D.C.; DONI-FILHO, L.; VILLELA, F.A. Secagem intermitente de sementes de aveia-branca (*Avena sativa* L.) empregando altas temperaturas iniciais. **Revista Brasileira de Sementes**, v.22, n.2, p.97-105, 2000. doi: 10.17801/0101-3122/rbs.v22n2p45-52
- BARBEDO, C. J.; MARCOS FILHO, J. Tolerância à dessecação em sementes. **Acta Botanica Brasilica**, v. 12, n. 2, p. 145-164, 1998. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-33061998000200005>.
- BRASIL. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Brasília: Secretaria de Defesa Agropecuária, 2009.
- CALERO, E.; WEST, S. H.; HINSON, K. Water absorption of soybean associated causal factors. **Crop Science**, v.21, n.6, p. 926-933, 1981.doi:10.2135/cropsci1981.0011183X002100060030x
- CARVALHO, N.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590 p.
- CAVARIANI, C.; TOLEDO, M.Z.; RODELLA, R.A.; FRANÇA-NETO, J.B.; NAKAGAWA, J. Velocidade de hidratação em função de características do tegumento de sementes de soja de diferentes cultivares e localidades. **Revista Brasileira de Sementes**, v.31, n.1, p.30-39, 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-31222009000100004>.
- FERREIRA, E.B.; CAVALCANTI, P.P.; NOGUEIRA, D.A. **ExpDes. pt: Pacote Experimental Designs (Portuguese). R packageversion 1.1.2**, 2013.
- JUVINO, A. N. K.; RESENDE, O.; COSTA, L. M.; SALES, J. F. Vigor da cultivar BMX Potência RR de soja durante o beneficiamento e períodos de armazenamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 8, p.844-850, 2014. <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v18n08p844-850>.
- MACHADO, C.; MÜHL, F.R.; FELDMANN, N.A.; BALBINOT, M.; RHODEN, A.C. Avaliação de qualidade fisiológica e sanitária de sementes de trigo. **Revista de Ciências Agroveterinárias e Alimentos**, n. 2, 2017. <http://revista.faifaculdades.edu.br/index.php/cava/article/view/388/243>
- MARCOS FILHO, J. Dormência de sementes. In: MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2ed. 2015. 659p.
- MARTINS, C.C.; UNÊDA-TREVISOLI, S. H.; MÔRO, G. V.; VIEIRA, R. D. Metodologia para seleção de linhagens de soja visando germinação, vigor e emergência a campo. **Revista Ciência**

- Agronômica**, v. 47, n. 3, p. 455-461, 2016.
<http://www.ccarevista.ufc.br/seer/index.php/ccarevista/article/view/4151/1411>.
- MOTERLE, L.M.; SANTOS, R.F DOS; SCAPIM, C.A.; BRACCINI, A. DE L E; BONATO, C.M.; CONRADO, T. Efeito de biorregulador na germinação e no vigor de sementes de soja. **Revista Ceres**, v. 58, n. 5, 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-737X2011000500017>.
- NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, VIEIRA, R.D.; NETO, J.B.F. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. 218p.
- OLIVEIRA, L.J.; CRUZ, I. Efeito de diferentes inseticidas e dosagens na germinação de sementes de milho (*Zea mays* L.). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.21, n.6, p.578-585, 1986.
- PEREDA, J.A.O.; RODRIGUEZ, M.I.C.; ÁLVAREZ, L.F.; SANZ, M.L.G.; MINGUILLÓN, G.D.G.F.; CORTECERO, M.D.S. **Tecnologia de alimentos**. Porto Alegre: Artmed, 2005. 279 p.
- PESKE, S.T.; VILLELA, F.A.; MENEGHELLO, G.E. **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. 3.ed., Pelotas: Editora e Gráfica da UFPel, 2012. 573p.
- POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: Ministério da Agricultura- AGLIPAN, 1985. 289p.
- R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2016. <http://www.R-project.org/>
- RAVEN, P. H.; EVERT, R.F., EICHHORN, S.E. **Biologia vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2017. 856p.
- ROCHA, B.G.R.; AMARO, H.T.R; PORTO, E.M.V.; GONÇALVES, C.C.; DAVID, A.M.S.S.; LOPES, E.B. Sistema de semeadura cruzada na cultura da soja: avanços e perspectivas. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 41, n.2, p. 91-100, 2018. <http://dx.doi.org/10.19084/RCA17260>.
- SANTOS, C.D.; ENGLERT, A.H.; CASSINI, A.S. Evaluation of dispersible protein content during convective drying of soybeans under different drying air temperatures. **Latin American Applied Research**, v. 45, n.2, p. 75-79, 2015. http://www.laar.plapiqui.edu.ar/OJS/public/site/volumens/indexes/artic_v4502/Vol45_02_75.pdf.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 6 ed., 2017, 888p.
- VANZOLINI, S.; CARVALHO, N.M. Efeito do vigor de sementes de soja sobre o seu desempenho em campo. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 24, n. 1, p. 33-41, 2002. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-31222002000100006>.