

## Qualidade fisiológica de sementes de três cultivares de trigo submetidas à inoculação e diferentes tratamentos<sup>1</sup>

Leandro Rampim<sup>2\*</sup>, Andréia Cristina Peres Rodrigues-Costa<sup>2</sup>, Herbert Nacke<sup>2</sup>, Jeferson Klein<sup>2</sup>, Vandeir Francisco Guimarães<sup>2</sup>

RESUMO – Objetivou-se avaliar a qualidade fisiológica de sementes de trigo submetidas aos tratamentos com bioestimulante, triadimenol e *Azospirillum brasilense*. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, quatro repetições, esquema fatorial 3x8, três cultivares de trigo e oito tratamentos de sementes. As cultivares foram CD-150, CD-116 e CD-104, e os tratamentos foram obtidos da combinação entre: 150 g.L<sup>-1</sup> de triadimenol (TRI); 90 mg.L<sup>-1</sup> de cinetina + 50 mg.L<sup>-1</sup> de ácido giberélico + 50 mg.L<sup>-1</sup> de ácido indolbutírico (CGA) e estirpes Ab-V5 e Ab-V6 de *A. brasilense* na concentração de 2,0 x 10<sup>8</sup> células viáveis mL<sup>-1</sup> (AZO), organizados da seguinte forma: testemunha; TRI; CGA; AZO; TRI+CGA; TRI+AZO; CGA+AZO e TRI+CGA+AZO. Foi avaliada a germinação e plântulas anormais (%); comprimento da parte aérea, hipocótilo e raiz; diâmetro do hipocótilo; número de raiz; massa seca da parte aérea e raiz, e a relação raiz/parte aérea. Os resultados evidenciaram que: os tratamentos não influenciaram a germinação; o bioestimulante e *Azospirillum brasilense* isolados ou em associação proporcionaram incrementos no desenvolvimento inicial de plântulas de trigo, e o triadimenol isolado ou associado com bioestimulante ou *A. brasilense* proporcionou menores valores de comprimento da parte aérea, hipocótilo, raiz e número de raiz, independente da cultivar testada.

Termos para indexação: germinação, reguladores, triadimenol, *Azospirillum* sp., *T. aestivum* L.

## Physiological quality of seeds of three wheat cultivars for different treatments

ABSTRACT – The objective of this study was to evaluate the physiological quality of wheat seed treated with plant growth regulators, triadimenol and *Azospirillum brasilense*. The experimental design was completely randomized with four replications in a 3x8 factorial: three wheat cultivars and eight seed treatments. The cultivars used were CD-150, CD-116 and CD-104, and the treatments were a combination of three different substances: 150 g.L<sup>-1</sup> triadimenol (TRI), 90 mg.L<sup>-1</sup> kinetin + 50 mg.L<sup>-1</sup> gibberellic acid + 50 mg.L<sup>-1</sup> indolebutyric acid (CGA) and strains Ab-V5 and Ab-V6 of *A. brasilense* at a concentration of 2.0 x 10<sup>8</sup> viable cells mL<sup>-1</sup> (AZO), as follows: control, TRI, CGA, AZO, TRI+CGA, TRI+AZO, AZO+CGA and TRI+CGA+AZO. Germination and abnormal seedlings (%), shoot and hypocotyl length and the diameter, length and number of roots, dry weight of shoot and root/shoot were determined. The results showed that: the treatments did not affect seed germination; the treatments did not increase the early development of wheat seedlings and triadimenol alone or in combination with *A. brasilense* plant growth regulator resulted in lower values for shoot, root and hypocotyl length and root number for all the cultivars.

Index terms: germination, plant growth regulators, triadimenol, *Azospirillum* sp., *T. aestivum* L.

<sup>1</sup>Submetido em 02/09/2011. Aceito para publicação em 28/06/2012.

<sup>2</sup>Centro de Ciências Agrárias, UNIOESTE, Caixa Postal 9, 85960.000 - Marechal Cândido Rondon, PR, Brasil.

\*Autor para correspondência <rampimleandro@yahoo.com.br>

## Introdução

O trigo (*Triticum aestivum* L.) é uma planta de ciclo anual, considerada entre os cereais de estação fria, aquela que possui maior importância econômica, apresentando grande capacidade de produtividade de grãos (Marini et al., 2011).

De acordo com a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2011), a produção nacional do trigo para a safra 2011/12, está estimada em aproximadamente de 5,8 milhões de toneladas, porém, tal produção supre apenas 50% do consumo brasileiro (CONAB, 2011).

Investigações realizadas entre as décadas de setenta e oitenta já apontavam suscetibilidade ao ataque de diversas doenças no cultivo deste cereal, sendo a maioria veiculada pelas sementes (Goulart, 1985; Goulart, 1988). Assim, para o combate a estas doenças, o tratamento de sementes com fungicidas se tornou uma prática comum nos cultivos agrícolas (Luz, 2003; Vanin et al., 2011). Dentre os vários fungicidas existentes para tratamento de sementes tem-se a molécula triadimenol, do grupo dos triazóis, a qual proporciona excelentes resultados na sanidade de plantas de trigo, principalmente com relação à oídios, ferrugem das folhas e incidência de *Fusarium graminearum* (Picinini et al., 2003; Garcia Junior et al., 2008; Reis et al., 2008).

Apesar dos benefícios obtidos pela proteção das plantas contra doenças por meio do tratamento de sementes com triadimenol, existem relatos de que esta substância pode prejudicar o desenvolvimento inicial de plântulas de trigo, principalmente com relação ao comprimento de hipocótilo e parte aérea (Goulart, 1988; Goulart, 1991; Silva et al., 1993; Cavariani et al., 1994; Barros e Furlan, 2008; Garcia Júnior et al., 2008).

