

Desempenho inicial de sementes de milho tratadas com Tiametoxam e *Azospirillum brasilense* em condições de deficiência hídrica simulada

Paulo Henrique Cazarim¹, Carlos Henrique dos Santos Fernandes^{1*}, José Henrique Bizarri Bazzo¹, André Sampaio Ferreira¹, Ítala Menegon Castilho¹, Claudemir Zucareli¹

¹ Universidade Estadual de Londrina, Departamento de Agronomia, Caixa Postal 6001, 86057-970 - Londrina, Paraná, Brasil.

*E-mail autor correspondente: carloshenrique_fernandes_@hotmail.com

Artigo enviado em 23/03/2021, aceito em 01/06/2021

Resumo: O tratamento de sementes de milho com Tiametoxam e *Azospirillum brasilense* pode favorecer o desenvolvimento inicial das plantas em condições de estresse hídrico, o que resulta na melhor cobertura do solo durante a entressafra e beneficia o cultivo da espécie em sucessão. Neste sentido, objetivou-se avaliar o desempenho inicial de sementes de milho submetidas ao tratamento com Tiametoxam e *Azospirillum brasilense*, em condições de deficiência hídrica simulada. O delineamento experimental empregado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial de 4 x 4, com quatro repetições. Os tratamentos constaram de quatro tipos de tratamento de sementes (Testemunha, *Azospirillum brasilense*, Tiametoxam, e *Azospirillum brasilense* em associação com Tiametoxam) e quatro potenciais hídricos (0; -0,2; -0,4 e -0,6 MPa). Na ausência de estresse hídrico, os tratamentos de sementes contendo Tiametoxam e *Azospirillum brasilense* de maneira isolada foram semelhantes a Testemunha para todas as características avaliadas. Independentemente do tratamento de sementes, quanto mais negativo o potencial hídrico, maior a redução do desempenho de sementes e plântulas de milho. A associação entre Tiametoxam e *Azospirillum brasilense* no tratamento de sementes favorece a germinação e o vigor de sementes até o potencial hídrico de -0,2 MPa.

Palavras chave: entressafra, palhada, germinação, vigor.

Initial performance of millet seed treated with Tiametoxam and *Azospirillum brasilense* under simulated water deficit

Abstract: Millet seed treatment with Tiametoxam and *Azospirillum brasilense* might favour initial plant development under water stress conditions, providing like that better soil covering during offseason and benefits the successive crop specie. Based on that, it was aimed to assess the initial performance of millet seed when treated with Tiametoxam and *Azospirillum brasilense*, under simulated water deficit. Randomized complete design was utilized on a factorial scheme of 4 x 4, with four replications. Treatments comprised four kinds of seed treatments (control, *Azospirillum brasilense*, Tiametoxam and *Azospirillum brasilense* associated with Tiametoxam) and four water potentials (0; -0,2; -0,4 e -0,6 MPa). Under water stress free conditions, the isolated seed treatments comprised of Tiametoxam and *Azospirillum brasilense* were similar to the control for all features assessed. Regardless of the seed treatment, the more negative the water potential, greater is the reduction on millet seed and seedlings development. The association between Tiametoxam and *Azospirillum brasilense* on seed treatment favours seed germination and vigour up to the -0,2 MPa water potential.

Key words: offseason, straw, germination, vigor.

Introdução

A condição de umidade do solo durante e após a semeadura é fator de extrema importância a se considerar em se tratando do estabelecimento ideal das lavouras. Em casos de seca demasiada em específico, é importante que se tome mais cautela antes de iniciar a semeadura, uma vez que nesta situação as sementes têm sua germinação e emergência prejudicadas, o que resulta na necessidade de realização de ressemeaduras (Silva Neto et al., 2010).

Uma estratégia para contornar esta situação é a manutenção de palhada no solo por meio da adoção do sistema plantio direto (SPD), o qual é amplamente empregado por produtores que tem a soja como cultivo principal, por meio da inserção de plantas de cobertura nos períodos de entressafra no sistema de produção (Debiasi et al., 2019). A manutenção de palhada favorece a retenção de umidade no solo, o que pode auxiliar no escape em situações de estresse hídrico (Worma et al., 2019).

