



Revista
Técnico-Científica



DESEMPENHO FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE CEVADA COM BIOATIVADOR EM CONDIÇÕES DE RESTRIÇÃO HÍDRICA

Daniel William Vendramin¹; Aline Bezerra de Sousa²; Ariadne Waureck³, Juliana Scarpim Bueno Veiga⁴

¹ Especialista em Produção e Tecnologia de Sementes, Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais, Ponta Grossa – PR, daniel.agro88@hotmail.com; ² Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional Sustentável, Juazeiro do Norte, CE, alinelaugh@gmail.com; ³ Pós Doutoranda em Produção Vegetal, Universidade Federal do Paraná, Curitiba – PR, ariadne.waureck@hotmail.com; ⁴ Especialista em Produção e Tecnologia de Sementes, Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais, Ponta Grossa – PR, ju_sbueno@hotmail.com

RESUMO: O tratamento de sementes é uma prática que permite proteção a plântula ao ataque de pragas e doenças, com alguns casos em ação na fisiologia das sementes. Objetivou-se avaliar o efeito do tiametoxam no desempenho fisiológico das sementes de cevada (*Hordeum vulgare* L.) com e sem restrição hídrica. O trabalho foi conduzido no laboratório de sementes da CESCAGE-PR. As sementes do cultivar BRS Cauê foram submetidas ao tratamento com o bioativador (tiametoxam) sob doses de 0, 50, 100, 150 e 200 mL para 100 kg de sementes com e sem restrição hídrica. As variáveis analisadas foram: germinação, 1ª contagem de germinação, envelhecimento acelerado, comprimento de raiz, comprimento da parte aérea e comprimento total de plântula. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 x 4 (com e sem restrição hídrica x doses de bioativador) com quatro repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância e regressão. O tiametoxam demonstrou ação positiva no desenvolvimento das plântulas, sendo a dose de 200 mL para 100 Kg de sementes a que resultou melhor desempenho fisiológico das plântulas.

Palavras-chave: inseticida, neonicotinoides, tiametoxam, tratamento de sementes.

PHYSIOLOGICAL PERFORMANCE OF BARLEY SEEDS WITH BIOACTIVATORS ON CONDICTIONS OF WATER RESTRICTION

ABSTRACT: The seed treatment is a practice which allow in the plant protect about impediment of disease and insect, in some cases it has been occurred action on the

*seed physiology. The aim was to evaluate the thiamethoxam on physiological performance of barley seeds (*Hordeum vulgare* L.) The study was conducted at the laboratory of seeds at CESCAGE-PR. The seeds of the cultivar BRS Cauê were subjected to the treatment with the bioativador (thiametoxam) over doses 0, 50, 100, 150 and 200 mL per 100 kg of seeds in the condition with and without water restriction. The analyzed variables were: germination, first germination, accelerated aging test, shoot length, root length and total seedling length. The experimental design was completely randomized in a 2 x 4 factorial scheme (with and without water restriction x bioactivators dosages) with four replications. The data were followed by analysis of variance and the average and regression. Thiamethoxam demonstrated positive action on seedling length development, being that dosages of 200 mL per 100 Kg of seeds result on better seedling physiological performance.*

Keywords: insecticide, neonicotinoids, thiamethoxam, seed treatment.

INTRODUÇÃO

A cevada é uma cultura de uso múltiplo servindo como base alimentar para animais e humanos (PONTES et al., 2015). Para a indústria cervejeira adquirir um malte de excelência é importante que a semente de cevada tenha condições favoráveis para a necessária qualidade, sendo fundamental a escolha de cultivares propícias da região de cultivo, uma vez que esta cultura apresenta grande diversidade genética (FERREIRA et al., 2016). Portanto, para o sucesso da produção deve obter sementes de excelente potencial fisiológico que envolve seu constante monitoramento desde a pré-colheita até o tratamento de sementes.

De importância tecnológica, o tratamento de semente é uma operação que tem como princípio a redução da transmissão de patógenos, utilizando como componentes de proteção: fungicidas e inseticidas que também podem auxiliar na uniformidade da germinação, permitindo melhor produtividade e, facilidade na distribuição de sementeira (MESQUITA et al., 2017).

Um dos agentes externos sujeitos a limitar o desempenho fisiológico das sementes está direcionado a disponibilidade de água. A este respeito, a restrição hídrica compromete o estímulo das reações químicas preponderantes a fase inicial de germinação que refletem no tempo de germinação e no estande final da cultura, sendo que a semente deve ter um mínimo de hidratação para que o processo fisiológico

ocorra (STEINER et al., 2017). Em vista disto, o nível de estresse abiótico como a falta de água leva a produção de radicais livres que em alta produção são tóxicas para as plantas (DEUNER et al., 2011).