De acordo com Castro e Vieira (2001) os bioestimulantes são substâncias que, ao serem aplicadas nas sementes, promovem a degradação de substâncias de reserva, a diferenciação, divisão e alongamento das células, proporcionando, desta forma, o equilíbrio hormonal e a expressão do potencial genético da planta.

Pesquisas recentes envolvendo a aplicação de bioestimulante a base de cinetina, ácido giberélico e ácido indolbutírico em plantas anuais apresentam resultados controversos, onde alguns autores encontraram resultados positivos (Santos e Vieira, 2005; Klahold et al., 2006; Castro et al., 2008) e outros não obtiveram respostas (Ferreira et al., 2007).

Em trabalho envolvendo sementes de trigo e *Azospirillum* sp., Sala et al. (2008) observaram interferência no acúmulo de matéria seca com a utilização desta bactéria no tratamento de sementes da cultura. Não obstante, Rodrigues

et al. (2000) verificaram que a inoculação de *Azospirillum* sp. em trigo incrementou o teor de nitrogênio nos grãos colhidos, assim como alteração na morfologia de raízes e no desenvolvimento das plantas. Fato possivelmente causado devido à produção de hormônios exercida pela bactéria (Zaid et al., 2003; Baldani et al., 2009; Hungria, 2011).

Além dos efeitos supracitados, trabalhos envolvendo a bactéria *Azospirillum* sp. e outras gramíneas, neste caso o arroz (*Oryza sativa* L.), demonstram efeitos sobre a velocidade de germinação das sementes e menor contaminação por fungos (Araújo et al., 2010).

Assim, como a utilização de tratamento de sementes com triadimenol pode prejudicar o desenvolvimento inicial do trigo, se faz importante a verificação da utilização de promotores de crescimento na qualidade fisiológica destas sementes. Desta forma, o objetivo com este trabalho foi avaliar a qualidade fisiológica de sementes de trigo (*Triticum aestivum* L.) submetidas a tratamentos com o fungicida triadimenol, *Azospirillum brasilense* e bioestimulante a base de cinetina, ácido giberélico e ácido indolbutírico.

## Material e Métodos

O presente trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Fisiologia Vegetal da Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Unioeste, campus de Marechal Cândido de Rondon-PR, no mês de junho de 2011.

Para tanto, utilizou-se um delineamento experimental inteiramente casualizado em esquema fatorial 3x8, com três cultivares de trigo e oito tratamentos de sementes, perfazendo 24 tratamentos com quatro repetições de 100 sementes. As três cultivares utilizadas foram CD-150, CD-116 e CD-104, ao passo que os oito tratamentos foram obtidos da combinação entre três diferentes substâncias, sendo estas, a base de: 150 g.L<sup>-1</sup> de triadimenol (TRI); 90 mg.L<sup>-1</sup> de cinetina + 50 mg.L<sup>-1</sup> de ácido giberélico + 50 mg.L<sup>-1</sup> de ácido indolbutírico (CGA) e estirpes Ab-V5 e Ab-V6 de *Azospirillum brasilense* na concentração de 2,0 x 10<sup>8</sup> células viáveis mL<sup>-1</sup> (AZO), organizados da seguinte forma: Testemunha; TRI; CGA; AZO; TRI+CGA; TRI+AZO; CGA+AZO e TRI+CGA+AZO. Em todos os tratamentos foram utilizadas as doses recomendadas para a cultura pelo próprio fornecedor do produto, que para o TRI foi de 270 mL.100 kg<sup>-1</sup> sementes, para o CGA 600 mL.100 kg<sup>-1</sup> sementes e para o AZO 400 mL.100 kg<sup>-1</sup> sementes.

Os tratamentos das sementes foram realizados por meio de homogeneização em sacos de polietileno e avaliados por: teste de germinação (TG) - realizado conforme as Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009), onde foram

semeadas 400 sementes, divididas em quatro repetições, em papel toalha umedecido com quantidade de água destilada equivalente a 2,5 vezes a sua massa e colocadas para germinar em câmara de germinação a  $20 \pm 1$  °C. Foram realizadas duas avaliações de germinação, uma aos quatro e outra aos oito dias após a semeadura (DAS), de modo que foram consideradas *plântulas normais* aquelas que apresentaram sistema radicular com pelo menos 2 mm de comprimento e com coleóptilo reto e bem desenvolvido, sendo que os resultados foram expressos em percentagem de germinação; *comprimento da parte aérea, de hipocótilo, do sistema radicular e diâmetro do hipocótilo* (CPA, CH, CR e DH) – realizada ao final do teste de germinação (oito DAS) por meio da medição de dez plântulas por repetição selecionadas ao acaso entre as plântulas consideradas normais em cada tratamento, conforme Garcia Junior et al. (2008), sendo os resultados expressos em cm.plântula<sup>-1</sup> para CPA, CH e CR e mm.plântula<sup>-1</sup> para DH; *número de raízes* (NR) – determinada por meio da contagem do número de raízes das mesmas dez plântulas selecionadas para CPA, CH, CR e DH; *massa da matéria seca da parte aérea e raízes* (MSPA e MSR) – avaliada pela determinação da massa das mesmas dez plântulas utilizadas para CPA, CH, CR, DH e NR, sendo que o material vegetal foi levado à estufa e desidratado a  $70 \pm 2$  °C até atingir massa constante. Cada valor

de massa da matéria seca de parte aérea e de raízes foi obtido pela divisão da massa total pelo número de plântulas utilizadas no teste e os resultados foram expressos em g.plântula<sup>-1</sup>; *razão raiz/parte aérea* (R/PA) – obtida pela divisão do CR por CPA.