Dentro deste contexto, destaca-se o milho (Ramos Júnior et al., 2013), que apresenta alta tolerância ao estresse hídrico, adaptação à baixa fertilidade dos solos e grande produção de biomassa em curto período de tempo (Farinelli et al., 2005). Entretanto, o sucesso da implantação desta espécie depende da porcentagem e velocidade de germinação de sementes e emergência de plântulas, que devem ser rápidas e uniformes visando o bom estabelecimento da lavoura, o que garante a adequada população de plantas após a semeadura.

Apesar de sua rusticidade, o milho apresenta desuniformidade de germinação, tendo como causa principal a variabilidade no tamanho das

sementes (Gaspar e Nakagawa, 2002), que pode ser agravada em condições de estresse hídrico. Uma possível solução para este problema é o tratamento de sementes com o inseticida Tiametoxam, caracterizado também como bioativador, o qual promove modificações no metabolismo vegetal com efeitos positivos sobre a fisiologia da planta (Battistus et al., 2013). Quando utilizado no tratamento de sementes de soja, o Tiametoxam acelera a germinação, melhora a uniformidade de emergência e o desenvolvimento inicial das plântulas (Cunha et al., 2016).

Outra estratégia que pode ser aplicada na cultura do milho visando o melhor desempenho de sementes e plântulas é a utilização de *Azospirillum brasilense*, rizobactéria promotora do crescimento vegetal (RPCV) recomendada para o uso em gramíneas (Fipke et al., 2019). Inoculadas nas sementes, as bactérias favorecem a fixação de nitrogênio, promovem incrementos na absorção de água e nutrientes, estimulam o crescimento radicular e aumentam a tolerância a salinidade, a seca e também a agentes patogênicos (Hungria, 2011), características que podem direcionar o metabolismo das sementes rumo à germinação.

Entretanto, não há na literatura estudos que objetivam relacionar o efeito da interação entre Tiametoxam e *Azospirillum brasilense* no tratamento de sementes de milho visando o acréscimo da tolerância de sementes e plântulas às condições de deficiência hídrica. Neste contexto, verifica-se a necessidade da realização de mais pesquisas que possam relacionar esses fatores a fim de gerar informações que beneficiem o bom estabelecimento do milho no SPD.

Neste sentido, objetivou-se avaliar o desempenho inicial de sementes de milho submetidas ao tratamento com Tiametoxam e *Azospirillum brasilense*, em condições de deficiência hídrica simulada.

Material e métodos

O experimento foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Agronomia da Universidade Estadual de Londrina (UEL), em Londrina-PR, com sementes de milho da cultivar BRS 1501.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 4 x 4, com quatro repetições. Os tratamentos constaram de quatro tipos de tratamento de sementes (Testemunha, *Azospirillum brasilense*, Tiametoxam e *Azospirillum brasilense* em associação com

Tiametoxam) e quatro potenciais hídricos (0; -0,2; -0,4 e -0,6 MPa).

No tratamento de sementes, o *Azospirillum brasilense* foi aplicado na dose de 100 mL 25 kg sementes⁻¹ (Rocha e Costa, 2017), o Tiametoxam na dose de 230 mL 100 kg sementes⁻¹ (Cunha et al., 2016) e, para a testemunha, foi aplicado água. Foram tratadas 500 g de sementes para cada combinação de tratamento.

Para simulação do déficit hídrico foram preparadas as soluções de polietilenoglicol (PEG 6000), proporcionando potenciais hídricos de: 0,0 (água pura); -0,2; -0,4 e -0,6 MPa. As concentrações de PEG 6000 em g L⁻¹ de água destilada, utilizadas para obter cada tratamento encontram-se na Tabela 1. Após a adição de PEG, as soluções foram mantidas a 25°C durante 24 h para total diluição.

Tabela 1. Concentrações (g L⁻¹) de polietilenoglicol (PEG 6000) para obtenção de diferentes níveis de potencial hídrico.