Aliado a isto, por sua vez têm-se inferido que alguns inseticidas de ação sistêmica do grupo dos Neonicotinoides que além de conferir espectro protetor ao ataque de insetos, podem propiciar certos efeitos fisiológicos capazes de modificar o metabolismo, auxiliando tanto no crescimento inicial quanto no desenvolvimento das plântulas (CATANEO et al., 2010; FORD et al., 2010).

Neste contexto, o tiametoxam é um inseticida pertencente à segunda geração dos neonicotinoides comumente mais utilizado na agricultura. Possui como fórmula [3-(2-cloro-1,3-thiazol-5-ylmethyl)-5-methyl-1,3,5-oxadiazinan-4-ylidene (nitro)amina] que atua nos receptores nicotínicos da acetilcolina dos insetos (MAIENFISCH et al., 2001). Por sua constituição tem permitido apresentar propriedades como bioativador, fator esse que em meio a estresse ativam determinadas reações fisiológicas como algumas expressões de proteínas capazes de atuar na transcrição do DNA da planta alterando a expressão gênica e nutrição mineral. Particularmente estas proteínas interagem com vários mecanismos de defesa de estresses da planta que tendem a conferir maior resistência a condições adversas, tais como secas, baixo pH, alta salinidade de solo, radicais livres, estresses por temperatura altas, efeitos tóxicos de níveis elevados de alumínio e ataques de patógenos considerado como substância orgânica modificadora do crescimento (MAIENFISCH et al., 2001; CATANEO et al., 2010).

Algumas pesquisas mostram que o tiametoxam aplicado nas sementes pode envolver os caracteres fisiológicos em ações que levam sua eficiência como molécula moderadora de caráter modificador do crescimento, que por ocasião de sua disponibilidade é atribuída ao aumento da expressão do vigor, maior acumulação de fitomassa, maior desenvolvimento de plântula e contra estresse abiótico. Além disso, é dimensionado como fitotônico o que propicia estabelecer em condições favoráveis para os atributos fisiológicos (ALMEIDA et al., 2014a).

As sementes quando inseridas no campo estão expostas a fatores externos de estresse, como restrição hídrica que podem acarretar negativamente na sua plena

expressão genética, e que quando tratadas com determinados defensivos agrícolas possam induzir a planta na tolerância a esses fatores de estresse (FORD et al., 2010). Portanto, o estudo teve como objetivo avaliar o efeito da ação do bioativador (tiametoxam) no desempenho fisiológico das sementes de cevada (*Hordeum vulgare* L.) com e sem restrição hídrica.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Análise de sementes do Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais – CESCAGE em Ponta Grossa-PR.

Para o estudo utilizou-se sementes de cevada cultivar BRS Cauê produzidas na safra 2018 em Ponta Grossa-PR. O produto comercial aplicado sobre as sementes foi o inseticida Tiametoxam do grupo químico dos Neonicotinoides, contendo 350 g L⁻¹ de ingrediente ativo. O produto foi aplicado em doses crescentes, correspondendo a cinco tratamentos: 0 (controle); 50, 100, 150 e 200 mL para 100 Kg de sementes.

Adotou-se como procedimento do tratamento de sementes pela preparação de uma solução de calda (produto + água destilada). O volume de calda aplicado foi de 500 mL para 100 Kg de sementes. O tratamento controle recebeu somente a água destilada. Manualmente com auxílio de uma pipeta graduada cada dose foi dispersa no fundo de um saco plástico transparente, seguida pela agitação das sementes até a total homogeneização com a calda, como descrito por (ALMEIDA et al. 2012).

As sementes de cevada foram submetidas às seguintes avaliações:

Porcentagem de germinação: Proveniente de cada tratamento as sementes foram alocadas sob duas folhas de papéis de germinação (germitest) com quatro repetições. O papel germitest foi umedecido em água esterilizada equivalente a 2,5 a massa do papel. Quanto à restrição hídrica foi estipulada a metade de água aplicada em virtude da massa do papel. Os rolos de papel foram mantidos em germinador a 20 °C. Avaliou-se a contagem de germinação aos 5 e 7 dias após semeadura, de acordo com as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

Primeira contagem de germinação: Realizada simultaneamente com o teste de germinação, consistindo do registro do número de plântulas normais estabelecido

no quinto dia após a semeadura (BRASIL, 2009). Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais.

Envelhecimento acelerado: Conduzida em caixas plásticas transparentes (11,0 x 11,0 x 3,5 cm) contendo 40 mL de água no fundo de cada compartimento. No seu interior as sementes foram dispostas em camada uniforme sob uma bandeja de tela de alumínio. O teste procedeu em câmara de germinação do tipo BOD por um período de exposição a 42 °C por 48h. Decorrido o tempo as sementes foram condicionadas ao teste de germinação contendo 50 sementes para cada tratamento. A avaliação da germinação consistiu ao 7º dia após a semeadura, determinadas pelo número de plântulas normais (NAKAGAWA, 1999).