A análise estatística foi realizada com o auxílio do programa GENES (Cruz, 2006), de modo que os dados foram submetidos à análise de variância e, no caso de efeito significativo, utilizou-se o teste Tukey a 5% de probabilidade para diferenciação das médias. Realizou-se ainda a correlação de Pearson entre os parâmetros fisiológicos avaliados.

## Resultados e Discussão

Os resultados apresentados na Tabela 1 mostram que não houve diferenças significativas na interação entre os tratamentos e cultivares, indicando que não ocorreu influência de nenhum dos produtos testados na germinação das sementes de trigo. Observa-se que apenas para a média das cultivares houve diferenças, sendo que a cultivar CD-104 apresentou maior índice germinação aos 4 e 8 dias após a semeadura e incubação em papel toalha. A percentagem de plântulas anormais não foi influenciada pelos tratamentos e nem pelas cultivares utilizados no estudo.

Tabela 1. Efeito de diferentes tratamentos na germinação de sementes de trigo.

Tratamentos	4 dias após germinação (%)			Média	8 dias após germinação (%)			Média	Plântulas anormais (%)			Média
	CD 150	CD 116	CD 104		CD 150	CD 116	CD 104		CD 150	CD 116	CD 104	
Testemunha	92,00	90,75	96,00	92,92	92,00	92,50	96,25	93,59	7,75	6,00	5,75	6,50
TRI	89,50	89,00	98,25	91,83	90,75	90,75	98,25	93,25	5,25	7,75	5,25	6,08
CGA	91,00	89,25	95,75	92,00	92,00	92,25	97,00	93,75	4,75	5,75	8,00	6,17
AZO	93,25	91,00	97,00	94,17	95,75	91,75	98,25	95,25	5,00	5,00	4,50	4,83
TRI+CGA	94,75	89,75	95,00	93,17	95,25	91,00	96,75	94,33	3,75	7,75	7,50	6,33
TRI+AZO	92,50	92,75	96,75	94,00	92,75	94,25	97,75	94,92	9,75	8,25	5,50	7,83
CGA+AZO	92,75	91,50	96,25	93,50	93,50	93,75	96,75	94,67	6,25	4,25	5,50	5,33
TRI+CGA+AZO	90,00	91,75	98,25	93,33	91,75	92,75	98,25	94,25	7,75	9,50	6,50	7,92
Média	91,97 B	90,72 B	96,55 A		92,97 B	92,37 B	97,41 A		6,28	6,78	6,06	
F Tratamento (T)		1,521 <sup>ns</sup>				1,001 <sup>ns</sup>				1,755 <sup>ns</sup>		
F Variedade (V)		55,51 <sup>**</sup>				42,533 <sup>**</sup>				0,548 <sup>ns</sup>		
F (T)x(V)		1,388 <sup>ns</sup>				1,342 <sup>ns</sup>				1,298 <sup>ns</sup>		
C.V. (%)		2,55				2,53				44,16		
D.M.S.		3,03				3,030				3,590		

TRI = 150 g.L<sup>-1</sup> de triadimenol; CGA = 90 mg.L<sup>-1</sup> de cinetina + 50 mg.L<sup>-1</sup> de ácido giberélico + 50 mg.L<sup>-1</sup> de ácido indolbutírico e AZO = estirpes Ab-V5 e Ab-V6 de *Azospirillum brasilense* na concentração de  $2,0 \times 10^8$  células viáveis mL<sup>-1</sup>.

Médias seguidas de mesma letra, não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey.

\*\*significativo a 1% de probabilidade; \* significativo a 5% de probabilidade.

Avaliando o comprimento da parte aérea (Tabela 2), observa-se que as sementes tratadas com CGA (90 mg.L<sup>-1</sup>

de cinetina + 50 mg.L<sup>-1</sup> de ácido giberélico + 50 mg.L<sup>-1</sup> de ácido indolbutírico) apresentou incrementos no comprimento

da parte aérea, sendo superior em 18,7% em relação à testemunha e 115,7% em relação ao menor valor encontrado (triadimenol) para o cultivar CD-150. De modo geral os tratamentos que contem o triadimenol isolado ou associado, foram os que proporcionaram menores valores de comprimento da parte aérea e de hipocótilo, independente da cultivar testada. Esses dados corroboram com os encontrados por Goulart (1988) e Garcia Junior et al. (2008) onde constataram menor altura de plântulas

de trigo quando tratadas com triadimenol. Tais resultados indicam que este produto pode causar efeito fitotóxico à plântula de trigo, como foi constatado por (Garcia Junior et al., 2008). Em contrapartida quando se avaliou o diâmetro de hipocótilo os tratamentos que continham triadimenol proporcionaram os maiores valores, sendo superior a testemunha em todas as cultivares, mostrando que o produto reduz o comprimento e acarreta em incrementos no diâmetro do hipocótilo.

Tabela 2. Efeito de diferentes tratamentos no comprimento da parte aérea, hipocótilo e diâmetro de hipocótilo em plântulas de trigo.