Potencial hídrico (MPa)	Concentração (g PEG 6000 L ⁻¹ de água destilada)
0,0	0,00
-0,2	119,5
-0,4	178,4
-0,6	223,7

Fonte: (Villela et al., 1991)

Para determinação do desempenho inicial de sementes e plântulas foram realizadas as seguintes avaliações:

Germinação: realizada em caixas de gerbox com oito repetições de 50 sementes, semeadas em papel mataborrão umedecido com as soluções pré-estabelecidas conforme a Tabela 1, onde estão descritas como as soluções de PEG 6000 foram obtidas. Após a semeadura, as caixas foram mantidas em germinador regulado a uma temperatura constante de 25°C. As avaliações foram realizadas no quarto

(primeira contagem) e sétimo dias (contagem final) após a semeadura, computando-se a porcentagem de plântulas normais (Brasil, 2009).

Comprimento de parte aérea e de raiz de plântula: realizado em caixas de gerbox com oito repetições de 20 sementes, distribuídas de maneira uniforme em quatro fileiras, semeadas em papel mataborrão umedecido com as soluções preestabelecidas conforme a Tabela 1, onde estão descritas como as soluções PEG 6000 foram obtidas. Após a semeadura, as caixas foram mantidas por sete dias em germinador regulado a

uma temperatura constante de 25°C, no escuro, quando se avaliou o comprimento de parte aérea e de raiz das plântulas normais (Nakagawa, 1999). A medição foi realizada com auxílio de uma régua milimetrada e os resultados foram expressos em cm por plântula.

Os dados foram submetidos à análise de variância e, na presença de significância, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Resultados e discussão

Para a primeira contagem de germinação, observa-se que quanto mais negativo o potencial hídrico, maior é a redução nos valores médios da primeira contagem, sendo os maiores valores encontrados na ausência de PEG 6000 (Tabela 2). Resultados opostos foram obtidos por Masetto et al. (2016) ao

trabalharem dentro do intervalo de 0 a -0,6 MPa, onde afirmam não ter havido redução significativa da velocidade de germinação pela redução do potencial hídrico em sementes de milho até -0,4 MPa.

Entre os tratamentos de sementes, para os potenciais 0 e -0,2 MPa, o que mais se sobressaiu foi a associação entre Tiametoxam e *Azospirillum brasilense*. Entretanto, quando o potencial é diminuído para -0,4 MPa, o tratamento com Tiametoxam de maneira isolada apresentou maior valor. Sob o potencial de -0,6 MPa, as sementes não iniciaram o processo germinativo, o que provavelmente pode ser explicado pelo fato de que a redução na disponibilidade hídrica limita a embebição (Tabela 2), o que leva a diminuição no índice de velocidade e na porcentagem de germinação (Felix et al., 2018).

Tabela 2. Valores médios da primeira contagem da germinação de sementes de milho (%) da cultivar BRS 1501, em função de diferentes tratamentos de sementes e potenciais hídricos.

1Tratamento de sementes	Potencial hídrico (MPa)			
	0	-0,2	-0,4	-0,6
Test	64 Ab	1 Bb	1 Bb	0 Ba
Tiam	69 Ab	8 BCb	15 Ba	0 Ca
Azo	64 Ab	6 Bb	2 Bb	0 Ba
Azo x Tiam	91 Aa	18 Ba	7 BCb	0 Ca
C.V.	28,96			

¹ Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (p < 0,05). C.V: coeficiente de variação. Test (testemunha); Tiam (tiametoxam); Azo (*Azospirillum brasilense*)

O efeito positivo obtido da associação entre Tiametoxam e *Azospirillum brasilense* no tratamento de sementes pode ser explicado com base no que citam Battistus et al. (2014) após trabalharem com sementes de milho. Os autores destacam que o inseticida é tóxico ao *Azospirillum brasilense* sob doses aquém do ideal, reduzindo sua

população, porém, afirmam que sob a dose de 80 mL do inseticida para cada 60.000 sementes, há efeito sinérgico com a bactéria, devido redução de mortalidade e também, expressão moderada de seu efeito bioativador, apresentando bom desempenho sobre o crescimento de plântulas.