Comprimento da plântula: Adotou-se como medida avaliativa amostras de 15 sementes para cada tratamento, semeadas sobre uma linha traçada no terço superior da folha de papel. Com auxílio de uma régua milimétrica determinou-se o comprimento da parte aérea (região do colo até o ápice da folha) e o comprimento radicular por base do colo da raiz até sua extremidade (ponta da raiz principal). A medição foi efetuada ao 7º dia após semeadura. Os valores foram expressos em cm por plântula (NAKAGAWA, 1999).

O delineamento experimental utilizado nas avaliações das sementes foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 4 (com e sem restrição hídrica x doses do produto) com quatro repetições de cada tratamento. Os dados foram seguidos pela análise de variância pelo teste F, e as médias quando significativas foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro e regressão polinomial com auxílio do programa R Studio.

RESULTADOS

Na Tabela 1 de acordo com as respectivas características agronômicas apresentadas pelas análises de variância, verificou-se que não responderam em efeito significativo entre as doses do inseticida sob fatores com e sem restrição hídrica, em relação à viabilidade e vigor das sementes, dadas pela (germinação, 1ª contagem de germinação) sendo que no envelhecimento acelerado somente houve diferenciação

quanto à restrição hídrica. No entanto, as variáveis do comprimento da plântula (parte aérea, de raiz e total) houve presença significativa para as doses do bioativador (tiametoxam).

Em função disto, em relação às variáveis analisadas pode ser notado que sem a presença do tiametoxam, apresentava as sementes com boa qualidade fisiológica. Ao analisar as sementes que receberam o bioativador não se registrou efeito promissor daquelas sementes não tratadas tanto na condição sem como em estado de restrição hídrica. Em partes, isto pode ser verificado ao desdobramento das significativas análises.

Tabela 1. Resumo da análise de variância para as características agrônômicas: Germinação (G), primeira contagem (1ªG); envelhecimento acelerado (EA), comprimento da parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR) e comprimento da plântula (CP) de sementes de cevada (*Hordeum vulgare* L.) em função de diferentes doses de bioativador sob com e sem restrição hídrica.

Table 1. Summary of analysis of variance for the agronomic characteristic: Germination (G); First count (1ªG); accelerated aging (EA); shoot length (CPA); root length (CR); seedling length (CP) as a function of barley seeds (Hordeum vulgare L.) with and without water restriction.

Fator de Variação	GL	Quadrados médios					
		G	1ªG	EA	CPA	CR	CP
Dose (D)	4	5,525 ^{ns}	10,315 ^{ns}	34,79 ^{ns}	4,918 [*]	25,620 [*]	46,991 [*]
Rest. Hídrica (RH)	1	4,225 ^{ns}	13,225 ^{ns}	828,10 [*]	1,325 [*]	16,335 ^{ns}	26,966 ^{ns}
(D) * (RH)	4	6,600 ^{ns}	21,537 ^{ns}	14,79 ^{ns}	7,956 [*]	6,380 ^{ns}	17,074 ^{ns}
Resíduo	30	2,741	9,358	10,32	1,310	5,763	7,373
Total	39	-	-	-	-	-	-
CV (%)		1,75	3,35	3,8	12,7	20,2	13,01

* significativo a nível de 5% de probabilidade, ns: não significativo.

A respeito da variável germinação, (Tabela 2) pode ser observado que não houve interação dos fatores (com e sem restrição hídrica) indicando que o efeito do tratamento químico não difere entre as condições de disponibilidade hídrica. Fato também não ocorrido em diferença significativa para as doses estipuladas.

De maneira similar ao que foi apresentado no teste de germinação, neste estudo pode-se observar que o teste de 1ª contagem de germinação (Tabela 2) seguiu o mesmo comportamento, sendo que não se presenciou em nível de significância para a interação sem e com restrição hídrica em função das doses do bioativador.

Tabela 2. Resultados médios do teste de germinação (G%) e de 1ª contagem de Germinação (CG%) em sementes de cevada (*Hordeum Vulgare L.*) em condições com e sem restrição hídrica em função do bioativador tiametoxam.

Table 2. Mean values of germination test (G%) and first count (CG%) on barley seeds (*Hordeum vulgare L.*) for condition with and without restriction as a function of bioactivator tiametoxam.

		G (%)				
		Doses (mL/100 kg sementes)				
Restrição Hídrica		0	50	100	150	200
Com		93 ^{ns}	95 ^{ns}	97 ^{ns}	96 ^{ns}	96 ^{ns}
Sem		94	95	93	95	95
Média		95,0				
CV (%)		1,75				
		1ª CG (%)				
		Doses (mL/100 kg sementes)				
Restrição Hídrica		0	50	100	150	200
Com		91 ^{ns}	93 ^{ns}	94 ^{ns}	91 ^{ns}	91 ^{ns}
Sem		93	89	91	88	94
Média		93,0				
CV (%)		3,35				

ns: não significativo a 5% de probabilidade no teste de Tukey.