Tratamentos	Comprimento parte aérea (cm.plântula <sup>-1</sup> )			Comprimento do hipocótilo (cm.plântula <sup>-1</sup> )			Diâmetro do hipocótilo (mm.plântula <sup>-1</sup> )		
	CD 150	CD 116	CD 104	CD 150	CD 116	CD 104	CD 150	CD 116	CD 104
Testemunha	10,90 bA	9,47 abB	10,34 aAB	3,58 aA	3,41 aA	3,57 aA	1,58 bA	1,36 cB	1,37 cB
TRI	6,00 cA	5,11 cB	5,37 bAB	1,76 bA	1,46 bAB	1,36 bB	1,83 aB	1,95 aAB	2,01 aA
CGA	12,94 aA	10,21 aB	10,57 aB	3,85 aA	3,18 aB	3,34 aB	1,51 bA	1,55 bcA	1,50 cA
AZO	11,47 bA	9,38 abB	10,87 aA	3,58 aA	3,20 aB	3,38 aAB	1,39 bA	1,42 bcA	1,38 cA
TRI+CGA	6,33 cA	6,04 cA	5,85 bA	1,71 bA	1,71 bA	1,60 bA	1,88 aA	1,84 aA	1,79 bA
TRI+AZO	6,03 cA	5,64 cA	6,07 bA	1,64 bA	1,67 bA	1,59 bA	1,99 aA	1,94 aAB	1,82 abA
CGA+AZO	10,55 bA	8,49 bB	9,74 aA	3,49 aA	3,24 aA	3,62 aA	1,51 bA	1,54 bcA	1,45 cA
TRI+CGA+AZO	6,15 cA	5,68 cA	5,97 bA	1,48 bA	1,60 bA	1,65 bA	1,98 aA	1,63 bB	1,83 abA
F <sub>Tratamento (T)</sub>		267,950**			345,041**			70,419**	
F <sub>Variedade (V)</sub>		48,583**			10,802**			4,750*	
F <sub>(T)(V)</sub>		4,109**			2,619**			3,926**	
C.V. (%)		6,46			7,25			5,57	
D.M.S.		0,66			0,23			0,12	

TRI = 150 g.L<sup>-1</sup> de triadimenol; CGA = 90 mg.L<sup>-1</sup> de cinetina + 50 mg.L<sup>-1</sup> de ácido giberélico + 50 mg.L<sup>-1</sup> de ácido indolbutírico e AZO = estirpes Ab-V5 e Ab-V6 de *Azospirillum brasilense* na concentração de 2,0 x 10<sup>8</sup> células viáveis mL<sup>-1</sup>.

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si no nível de 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey.

\*\* significativo em 1% de probabilidade; \* não significativo.

Os resultados obtidos para o comprimento de raiz foram similares aos encontrados para o comprimento de parte aérea e hipocótilo, sendo que os tratamentos com triadimenol isolado ou associado proporcionaram reduções no comprimento de raiz de plântulas de trigo para CD-150 e CD-116 (Tabela 3). Os tratamentos CGA (90 mg.L<sup>-1</sup> de cinetina + 50 mg.L<sup>-1</sup> de ácido giberélico + 50 mg.L<sup>-1</sup> de ácido indolbutírico) e AZO (estirpes Ab-V5 e Ab-V6 de *A. brasilense*) não diferiram da testemunha no comprimento de raiz, porém quando aplicados em associação proporcionaram o maior comprimento de raiz, sendo superior em 51,8% em relação à testemunha para o cultivar CD-150. No entanto, para CD-116, os tratamentos que não continham triadimenol não diferiram da testemunha. Já para o cultivar CD-104 o uso de triadimenol + CGA (90 mg.L<sup>-1</sup> de cinetina + 50 mg.L<sup>-1</sup> de ácido giberélico + 50 mg.L<sup>-1</sup> de ácido indolbutírico) apresentou valor inferior em relação

aos demais tratamentos, não diferindo da testemunha.

A interação entre tratamentos e cultivares não foi significativa para o número de raiz, no entanto houve diferença no comportamento das cultivares, sendo que o cultivar CD-104 apresentou maior valor médio de raízes.

Os resultados com os tratamentos contendo triadimenol que apresentaram valores reduzidos dos comprimentos de parte aérea, hipocótilo e raiz, e número de raízes podem estar relacionados com o fato de o triadimenol apresentar propriedades reguladoras de crescimento como descrito por (Buchenauer e Rohner, 1981). Resultando em plântulas de menor estatura, com menor massa seca e maior diâmetro do hipocótilo, fatores que podem ser positivos para reduzir os efeitos do acamamento (Zagonel e Fernandes, 2007). Para os valores de massa seca de parte aérea (Tabela 4), o tratamento com CGA (90 mg.L<sup>-1</sup> de cinetina + 50 mg.L<sup>-1</sup> de

ácido giberélico + 50 mg.L<sup>-1</sup> de ácido indolbutírico) foi o que proporcionou o maior valor, não diferindo da testemunha, o que confirma o resultado obtido no comprimento de parte aérea (Tabela 2), sendo também os tratamentos contendo triadimenol os que proporcionaram os menores valores de massa seca para a cultivar CD-150. Os tratamentos com CGA (90 mg.L<sup>-1</sup> de

cinetina + 50 mg.L<sup>-1</sup> de ácido giberélico + 50 mg.L<sup>-1</sup> de ácido indolbutírico) e AZO (estirpes Ab-V5 e Ab-V6 de *A. brasilense*) isolados, proporcionaram incrementos nos valores de massa seca da parte aérea para CD-116, diferindo da testemunha. Já para a cultivar CD104, a resposta foi negativa quando os tratamentos continham o triadimenol.