O maior valor obtido com o tratamento contendo Tiametoxam de maneira isolada, no potencial de -0,4 MPa, em relação aos demais, pode ser explicado com base na sua capacidade de ativar reações fisiológicas, como a expressão de proteínas de membranas, que interagem com os mecanismos de defesa a estresses na planta, permitindo que enfrente melhores condições adversas. Também possui efeito fitotônico, o que leva ao desenvolvimento mais rápido do vegetal, com melhor expressão de seu vigor (Almeida et al., 2011).

Para a germinação, observa-se que conforme os potenciais hídricos são reduzidos, há diminuição nos valores médios obtidos para todas as formas de tratamento de sementes (Tabela 3), corroborando com os resultados obtidos por Masetto et al. (2016). Sob o potencial de 0 MPa, o maior valor para tratamento de sementes resultou da associação entre Tiametoxam e *Azospirillum brasilense*, sendo a testemunha agrupada de forma semelhante. Sob o potencial hídrico de -0,4 MPa, o maior valor para tratamento de sementes também resultou da associação entre os fatores analisados.

Tabela 3. Valores médios da germinação de sementes de milho (%) da cultivar BRS 1501, em função de diferentes tratamentos de sementes e potenciais hídricos.

¹ Tratamento de sementes	Potencial hídrico (MPa)			
	0	-0,2	-0,4	-0,6
Test	84 Aab	46 Ba	32 Cb	0 Da
Tiam	77 Ab	52 Ba	44 Bb	4 Ca
Azo	77 Ab	58 Ba	37 Cb	1 Da
Azo x Tiam	93 Aa	54 Ba	58 Ba	6 Ca
C.V.	13,45			

¹ Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (p < 0,05). C.V: coeficiente de variação. Test (testemunha); Tiam (tiametoxam); Azo (*Azospirillum brasilense*)

Para o comprimento da parte aérea de plântula, verifica-se que quanto mais negativo os potenciais hídricos, menores os valores da característica avaliada (Tabela 4). De modo particular, evidenciou-se que o tratamento que associa *Azospirillum brasilense* com Tiametoxam agrupou-se como o de maior tamanho de parte aérea para os potenciais hídricos, exceto -0,6 MPa. Para o potencial 0 MPa, agrupou-se com média da parte aérea de 6,93 cm, o -0,2 MPa com média de 5,68 cm, e -0,4 MPa com média de 3,60 cm. Sob -0,6 MPa, não houve germinação.

Os efeitos prejudiciais da restrição hídrica no comprimento de plântulas também foram verificados em sementes de milho pipoca submetidas à

condições de estresse hídrico causado por soluções de PEG abaixo de -0,4 MPa, sendo que sua diminuição pode ser atribuída ao direcionamento do metabolismo visando contornar essas condições, deste modo, o gasto energético é maior com relação à adaptação ao estresse comparado à germinação propriamente dita (Melo et al., 2012).

Essa diferença entre os tratamentos contendo Tiametoxam e *Azospirillum brasilense* pode ser explicada devido à hipótese de que o Tiametoxam favorece a absorção de água e a resistência estomática, melhorando o equilíbrio hídrico da planta, melhor tolerando condições de déficits hídricos (Castro et al., 2007).

Conforme constatado em soja (Tavares et al., 2007) e em cenoura (Almeida et al. 2009), o desenvolvimento das raízes aumenta a absorção de nutrientes minerais, aumentando a área foliar e a expressão do vigor das plantas.

O aumento do comprimento da parte aérea com a utilização de Tiametoxam pode elevar segundo Castro et al. (2007), a absorção e a resistência dos estômatos da planta à perda de água, favorecendo o metabolismo e incrementando a resistência a estresses. Além disso pode aumentar, de acordo

com Cataneo (2008), a eficiência na absorção, transporte e assimilação de nutrientes.

Trabalhos relatam que a inoculação contendo *Azospirillum*, por exercer ações cooperativas (Barea et al., 2005; Bagyaraj et al., 2015), promove o crescimento de plântulas e resulta em aumento de produção e/ou de matéria seca e acúmulo de N nas plantas inoculadas (Okon e Labandera-Gonzalez, 1994; Salomone et al., 1996; Okon e Vanderleyden, 1997).

Tabela 4. Valores médios de comprimento de parte aérea de plântulas (cm) de milho da cultivar BRS 1501, em função de diferentes tratamentos de sementes e potenciais hídricos.