Na Tabela 3 é possível notar que o envelhecimento acelerado embora não se tenha observado influência pelas doses, houve significância para as variáveis (sem e com restrição hídrica). O bioativador ocasionou maior resistência de perda deteriorativa, além de ter assegurado a expressividade do vigor das sementes sob fator de estresse hídrico. Oportunamente, embora o teste de envelhecimento acelerado ocasionado pela penetração do produto possa causar dano à semente, o mesmo não resultou em efeito fitotóxico.

Tabela 3. Resultados médios do envelhecimento acelerado (%) sob condição sem e com restrição hídrica (CRH) de sementes de cevada (*Hordeum vulgare L.*) em função das doses do bioativador tiametoxam.

Table 3. Mean values of accelerated aging (%) under condition with and without restriction (CRH) on barley seeds (*Hordeum vulgare L.*) as a function of doses of bioactivator tiametoxam.

		EA (%)
Restrição Hídrica		
Com		89 a
Sem		80 b
CV (%)		3,8

*Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

Para o comprimento de raiz (Figura 1) não foi presenciado interação entre os fatores com e sem restrição hídrica. Porém, observa-se que as sementes quando tratadas com o bioativador mostraram tendência gradativa de aumento de raiz em

razão das doses do produto, sendo que com 200 mL houve melhor comprimento de raiz.

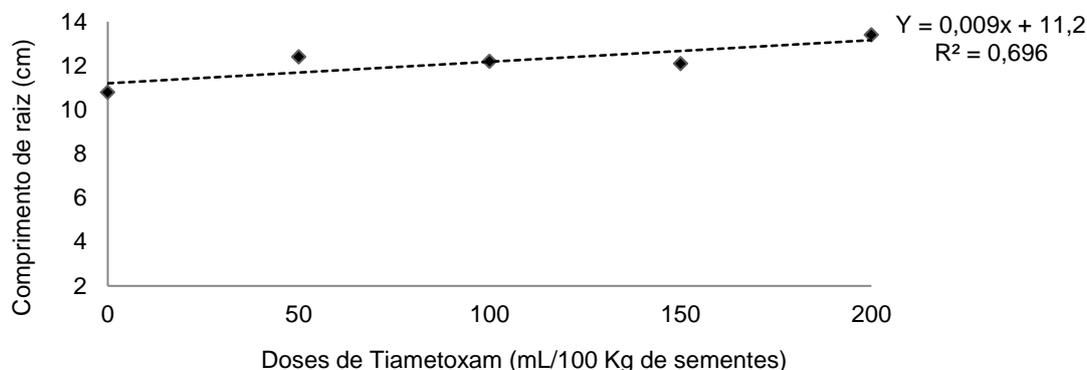


Figura 1. Resultados médios (cm) do teste de comprimento de raiz de sementes de cevada (*Hordeum vulgare* L.) em função das doses de bioativador tiametoxam.

Figure 1. Mean values (cm) root length test the barley seeds (*Hordeum vulgare* L.) as a function of bioactivator tiametoxam.

A respeito da variável parte aérea (Figura 2) é possível inferir que à medida que se aumentou as doses, houve um provável acréscimo no comprimento foliar, sendo que ocorreu efeito de interação nos fatores estudados. Sem restrição hídrica, presenciou-se aumento linear do comprimento da plântula de cevada em função das doses do bioativador.

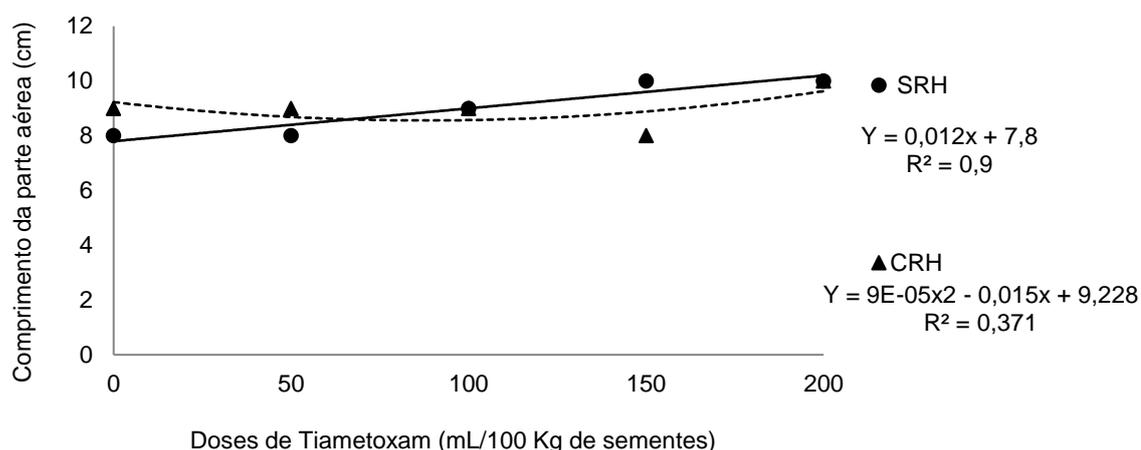


Figura 2. Resultados médios (cm) do teste de comprimento da parte aérea de sementes de cevada (*Hordeum vulgare* L.) proveniente sem restrição hídrica (SRH) e com restrição hídrica (CRH) em função das doses de bioativador tiametoxam.