Tabela 3. Efeito de diferentes tratamentos no comprimento e número de raízes de plântulas de trigo.

Tratamentos	Comprimento de raízes (cm.plântula <sup>-1</sup> )			Média	Número de raízes			Média
	CD 150	CD 116	CD 104		CD 150	CD 116	CD 104	
Testemunha	7,64 bA	5,29 aB	3,74 abC	5,56	5,07	5,72	5,57	5,52 a
TRI	5,41 cA	3,67 cB	3,83 abB	4,30	4,05	4,65	4,82	4,51 b
CGA	8,82 bA	5,34 abB	3,99 abC	6,05	5,00	5,70	5,92	5,54 a
AZO	7,61 bA	4,92 abcB	3,78 abB	5,44	4,95	5,62	6,12	5,57 a
TRI+CGA	5,02 cA	3,53 cB	2,99 bB	3,85	4,32	4,70	4,97	4,67 b
TRI+AZO	4,84 cA	3,97 bcA	3,75 abA	4,19	4,10	4,85	4,95	4,63 b
CGA+AZO	11,60 aA	6,36 aB	4,71 aC	7,56	4,75	5,70	5,80	5,42 a
TRI+CGA+AZO	4,43 cA	3,48 abA	4,28 abA	4,06	4,30	4,82	4,92	4,69 b
Média	6,92	4,54	3,88		4,57 C	5,22 B	5,41 A	
F Tratamento (T)			36,223**				54,720**	
F Variedade (V)			150,934**				123,768**	
F (T)x(V)			9,772**				1,192 <sup>ns</sup>	
C.V. (%)			14,31				4,43	
D.M.S.			0,93				0,29	

TRI = 150 g.L<sup>-1</sup> de triadimenol; CGA = 90 mg.L<sup>-1</sup> de cinetina + 50 mg.L<sup>-1</sup> de ácido giberélico + 50 mg.L<sup>-1</sup> de ácido indolbutírico e AZO = estirpes Ab-V5 e Ab-V6 de *Azospirillum brasilense* na concentração de 2,0 x 10<sup>8</sup> células viáveis mL<sup>-1</sup>.

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

\*\* significativo em 1% de probabilidade; <sup>ns</sup> não significativo.

Tabela 4. Efeito de diferentes tratamentos na massa seca da parte aérea e de raiz, e a relação raiz/parte aérea de plântulas de trigo.

Tratamentos	Massa seca da parte aérea (g.plântula <sup>-1</sup> )			Massa seca da raiz (g.plântula <sup>-1</sup> )			Relação raiz/parte aérea		
	CD 150	CD 116	CD 104	CD 150	CD 116	CD 104	CD 150	CD 116	CD 104
Testemunha	0,009 abA	0,008 bcdA	0,008 aA	0,005 bA	0,005 bcA	0,003 aB	0,57 eAB	0,59 bA	0,45 bcB
TRI	0,006 dA	0,006 dA	0,006 bA	0,005 bAB	0,005 bcA	0,004 aB	0,84 abA	0,72 abAB	0,70 aB
CGA	0,010 a A	0,010 aA	0,008 aB	0,006 bA	0,006 bA	0,004 aB	0,59 deA	0,58 bA	0,49 bcA
AZO	0,008 bcA	0,009 abA	0,009 aA	0,005 bA	0,006 bA	0,004 aB	0,65 cdeA	0,62 bA	0,44 cB
TRI+CGA	0,006 dA	0,007 cdA	0,006 bA	0,005 bA	0,004cAB	0,004 aB	0,76 bcdA	0,62 bB	0,60 abcB
TRI+AZO	0,007 cdA	0,007 cdA	0,006 bB	0,005 bA	0,005 bcA	0,004 aB	0,78 bcA	0,73 abAB	0,61 abB
CGA+AZO	0,008 bcA	0,008 bcA	0,008 aA	0,008 aA	0,007 aA	0,004 aB	0,98 aA	0,83 aB	0,58 abcC
TRI+CGA+AZO	0,007 cdA	0,007 cdA	0,006 bA	0,005 bA	0,005 bcA	0,004 aB	0,76 bcA	0,70 abAB	0,60 abcB
F Tratamento (T)		35,243**			15,369**			18,990**	
F Variedade (V)		11,200**			93,174**			48,775**	
F (T)x(V)		1,857*			2,556*			2,071*	
C.V. (%)		8,35			10,97			11,68	
D.M.S.		0,008			0,007			0,08	

TRI = 150 g.L<sup>-1</sup> de triadimenol; CGA = 90 mg.L<sup>-1</sup> de cinetina + 50 mg.L<sup>-1</sup> de ácido giberélico + 50 mg.L<sup>-1</sup> de ácido indolbutírico e AZO = estirpes Ab-V5 e Ab-V6 de *Azospirillum brasilense* na concentração de 2,0 x 10<sup>8</sup> células viáveis mL<sup>-1</sup>.

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

\*\* significativo em 1% de probabilidade; \* significativo a 5% de probabilidade.