¹ Tratamento de sementes	Potencial hídrico (MPa)			
	0	-0,2	-0,4	-0,6
Test	5,43 Ab	3,43 Bc	1,05 Cc	0,0 Da
Tiam	5,58 Ab	4,60 Ab	2,03 Bbc	0,0 Ca
Azo	5,30 Ab	4,45 Ab	2,30 Bb	0,0 Ca
Azo x Tiam	6,93 Aa	5,68 Ba	3,60 Ca	0,0 Da
C.V. (%)	13,93			

¹ Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (p < 0,05). C.V: coeficiente de variação. Test (testemunha); Tiam (tiametoxam); Azo (*Azospirillum brasilense*)

Para o comprimento de raiz de plântula, assim como observado para o comprimento de parte aérea de plântulas, verificou-se que quanto mais negativo o potencial hídrico, menor o comprimento da raiz. O tratamento que associa Tiametoxam e *Azospirillum brasilense* agrupou-se como o de maior comprimento de raiz para os diferentes potenciais hídricos, em que o 0 MPa agrupou-se com média de comprimento de raiz de 15,9 cm. Para os potenciais hídricos de -0,2 e -0,4 MPa, nota-se que o mesmo tratamento ficou agrupado como de maior comprimento de raiz, assim como o tratamento contendo apenas Tiametoxam (Tabela 5).

De acordo com Gechev et al. (2012), as plantas se adaptam à seca por

meio de numerosos mecanismos fisiológicos e morfológicos, sendo que alguns são imediatos ao estresse, como o fechamento estomático governado principalmente pelo ácido abscísico. Entretanto, mudanças na arquitetura radicular, como o crescimento de raízes em resposta ao estresse hídrico, estão associadas à redução do crescimento da parte aérea. Nesse contexto, a redução no comprimento total de plântulas é ocasionada pelas mudanças na turgescência celular devido à diminuição da síntese de proteínas em condições de estresse hídrico (Dell'Aquila, 1992).

Esse efeito do Tiametoxam em aumentar o comprimento radicular corrobora o efeito enraizador verificado por Tavares et al. (2007) em soja,

Almeida et al. (2009) em cenoura,
Lauxen et al. (2010) em algodão, e por

Almeida et al. (2011) em arroz.

Tabela 5. Valores médios de comprimento de raiz de plântulas (cm) de milho da cultivar BRS 1501, em função de diferentes tratamentos de sementes e potenciais hídricos.

¹ Tratamento de sementes	Potencial hídrico (MPa)			
	0	-0,2	-0,4	-0,6
Test	13,6 Ab	8,5 Bb	1,7 Cc	0,0 Da
Tiam	14,4 Ab	10,0 Bab	9,7 Ba	0,0 Ca
Azo	14,1 Ab	9,2 Ab	9,1 Bb	0,0 Ca
Azo x Tiam	15,9 Aa	11,0 Ba	10,9 Ba	0,0 Ca
C.V. (%)	8,59			

¹ Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (p < 0,05). C.V: coeficiente de variação. Test (testemunha); Tiam (tiametoxam); Azo (*Azospirillum brasilense*)

Com base nos resultados obtidos, constata-se que o Tiametoxam constitui-se em um produto potencial para aplicação em espécies destinadas à produção de forragens com desuniformidade de germinação, como o milho, tornando-o assim uma possível alternativa a ser empregada na formação de cobertura morta visando retenção de umidade no solo em sistema plantio direto.

Neste sistema, o produto pode permitir a expressão do potencial máximo de germinação das sementes, acelerando o crescimento das raízes e aumentando a absorção de nutrientes pela planta. Essas características do Tiametoxam aliadas à sementes de elevada qualidade genética e fisiológica, potencializam o desempenho inicial das plantas, o que favorece o estabelecimento de um adequado estado de plantas e aumenta a chance de uma melhor formação de palhada para cobertura do solo.

Conclusões

Na ausência de estresse hídrico, os tratamentos de sementes contendo Tiametoxam e *Azospirillum brasilense* de maneira isolada foram semelhantes a

Testemunha para todas as características avaliadas.