Figure 2. Mean values (cm) shoot length test the barley seeds (*Hordeum vulgare* L.) as a function of bioactivator tiametoxam.

Para o comprimento total de plântula (Figura 3) pode-se notar que embora não tenha ocorrido interação significativa pelas variáveis (com e sem estresse hídrico), a

análise de regressão indica que houve diferença entre as doses do produto, ou seja, o inseticida teve sutilmente uma tendência em elevar o crescimento da plântula em virtude da dose aplicada, sendo a dose de 200 mL para 100 Kg de semente a que resultou em maior comprimento de plântula de cevada.

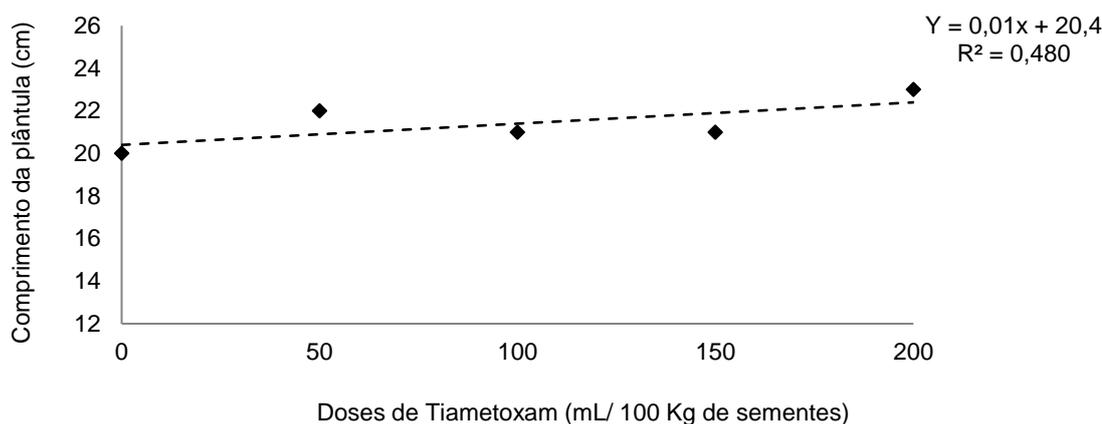


Figura 3. Resultados médios (cm) do comprimento da plântula de cevada (*Hordeum vulgare* L.) em função das doses do bioativador tiametoxam.

Figure 3. Mean values (cm) the total seedling length of barley seeds (*Hordeum vulgare* L.) as a function of bioactivator tiametoxam.

DISCUSSÃO

Em contrapartida ao resultado obtido da germinação do presente trabalho, Almeida et al. (2012) em cevada cultivar MN 610 e MN 713 obtiveram acréscimo germinativo com 150 mL para 100 Kg de sementes. Propriamente os mesmos autores salientam que o tiametoxam pode agir sob efeito positivo na capacidade de ocorrer melhor expressão e uniformidade germinativa além de prover na rápida emergência de sementes, já no estudo em arroz Almeida et al. (2014a) constataram alta taxa de germinação com 100 mL para 100 Kg de sementes.

O desempenho das sementes quando tratadas sob restrição hídrica podem não ter tido efeito expressivo uma vez que essas estavam com boa qualidade fisiológica. A respeito disso, alguns estudos têm associado o tiametoxam em circunstância positiva na germinação sob efeito de estresse. Esse fator como explicam Almeida et al. (2014a) em condições anormais tanto ambiental como fisiológico na presença de baixo vigor, as sementes respondem melhor aos efeitos do inseticida havendo

acréscimo na germinação por razão de suas propriedades bioquímicas amenizar o estresse.

O inseticida tem a capacidade de potencializar a emergência, decrescendo a situação da intensidade de estresse (SOARES et al., 2014). O efeito positivo do inseticida foi condicionado também em soja por Cataneo et al. (2010) e feijão por Almeida et al. (2014b).

Segundo Maienfisch et al. (2001) os bioativadores são substâncias orgânicas que respondem na expressão genética, na síntese de proteínas e no metabolismo enzimático. Em adição a este fato é que isso ocorre em medida de proteção da planta, razão que em estado de estresse o metabolismo desencadeia espécies de reações de oxigênio, fato que em níveis elevados podem levar em toxidez na planta, ao passo que o tiametoxam acaba reduzindo esse processo (DAN et al., 2013). Desta maneira, é importante ressaltar que quanto maior for o nível de estresse o tiametoxam age mais na indução de enzimas protetoras da planta, em função disto, ocorre maior eficiência na redução do estresse (SHARMA et al., 2012).