O tratamento com associação de CGA (90 mg.L<sup>-1</sup> de cinetina + 50 mg.L<sup>-1</sup> de ácido giberélico + 50 mg.L<sup>-1</sup> de ácido indolbutírico) + AZO (estirpes Ab-V5 e Ab-V6 de *A. brasilense*) proporcionou incrementos na massa seca de raiz em relação aos demais tratamentos para cultivares CD-150 e CD-116. Esses resultados podem ser atribuídos a associação de dois produtos que possuem a capacidade de estimular o desenvolvimento radicular, aumentando a absorção de água e nutrientes pelas raízes, podendo favorecer também o equilíbrio hormonal da planta, tanto para o CGA (90 mg.L<sup>-1</sup> de cinetina + 50 mg.L<sup>-1</sup> de ácido giberélico + 50 mg.L<sup>-1</sup> de ácido indolbutírico) quanto para AZO que produz substâncias promotoras do crescimento de raiz (Okon e Labandera-Gonzalez, 1994; Santos e Vieira, 2005). Normalmente isso resulta em maior produção de biomassa, podendo proporcionar incrementos no rendimento (Fallik et al., 1994). Já o cultivar CD-104 respondeu de forma similar a todos os tratamentos. Na comparação entre as cultivares, de modo geral, CD-150 e CD-116 apresentaram maior massa seca de raiz.

A relação Raiz/Parte Área (R/PA) foi afetada significativamente pelo efeito dos tratamentos de sementes (Tabela 4), de modo geral, todos os tratamentos apresentaram incrementos na R/PA em relação à testemunha para a cultivar CD-150, destacando os tratamentos com triadimenol e a associação de CGA (90 mg.L<sup>-1</sup> de cinetina + 50 mg.L<sup>-1</sup> de ácido giberélico + 50 mg.L<sup>-1</sup> de ácido indolbutírico) + AZO (estirpes Ab-V5 e Ab-V6 de *A. brasilense*) que apresentaram valores superiores a 47,0% em relação a testemunha, entretanto, deve-se destacar que apesar da semelhança da

relação R/PA, esses dois tratamentos não apresentaram desenvolvimento similar em massa seca de raiz e parte aérea. Para CD-116, a associação de CGA (90 mg.L<sup>-1</sup> de cinetina + 50 mg.L<sup>-1</sup> de ácido giberélico + 50 mg.L<sup>-1</sup> de ácido indolbutírico) + AZO (estirpes Ab-V5 e Ab-V6 de *A. brasilense*) foi também a que proporcionou maior relação. Já para CD-104 o pior desempenho foi para o tratamento contendo AZO (estirpes Ab-V5 e Ab-V6 de *A. brasilense*). De modo geral, a cultivar CD-104 apresentou menor relação R/PA, indicando que essa cultivar pode ter desvantagem sob déficit hídrico. Visto que no mecanismo de resistência à seca, com o aumento da relação R/PA, devido ao desenvolvimento do sistema radicular (aumento da área de absorção de água), em detrimento da parte aérea (diminuição da área de evapotranspiração) auxilia o aumento da área de solo para absorção de água (Correa e Nogueira, 2004).

Os resultados da correlação de Pearson demonstram que o crescimento da parte aérea é proporcional ao desenvolvimento do hipocótilo e das raízes, ao passo que um maior diâmetro nesta parte da planta influencia negativamente seu comprimento (Tabela 5). As relações entre CPA, CH e DH já possuem comportamentos bem definidos, pois conforme a planta, colmos, galhos e folhas aumentam sua altura, a tendência é que ocorra uma diminuição de seu diâmetro, sendo que o contrário também pode ser afirmado. A relação positiva do CR e NR sobre o CPA, neste trabalho pode ser explicada pelos tratamentos de sementes utilizados, que proporcionam um bom desenvolvimento das plântulas em geral, ou seja, do sistema radicular e da parte aérea.

Tabela 5. Coeficientes de correlação de Pearson entre as variáveis fisiológicas de plântulas de trigo obtidas de sementes submetidas a diferentes tratamentos.

	CPA	CH	DH	CR	NR	MSPA	MSR
CH	0,972**						
DH	-0,862**	-0,915**					
CR	0,601**	0,577**	-0,366 <sup>ns</sup>				
NR	0,621**	0,697**	-0,782**	-0,076 <sup>ns</sup>			
MSPA	0,852**	0,827**	-0,713**	0,450*	0,612**		
MSR	0,258 <sup>ns</sup>	0,288 <sup>ns</sup>	-0,119 <sup>ns</sup>	0,766**	-0,169 <sup>ns</sup>	0,394 <sup>ns</sup>	
RRPA	-0,272 <sup>ns</sup>	-0,248 <sup>ns</sup>	0,258 <sup>ns</sup>	0,158 <sup>ns</sup>	-0,513*	-0,380 <sup>ns</sup>	0,716**

CPA = comprimento parte aérea; CH = comprimento do hipocótilo; DH = diâmetro do hipocótilo; CR = comprimento de raiz; NR = número de raiz; MSPA = massa seca da parte aérea; MSR = massa seca de raiz e RRPA = relação raiz/parte aérea.

Observa-se ainda na Tabela 5 a correlação negativa entre NR e DH e R/PA, demonstrando que os tratamentos de sementes influenciaram negativamente no desenvolvimento da parte aérea proporcionando um maior número de raízes,

porém sem aumentar a sua massa, evidenciando que um maior número de raízes nem sempre proporciona maior massa, ao contrário do CR, que teve correlação positiva com a MSR. De forma complementar, a relação negativa

entre MSPA e DH mostra que as plântulas que tiveram seu crescimento prejudicado pelo tratamento de sementes apresentam um maior diâmetro, o que pode ter sido causado mais pela falta de condições favoráveis ao seu desenvolvimento do que por condições favoráveis ao aumento de diâmetro.

## Conclusões

Os tratamentos não influenciaram na germinação das sementes.

O bioestimulante e *Azospirillum brasilense* isolados ou em associação proporcionaram incrementos no desenvolvimento inicial de plântulas de trigo.