Independentemente do tratamento de sementes, quanto mais negativo o potencial hídrico, maior a redução do desempenho de sementes e plântulas de milho.

A associação entre Tiametoxam e *Azospirillum brasilense* no tratamento de sementes favorece a germinação e o vigor de sementes até o potencial hídrico de -0,2 MPa.

Referências

ALMEIDA, A. S.; CARVALHO, I.; DEUNER, C.; TILLMANN, M. A. A.; VILLELA, F. A. Bioativador no desempenho fisiológico de sementes de arroz. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.33, n.3, p. 501-510, 2011.

ALMEIDA, A. S.; TILLMANN, M. A. A.; VILLELA, F. A.; PINHO, M. S. Bioativador no desempenho fisiológico de sementes de cenoura. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.31, n.3, p.87-95, 2009.

BAGYARAJ, D. J.; SHARMA, M. P.; MAITI, D. Phosphorus nutrition of crops through arbuscular mycorrhizal fungi.

Current Science, Bangalore, v.108, n.7, p. 1288-1293, 2015.

BAREA, J. M.; POZO, M. J.; AZCÓN, R.; AGUILAR, C. A. Microbial co-operation in the rhizosphere. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v.56, n.417, p. 1761-1778, 2005.

BATTISTUS, A. G.; HACHMANN, T. L.; MIORANZA, T. M.; MÜLLER, M. A.; MADALOSSO, T.; FAVORITO, P. A.; GUIMARÃES, V. F.; KLEIN, J.; KESTRING, D.; INAGAKI, A. M.; BULEGON, L. G. Synergistic action of *Azospirillum brasilense* combined with thiametoxam on the physiological quality of maize seedlings. **African Journal of Biotechnology**, Nairóbi, v.13, n.49, p. 4501-4507, 2014.

BATTISTUS, A. G.; KUHN, O. J.; STANGARLIN, J. R.; HOFFMANN, M. R. B.; STÜLP, J. L.; ISTCHUK, A. N. Comportamento da cultura do trigo tratado com enraizador e bioativador de plantas. **Scientia Agraria Paranaensis**, Marechal Cândido Rondon, v.12, n.1, p. 17-29, 2013.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 395 p.

CASTRO, P. R. C.; PITELLI, A. M. C. M.; PERES, L. E. P.; ARAMAKI, P. H. Análise da atividade reguladora de crescimento vegetal de tiametoxam através de biotestes. **Publicatio**, Ponta Grossa, v.13, n.3, p. 25-29, 2007.

CATANEO, A. C. Ação do tiametoxam (thiametoxam) sobre a germinação de sementes de soja (*Glycine Max* (L.)): Enzimas envolvidas na mobilização de reservas e na proteção contra situação

de estresse (deficiência hídrica, salinidade e presença de alumínio). In: GAZZONI, D. L. (Coord.). **Tiametoxam: uma revolução na agricultura brasileira**. Petrópolis: Editora Vozes, 2008. p.123-192.

CUNHA, R. P.; ALMEIDA, A. S.; SOARES, V. N.; TROYJACK, C.; MENEGHELLO, G. E.; VILLELA, E. Performance fisiológica de sementes de milheto (*Pennisetum americanum*) tratadas com bioativador. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v.39, n.3, p. 376-382, 2016.

DEBIASI, H.; BALBINOT JR., A. A.; FRANCHINI, J. C. Culturas para cobertura do solo entre a colheita da soja e a semeadura do trigo como estratégia para maior diversificação dos sistemas de produção. In: 37^a REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA, 2019, Londrina, PR. Resumos expandidos. Londrina: Embrapa Soja, 4p.

DELL'AQUILA, A. Water uptake and protein synthesis in germinating wheat embryos under osmotic stress of polyethylene glycol. **Annals of Botany**, London, v.69, n.2, p. 167-171, 1992.

FARINELLI, R.; PENARIOL, F. G.; LEMOS, L. B. Eficiência do herbicida 2,4-D no controle de *Raphanus raphanistrum* L. em pós-emergência da cultura do milheto. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.4, n.1, p.104-111, 2005.