As atividades enzimáticas envolvidas no processo de germinação são dependentes da absorção de água pela semente (MARCOS FILHO, 2015). Assim, acrescenta-se que mesmo estando à cevada em estado estressante por falta de água foi compensado na regulação fisiológica pela intercessão do bioativador, já que um dos agentes externos que pode restringir o desempenho fisiológico das sementes está direcionado a disponibilidade de água, sendo que a primeira fase da germinação é a embebição, etapa onde ocorre a reativação do metabolismo e desencadeando todos os processos fisiológicos ao desenvolvimento da planta (MARCOS FILHO, 2015).

No presente estudo, a propriedade molecular do tiametoxam foi insuficiente ao estímulo na elevação do vigor seja em estado sem ou com estresse hídrico, presente pelo teste de 1ª contagem (Tabela 2). Porém, com a aplicação da restrição hídrica pode ter havido as sementes de cevada superado o estado estressante.

Todavia, a tolerância a fatores de estresse está diretamente ligada com a atividade de enzimas antioxidantes (SHARMA et al., 2012). Juntamente por estas enzimas favorecidas pela aplicação do produto exógeno, o vigor expresso pelo desempenho germinativo como referem Tunes et al. (2010) que em estado de

estresse algumas isoenzimas, além de função antioxidante na planta, respondem na oxidação de aminoácidos suprindo energia para o ciclo de Krebs, sobressaindo na rápida emergência, ao passo que esse efeito reflete em melhor fechamento de estande.

Por sua vez, alguns autores relatam que o tiametoxam tem sido atribuído em incremento da expressão do vigor, razão que impulsionam a taxa germinativa e melhoram o desenvolvimento inicial. Efeito semelhante foram verificados por Soares et al. (2012) os quais relatam que em arroz com baixo vigor houve incremento de vigor das sementes, tal qual é correspondido na rápida germinação. Assim como afirmam Cataneo et al. (2010) que a aplicação do tiametoxam correlacionado com o aumento da peroxidase envolve maior expressão de germinação e ganho de vigor em virtude do estresse por saturação salínica e alumínica.

Porém para que o produto tenha sua ação positiva na semente é importante adequar à dosagem sem que ocorra toxidez para a planta, sendo assim tal processo pode alavancar em perdas de capacidade de hidrólise e mobilização de reserva, ocasionando em menor taxa germinativa (MARCOS FILHO, 2015). De modo geral, as respostas da ação do inseticida sob a planta dependem do fator de estresse, da espécie e vigor das sementes, inclusive da dose do produto a ser aplicado (SERAGUZI et al., 2018).

Em relação aos resultados apresentados do envelhecimento acelerado (Tabela 3), o alcance da menor deterioração dado pelo estresse hídrico aplicado, possivelmente foi ocasionado como Cataneo et al. (2010) mencionam que o tiametoxam está ligado a ativação de defesa da planta atuando na redução do estresse abiótico. Na cultura do feijão conforme Almeida et al. (2014b) foi caracterizado esse fenômeno. Tais resultados assemelham-se como os encontrados no estudo de Almeida et al. (2012) com trigo e cevada em redução da deterioração das sementes, ou seja, esses efeitos podem ser explicado por Almeida et al. (2014a) e Soares et al. (2014) por ocasião em que o tiametoxam bioquimicamente demonstrar efeito benéfico, as quais, pode ser retratado em virtude da ação do ingrediente ativo sistematicamente ocorrer dentro da planta, a fim de agir como agente agônico

estimulando a atividade enzimática, sobretudo as que estão envolvidas em fatores contra fenômenos de estresses.

Certamente, o teste de envelhecimento acelerado expressa o nível de deterioração (perda da integridade das membranas) da semente, responsáveis pela rápida perda de viabilidade e vigor. Neste caso a estabilidade do vigor se pressa pela organização das atividades enzimáticas, uma vez que em descontrole as causam modificações nas membranas celulares sob efeito de alteração, o que leva a desorganização da atividade respiratória, ou seja, resulta na redução da qualidade fisiológica. Todavia, sementes que possuem alto vigor tendem a superar o estresse mantendo elevada viabilidade (MARCOS FILHO, 2015).