O triadimenol isolado ou em associação com bioestimulante ou *Azospirillum brasilense* proporcionou menores valores de comprimento da parte aérea, hipocótilo e raiz e número de raiz, independente da cultivar testada.

## Agradecimentos

À Fundação Araucária de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Paraná, afiliada à Secretaria de Estado da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior – SETI, à CAPES/PNPD e ao CNPq/INCT-FBN, pelo suporte financeiro.

## Referências

- ARAÚJO, A.E.S.; ROSSETO, C.A.V.; BALDANI, V.L.D.; BALDANI, J.I. Germinação e vigor de sementes de arroz inoculadas com bactérias diazotróficas. *Ciência e Agrotecnologia*, v.34, n.4, p.932-939, 2010. [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-70542010000400019&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-70542010000400019&script=sci_arttext)
- BALDANI, J.I.; TEIXEIRA, K.R.S.; SCHWAB, S.; OLIVEIRA, F.L.; HEMERLY, A.S.; URQUIAGA, S.; E.T. Fixação biológica de nitrogênio em plantas da família *Poaceae* (antiga *gramineae*). In: RIBEIRO, M.R.; NASCIMENTO, C.W.A.; RIBEIRO FILHO, M.R.; CANTALICE, J.R.B. (Org.). *Tópicos em ciência do solo*. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2009. p.203-272.
- BARROS, B.C.; FURLAN, S.H. Efeito do tratamento fungicida e da profundidade de semeadura no controle de *Bipolaris sorokiniana* em sementes de trigo. *Arquivos do Instituto Biológico*, v.75, n.4, p.499-505, 2008.
- 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. 395p. [http://www.agricultura.gov.br/arq\\_editor/file/laborat%e3%b3rio/sementes/regras%20para%20analise%20de%20sementes.pdf](http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/laborat%e3%b3rio/sementes/regras%20para%20analise%20de%20sementes.pdf)
- BUCHENAUER, H.; ROHNER, E. Effects of triadimefon and triadimenol on growth of various plant species as well as on gibberellin content and sterol metabolism in shoots of barley seedlings. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, v.15, n.1, p.58-70, 1981.
- CASTRO, G.S.A.; BORGIANI, J.C.; SILVA, M.G.; GAZOLA, E.; ROSOLEM, C.A. Tratamento de sementes de soja com inseticidas e um bioestimulante. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.43, n.10, p.1311-1318, 2008. <http://www.scielo.br/pdf/pab/v43n10/08.pdf>
- CASTRO, P.R.C.; VIEIRA, E.L. *Aplicações de reguladores vegetais na agricultura tropical*. Guaíba: Agropecuária, 2001, 132p.
- CAVARIANI, C.; VELINI, E.D.; BICUDO, S.J.; NAKAGAWA, J. Avaliação dos efeitos de doses de triadimenol e de tebuconazole sobre o crescimento do mesocótilo em plântulas de trigo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.29, n.7, p.1035-1039, 1994. [http://webnotes.sct.embrapa.br/pdf/pab1994/julho/pab04\\_jul\\_94.pdf](http://webnotes.sct.embrapa.br/pdf/pab1994/julho/pab04_jul_94.pdf)
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra Brasileira: grãos, nono levantamento junho 2011/ *Companhia Nacional de Abastecimento*, Brasília: CONAB, 2011. [http://www.conab.gov.br/olalacms/uploads/arquivos/11\\_06\\_09\\_08\\_50\\_47\\_graos\\_-\\_boletim\\_junho-2011..pdf](http://www.conab.gov.br/olalacms/uploads/arquivos/11_06_09_08_50_47_graos_-_boletim_junho-2011..pdf)
- CORREIA, K.G.; NOGUEIRA, R.J.M.C. Avaliação do crescimento do amendoim (*Arachis hypogaea* L.) submetido a déficit hídrico. *Revista de Biologia e Ciência da Terra*, v.4, n.2, p.102-109, 2004. <http://eduep.uepb.edu.br/rbct/sumarios/pdf/amendoimdeficit.pdf>
- CRUZ, C.D. *Programa Genes: Análise Multivariada e Simulação*. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2006.
- FALLIK, E., SARIG, S., OKON, Y. Morphology and physiology of plant roots associated with *Azospirillum*. In: OKON, Y. (Ed.) *Azospirillum/ plant associations*. Boca Raton: CRC, 1994. p.77-85.
- FERREIRA, L.A.; OLIVEIRA, J.A.; VON PINHO, E.V.R.; QUEIROZ, D.L. Bioestimulante e fertilizante associados ao tratamento de sementes de milho. *Revista Brasileira de Sementes*, v.29, n.2, p.80-89, 2007. <http://www.scielo.br/pdf/rbs/v29n2/v29n2a11.pdf>
- GARCIA JUNIOR, D.; VECHIATO, M.H.; MENTEN, J.O.M. Efeito de fungicidas no controle de *Fusarium graminearum*, germinação, emergência e altura de plântulas em sementes de trigo. *Summa Phytopathologica*, v.34, n.3, p.280-283, 2008. <http://www.scielo.br/pdf/sp/v34n3/18.pdf>
- GOULART, A.C.P. Avaliação de fungicidas para tratamentos de sementes de trigo (*Triticum aestivum* L.) no controle de *Pyricularia oryzae* e *Helminthosporium sativum*. *Revista Brasileira de Sementes*, v.13, n.1, p.25-29, 1991. [http://www.abrates.org.br/portal/revista/\\_apps/revista/artigospublicados/artigo.php?id=852](http://www.abrates.org.br/portal/revista/_apps/revista/artigospublicados/artigo.php?id=852)
- GOULART, A.C.P. Eficiência de três fungicidas no tratamento de sementes de trigo (*Triticum aestivum*) visando o controle do fungo *Helminthosporium sativum* P.K. & B., em condições de laboratório. *Revista Brasileira de Sementes*, v.10, n.1, p.55-61, 1988. [http://www.abrates.org.br/portal/revista/\\_apps/revista/artigospublicados/artigo.php?id=320](http://www.abrates.org.br/portal/revista/_apps/revista/artigospublicados/artigo.php?id=320)