FELIX, F. C.; ARAÚJO, F. S.; SILVA, M. D.; FERRARI, C. S.; PACHECO, M. V. Estresse hídrico e térmico na germinação de sementes de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.13, n.2, p. 1-7, 2018.

FIPKE, G. M.; PINTO, M. A. B.; NUNES, U. R.; MARTIN, T. N. Protetor, inoculação e

- tratamento fitossanitário na qualidade fisiológica de sementes de trigo. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.14, n.1, p. 1-6, 2019.
- GASPAR, C. M.; NAKAGAWA, J. Influência do tamanho na germinação e no vigor de sementes de milho (*Pennisetum americanum* (L.) Leeke). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.24, n.1, p.339-344, 2002.
- GECHEV, T. S.; DINAKAR, C.; BENINA, M.; TONEVA, V.; BARTELS, D. Molecular mechanisms of desiccation tolerance in resurrection plants. **Cellular and Molecular Life Sciences**, Bethesda, v.69, n.19, p. 3175-3186, 2012.
- HUNGRIA, M. **Inoculação com *Azospirillum brasilense*: inovação em rendimento a baixo custo**. Londrina: Embrapa Soja, 2011. 36p. (Documentos, 325).
- LAUXEN, L. R.; VILLELA, F. A.; SOARES, R. C. Desempenho fisiológico de sementes de algodão tratadas com tiametoxam. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.32, n.3, p. 61-68, 2010.
- MASETTO, T. E.; GRANCE, E. L. V.; SCALON, S. P. Q. Potenciais hídricos e teores de água na germinação de sementes e crescimento inicial de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.15, n.3, p. 619-630, 2016.
- MELO, A. V.; SANTOS, L. D. T.; FINOTO, E. L.; DIAS, D. C. F. S.; ALVARENGA, E. M. Germinação e vigor de sementes de milho-pipoca submetidas ao estresse térmico e hídrico. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.28, n.5, p. 687-695, 2012.
- NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho de plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p.1-24.
- OKON, Y.; LABANDERA-GONZALEZ, C. A. Agronomic applications of *Azospirillum*: an evaluation of 20 years worldwide field inoculation. **Soil Biology and Biochemistry**, v.26, n.12, p. 1591-1601, 1994.
- OKON, Y.; VANDERLEYDEN, J. Root-associated *Azospirillum* species can stimulate plants. **ASM News**, v. 63, n.7, p. 366-370, 1997.
- RAMOS JUNIOR.; EDISON U; MACHADO, R. A. F; OLIBONE, D.; CASTOLDI, G.; RAMOS, B. M. Crescimento de plantas de cobertura sob déficit hídrico. **Semina Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n.1, p. 47-56, 2013.
- ROCHA, A. F. S.; COSTA. R. R. G. F. Eficiência do *Azospirillum brasilense* em milho sob doses de adubação nitrogenada. In: IV CONGRESSO DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO DA UEG, 4, 2017, Pirenópolis. Anais. Pirenópolis: UEG, 9p.
- SALOMONE, I. G.; DÖBEREINER, J. Maize genotype effects on the response to *Azospirillum* inoculation. **Biology and Fertility of Soils**, Berlin, v. 21, n.??, p. 193-196, 1996.
- SILVA NETO, S. P.; MOREIRA, C. T.; SILVA, S. A. **Plantio da soja na época certa**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2010. 3p. (Artigo de Divulgação na Mídia).
- TAVARES, S.; CASTRO, P. R. C.; RIBEIRO, R. V.; ARAMAKI, P. H. Avaliação dos efeitos fisiológicos de tiametoxam no tratamento de sementes de soja. **Revista**

de Agricultura, Piracicaba, v.82, n.1, p.47-54, 2007.

VILLELA, F. A.; DONI-FILHO, L.; SEQUEIRA, E. L. Tabela de potencial osmótico em função da concentração de polietileno glicol 6000 e da temperatura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.26, n.11/12, p.1957-1968, 1991.

WORMA, M.; SEGATTO, C.; STEFEN, D.; BUBA, G. P.; LEOLATO, L. S. Qualidade fisiológica de sementes de milho produzidas com adubação biológica e bioestimulante em diferentes preparos de solo. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v.27, n.3, p. 187-194, 2019.