Percebeu-se que ao aplicar o tiametoxam satisfatoriamente foi respondida no crescimento de raiz (Figura 1). Tal fato pode ser justificado, pois o bioativador tiametoxam pode responder em estímulo no alongamento da raiz, e em razão deste efeito potencializar a capacidade de assimilação de nutrientes (ALMEIDA et al. 2014a). Alguns trabalhos tem relacionado o bioativador como fator positivo no crescimento de raiz como verificados por Almeida et al. (2012) em cevada e trigo, assim sendo no referido estudo de Almeida et al. (2014b) com feijão comum, que se presenciou aumento do crescimento radicular em meio a estresse por umidade. Presenciado também no trabalho de Soares et al. (2012) em incremento do sistema radicular para sementes de arroz de baixo vigor. Afifi et al. (2015) discorrem que o tiametoxam influencia na sinalização do ácido giberélico e inibição a síntese de ABA, favorecendo posteriormente em maior enraizamento.

A ação positiva presenciada pelo tiametoxam em cevada (Figura 2) nos condiz dizer que a parte aérea da plântula pode-se ser estimulada pelo inseticida. Em consonância com o presente estudo da cevada, justamente, Soares et al. (2012) analisaram na cultura do arroz que o tiametoxam foi capaz de atribuir em ganho de comprimento foliar, assim como, Almeida et al. (2012) também constataram em trigo e cevada cultivar MN 610 e MN 713 ação positiva do bioativador. Em outras culturas como soja relatadas por Cataneo et al. (2010) foram observadas relação positiva da ação do inseticida sob o desempenho da parte aérea.

A avaliação do comprimento de plântula (Figura 3) nos proporcionou levar em consideração que o efeito do tiametoxam pode de certa forma beneficiar a plântula quanto ao seu crescimento. Esse estímulo pode ser caracterizado em razão que a estrutura molecular do tiametoxam possui alta solubilidade em água (4,1 g/L a 25 °C e baixo coeficiente de partição (log Kow de - 0,13 em pH de 6,8) facilitando a sua penetração pelas raízes e possuindo uma rápida translocação pelos tecidos da planta (JESCHKE et al., 2011). Visto que o alongamento do sistema radicular imposta pela aplicação do tiametoxam pode consistir no aumento da absorção dos nutrientes pela planta (SERAGUZZI et al., 2018). Já Horii e Shetty (2007) citam que o tiametoxam pode agir na rota metabólica da pentose fosfato, auxiliando na hidrólise de reservas e fornecendo maior energia para o desenvolvimento da plântula, garantindo assim uma plântula com arranque inicial mais acentuado.

Sendo assim, os resultados nos indicam que o tiametoxam pode funcionar como bioativador, ou seja, proporciona um aprimoramento na fisiologia da plântula, circunstância que pode elevar seu potencial uso (ALMEIDA et al., 2014a).

CONCLUSÕES

O bioativador não exerce influência sobre a germinação de sementes de cevada.

A atividade do tiametoxam propicia estímulo ao desenvolvimento inicial da plântula. A dose de 200 mL/100 Kg de sementes demonstra ser mais promissora em melhorar o desempenho das plântulas.

REFERÊNCIAS

AFIFI, M.; LEE, E.; LUKENS, L.; SWANTON, C. Maize (*Zea mays*) seeds can detect above-ground weeds; Thiamethoxam alters the view. **Pest Management Science**, v. 71, n. 9, p. 1335-1345, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1002/ps.3936>.

ALMEIDA, A. S.; DEUNER, C.; BORGES, C. T.; MENEGHELLO, G. E.; JAUER, A.; VILLELA, F. A. Treatment of rice seeds with thiamethoxam: reflections on physiological

performance. **Journal of Seed Science**, v. 36, n. 4, p. 458-464, 2014(a). DOI: <https://doi.org/10.1590/2317-1545v36n4980>

ALMEIDA, A. S.; LAUXEN, L. R.; VILLELA, F. A.; MENEGHELLO, G. E.; TILLMANN, M. A. Physiological performance of wheat and barley seeds treated with bioactivator, **American Journal of Experimental Agriculture**, v. 2, n. 1 p. 90–101, 2012. DOI: 10.9734/AJEA/2012/685

ALMEIDA, A. S.; VILLELA, F. A.; MENEGUELLO, G. E. DEUNER, C.; TUNES, L. M.; ZIMMER, P. D.; JAUER, A. Physiological performance of common bean seeds treated with bioactivador with and without moisture restriction. **American Journal of Plant Science**, v. 5, n. 26, p. 3769-3776, 2014(b). DOI: 10.4236/ajps.2014.526394

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: Mapa/ACS, 2009. 398p.

CATANEO, A. C.; FERREIRA, L. C.; CARVALHO, J. C.; ANDRÉO-SOUZA, Y.; CORNIANI, N. MISCHAN, M.M.; NUNES, J.C. Improved germination of soybean seed treated with thiamethoxam under drought conditions. **Seed Science and Technology**, v. 38, p. 248-251, 2010. DOI: 10.15258/sst.2010.38.1.27

DAN, L. G. M.; BRACCINI, A. L.; BARROSO, A. L. L.; DAN, H. A.; PICCININ, G. G.; VERONIAK, J. M. Physiological potential of soybean seeds treated with thiamethoxam and submitted to storage. **Agricultural Sciences**, v. 4, n. 11, p. 19-25, 2013. DOI: 10.4236/as.2013.411A003

DEUNER, C.; MAIA, M. S.; DEUNER, S.; ALMEIDA, A. S.; MENEGHELLO, G. E. Viabilidade e atividade antioxidante de sementes de genótipos de feijão-miúdo submetidos ao estresse salino. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 33, n. 4, p. 711-720, 2011.