- GOULART, A.C.P. Eficiência de três fungicidas no tratamento de sementes de trigo. *Revista Brasileira de Sementes*, v.7, n.1, p.81-90, 1985. <http://www.abrates.org.br/revista/artigos/1988/v10n1/artigo05.pdf>
- HUNGRIA, M. *Inoculação com Azospirillum brasilense: inovação em rendimento a baixo custo*. Londrina: Embrapa Soja, 2011, 20p. (Documentos, 325). <http://www.cnpso.embrapa.br/download/doc325.pdf>
- KLAHOLD, C.A.; GUIMARAES, V.F.; ECHER, M.M.; KLAHOLD, A.; CONTIERO, R.L.; BECKER, A. Resposta da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) à ação de bioestimulante. *Acta Scientiarum Agronomy*, v.28, n.2, p.179-185, 2006. <http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/actasciagrnom/article/viewfile/1032/571>
- LUZ, W.C. Avaliação dos tratamentos biológico e químico na redução de patógenos em sementes de trigo. *Fitopatologia Brasileira*, v.28, n.1, p.93-95, 2003. [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=s0100-41582003000100014](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s0100-41582003000100014)
- MARINI, N., TUNES, L.M., SILVA, J.I., MORAES, D.M., CANTOS, F.A.A. Efeito do fungicida Carboxim Tiram na qualidade fisiológica de sementes de trigo (*Triticum aestivum* L.). *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v.6, n.1, p.17-22, 2011. [http://agraria.pro.br/sistema/index.php?journal=agraria&page=article&op=viewfile&path\[\]=agraria\\_v6i1a737&path\[\]=843](http://agraria.pro.br/sistema/index.php?journal=agraria&page=article&op=viewfile&path[]=agraria_v6i1a737&path[]=843)
- OKON, Y., LABANDERA-GONZALEZ, C.A. Agronomic applications of *Azospirillum*: an evaluation of 20 years worldwide field inoculation. *Soil Biology and Biochemistry*, v.26, p.1591-1601, 1994.
- PICININI, E.C.; FERNANDES, J.M.C. Efeito do tratamento de sementes com fungicidas sobre o controle de doenças na parte aérea do trigo. *Fitopatologia Brasileira*, v.28, n.5, p.515-520, 2003. <http://www.scielo.br/pdf/fb/v28n5/17665.pdf>
- REIS, E.M.; MOREIRA, E.N.; CASA, R.T.; BLUM, M.M.C. Eficiência e persistência de fungicidas no controle do oídio do trigo via tratamento de sementes. *Summa Phytopathologica*, v.34, n.4, p.371-374, 2008. <http://www.scielo.br/pdf/sp/v34n4/v34n4a16.pdf>
- RODRIGUES, O.; DIDONET, A.D.; GOUVEIA, J.A.; SOARES, R.C. Nitrogen translocation in wheat inoculated with *Azospirillum* fertilized with nitrogen. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.35, n.7, p.1473-1481, 2000. <http://www.scielo.br/pdf/pab/v35n7/1473.pdf>
- SALA, V.M.R.; NOGUEIRA, E.J.B.; FREITAS, J.G.; SILVEIRA; A.P.D. Novas bactérias diazotróficas endofíticas na cultura do trigo em interação com a adubação nitrogenada, no campo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.32, n.3, p.1099-1106, 2008. <http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v32n3/a18v32n3.pdf>
- SANTOS, C.M.G.; VIEIRA, E.L. Efeito de bioestimulante na germinação de sementes, vigor de plântulas e crescimento inicial do algodoeiro. *Magistra*, v.17, n.3, p.124-130, 2005.
- SILVA, D.B.; CHARCHAR, M.J.D.; VIVALDI, L.J. Efeito do tratamento de sementes sobre a emergência de plântulas de trigo e de cevada em duas profundidades de semeadura. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.28, n.3, p.303-311, 1993. <http://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/article/view/3879/1170>
- VANIN, A.; SILVA, A.G.; FERNANDES, C.P.C.; FERREIRA, W.S.; RATTES, J.F. Tratamento de sementes de sorgo com inseticidas. *Revista Brasileira de Sementes*, v.33, n.2, p.299-309, 2011. <http://www.scielo.br/pdf/rbs/v33n2/12.pdf>
- ZAIED, K.A.; EL-HADY, A.H.; AFIFY, A.H.; NASSEF, M.A. Yield and nitrogen assimilation of winter wheat inoculated with new recombinant inoculants of rhizobacteria. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, v.4, n.2, p.344-358, 2003. <http://scialert.net/qredirect.php?doi=pjbs.2003.344.358&linkid=pdf>
- ZAGONEL, J.; FERNANDES, E.C. Doses e épocas de aplicação de redutor de crescimento afetando cultivares de trigo em duas doses de nitrogênio. *Planta Daninha*, v.25, n.2, p.331-339, 2007. <http://www.scielo.br/pdf/pd/v25n2/a13v25n2.pdf>