FERREIRA, J. R.; PEREIRA, J. F.; TURCHETTO, C.; MINELLA, E.; CONSOLI, L.; DELATORRE, C. A. Assessment of genetic diversity in Brazilian Barley using SSR Markers. **Genetics and Molecular Biology**, v. 39, n. 1, p. 86-96, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/1678-4685-GMB-2015-0148>

FORD, K. A.; CASIDA, J. E.; CHANDRAN, D.; GULEVICH, A. G., OKRENT, R. A.; DURKIN, K. A.; SARPONG, R.; BUNNELLE, E. M.; WILDERMUTH, M. C.

Neonicotinoid insecticides induce salicylate-associated plant defense responses. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 107, n. 41, p. 17527-17532, 2010. DOI: 10.1073/pnas.1013020107

HORII, A. M. P.; SHETTY, K. Enhancement of seed vigour following insecticide and phenolic elicitor treatment. **Bioresource Technology**, v. 98, n. 3, p. 623-632, 2007. DOI: 10.1016/j.biortech.2006.02.028

JESCHKE, P.; NAUEN, R.; SCHINDLER, M.; ELBERT, A. Overview of the status and global strategy for neonicotinoids. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 59, n. 7, p. 2897-2908, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf101303g>

MAIENFISCH, P.; ANGST, M.; BRANDL, F.; FISCHER, W.; HOFER, D.; KAYSER, H.; KOBEL, W.; RINDLISBACHER, A.; SENN, R.; STEINEMANN, A.; WIDMER, H. Chemistry and biology of thiamethoxam: a second generation neonicotinoid. **Pest Manage Sci**, v. 57, p. 906-913, 2001. DOI: 10.1002/ps.365

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 2.ed. Londrina, PR: ABRATES, 2015. 659p.

MESQUITA, F. S.; COIADO, L. R.; FREITAS, A. S. de.; REIS, C. R.; ALCANTRA, E.; REZENDE, R. M. Tratamento de sementes de feijoeiro-comum com fungicida, inseticida e promotores de crescimento. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, Três Corações, v. 15, n. 2, p.769-776, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.5892/ruvrd.v15i2.3139.g3322>

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.) **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999, cap.2, p.1-24.

PONTES, A. P.; SOUZA, R. de.; GRANADA, C. E.; PASSAGLIA, L. M. P. Screening of plant growth promoting bacteria associated with barley plants (*Hordeum vulgare* L.) cultivated in South Brazil. **Biota Neotropica**, v. 15, n.2, p. 20140105, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/1676-06032015010514>

SERAGUZI, E. F.; QUEIROZ REGO, C. H.; CARDOSO, F. B.; CÂNDIDO, A. C. S.; ALVES, C. Z. Physiological quality of *Brachiaria brizantha* seeds treated with fungicide and insecticide. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 31, n. 3, p. 651-656, 2018. DOI: 10.1590/1983-21252018v31n313rc

SHARMA, P.; JHA, A. B.; DUBEY, R. S.; PESSARAKLI, M. Reactive oxygen species, oxidative damage, and Antioxidative defense mechanism in plants under stressful conditions. **Journal of Botany**, v. 1, n. 1, p. 26, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1155/2012/217037>

SOARES, V. N, TILLMANN, A. A.; MOURA, A. B.; ZANATTA, Z. G. C. N. Physiological potential of rice seeds treated with rhizobacteria or the insecticide thiamethoxam. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 34, n. 4, p. 563-572, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0101-31222012000400006>

SOARES, V. N.; RADKE, A. K.; TILLMANN, M. A.; MOURA, BITTENCOURT, A.; SCHUCH, L. O. B. Physiological performance of rice seeds treated with thiamethoxam or rhizobacteria under different temperatures. **Journal of Seed Science**, v. 36, p. 186-193, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/2317-1545v32n2925>

STEINER, F.; ZUFFO, A. M.; ZOZ, T.; ZOZ, A.; ZOZ, J. 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. DOI: <https://doi.org/10.19084/RCA16118>

TUNES, L. M.; PEDROSO, D. C.; MENEGHELLO, G. E.; CASTRO, M. A. S.; BARROS, A. C. S. A.; BADINELLI, P. G.; MUNIZ, M. F. B. Perfil enzimático em sementes de cevada em resposta a diferentes concentrações salinas. **Interciência**, v. 35, n. 5, p. 369-373, 2010.