

Déficit Hídrico e Adubação Nitrogenada em Associação com *Herbaspirillum seropedicae* e *Azospirillum brasilense* em Trigo.

Antonio Carlos Torres da Costa⁽¹⁾; Fernando Furlan⁽²⁾; Vandeir Francisco Guimarães⁽¹⁾; Eliane Cristina Gruszka Vendruscolo⁽³⁾; Marise Fonseca dos Santos⁽³⁾.

⁽¹⁾ Professor; Universidade Estadual do Oeste do Paraná; Marechal Cândido Rondon, PR; antonio.costa2@unioeste.br; vandeirfg@yahoo.com.br; ⁽²⁾ Mestrando; Universidade Estadual do Oeste do Paraná; fernando.furlan@hotmail.com; ⁽³⁾ Professor; Universidade Federal do Paraná, Palotina, PR; vendruscolo@ufpr.br; marise@ufpr.br

RESUMO: A cultura do trigo e as bactérias fixadoras de nitrogênio tem sido alvo de pesquisas. No entanto, necessita-se de mais pesquisas envolvendo esta cultura e estas bactérias associadas a adubação nitrogenada e ao déficit hídrico. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do déficit hídrico e da adubação nitrogenada em associação com as bactérias *Herbaspirillum seropedicae* e *Azospirillum brasilense*, em duas cultivares de trigo. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso em esquema fatorial 2 x 8 x 3, sendo duas cultivares, oito condições combinando inoculação com as bactérias com e sem adição de nitrogênio e três condições de déficit hídrico: déficit hídrico parcial e severo, e plantas com irrigação contínua. Os estresses foram aplicados no florescimento e as coletas foram realizadas no início do espigamento. Foram avaliados: número de espiga/planta, massa de grãos/planta e massa de 1000 grãos. Na ausência do déficit hídrico, a cv CD 120 quando inoculada com *H. seropedicae* apresentou maior número de espigas/planta e maior massa de grãos/planta em relação ao uso exclusivo do N. Na presença do estresse parcial ou severo, a cv CD 120 quando inoculada com *H. seropedicae* apresentou desempenho similar ao uso exclusivo de N. Independentemente de ocorrer estresse ou não, a cv Frontana quando inoculada com *H. seropedicae* apresentou maior massa de grãos/planta e maior massa de 1000 grãos em relação ao uso exclusivo do N.

Termos de indexação: *Triticum aestivum*, FBN, interação planta-bactéria

INTRODUÇÃO

A deficiência hídrica afeta o padrão de afilhamento da planta de trigo, reduzindo o tamanho e o número de afilhos quando ocorre antes da antese e causando a morte dos afilhos quando ocorre após a antese (Limin & Fowler, 2000). É no estágio de desenvolvimento entre a iniciação floral até o desenvolvimento da inflorescência, antese e formação de grãos, que a deficiência hídrica causa maior redução na produção da cultura do trigo (Rodrigues et al., 1998).

Os fertilizantes nitrogenados são de extrema importância para as culturas não-leguminosas, tais como arroz, trigo e milho. Entretanto, o alto custo que desses fertilizantes, a extensa área ocupada por esses cereais, e levando em consideração que um dos objetivos para a agricultura sustentável é o aproveitamento eficiente de N atmosférico, esses fatores fazem com que a FBN associada a essas culturas tornam-se de extrema importância (Sala et al., 2005). *Herbaspirillum seropedicae* e *Azospirillum brasilense* são bactérias fixadoras de nitrogênio, capazes de colonizar o trigo e outras não leguminosas, cuja eficiência para transferir N fixado para as plantas já foram descritos em arroz, milho e cana-de-açúcar.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do déficit hídrico e da adubação nitrogenada em associação com as bactérias *Herbaspirillum seropedicae* SmR1 e *Azospirillum brasilense* Ab-V5, inoculadas em duas cultivares de trigo (CD120 e Frontana).

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado, no período de maio a setembro de 2012, em casa de vegetação na Cooperativa Central de Pesquisa Agrícola (COODETEC), em Cascavel-PR. Os vasos continham aproximadamente 4,5 kg de solo previamente peneirado, mas sem adubação química. As características químicas do solo utilizado foram: pH 6,40; P = 60,00 mg dm⁻³; K = 1,14 cmol dm⁻³; Ca = 6,69 cmol dm⁻³; Mg = 3,03 cmol dm⁻³; H+Al = 3,18 cmol dm⁻³; Cu = 14,45 mg dm⁻³; Mn = 400,00 mg dm⁻³; Fe = 21,00 mg dm⁻³; Zn = 32,49 mg dm⁻³; SB = 10,86 cmol dm⁻³ e 41,6 g dm⁻³ de matéria orgânica.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, em esquema fatorial 2 x 8 x 3, com 5 repetições, sendo 2 cultivares de trigo (CD 120 e Frontana), 8 condições de inoculação/fertilização (Testemunha; Inoculação com *Herbaspirillum seropedicae* SmR1; Inoculação com *Azospirillum brasilense* Ab-V5; Inoculação com *Herbaspirillum seropedicae* SmR1 e *Azospirillum brasilense* Ab-V5; Nitrogênio; Nitrogênio e Inoculação com *Herbaspirillum seropedicae* SmR1;



Nitrogênio e Inoculação com *Azospirillum brasilense* Ab-V5; Nitrogênio e Inoculação com *Herbaspirillum seropedicae* SmR1 e *Azospirillum brasilense* Ab-V5) e 3 condições hídricas (irrigado, déficit parcial e déficit severo) totalizando 48 tratamentos.

O estresse hídrico foi aplicado no início da fase do espigamento. No déficit severo, as plantas foram submetidas a um período de 8 dias de restrição hídrica total sendo irrigado ao término. No déficit parcial os vasos tiveram a reposição de 50% de seu peso perdido em água, por um período de 16 dias. Após este período de déficit, as plantas foram irrigadas normalmente. Para a inoculação, foram utilizadas 10^6 células/semente para *H. seropedicae* SmR1 e 10^7 células/semente para *A. brasilense* Ab-V5 e após 30 dias da germinação foi realizada de acordo com os tratamentos, a aplicação de N na forma de uréia, na quantidade de 140 kg ha^{-1} . No final do ciclo foram avaliadas as seguintes variáveis: número de espigas por planta, massa de grãos por planta (g) e massa de 1000 grãos (g).

Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A presença de *H. seropedicae* promoveu um aumento no número de espigas na condição irrigada para a cv CD 120. Por outro lado, na cv. Frontana não foram observadas diferenças estatísticas para esta variável (**Tabela 1**). A presença da bactéria *H. seropedicae* promoveu aumento na massa de grãos/planta, diferindo estatisticamente dos demais tratamentos, porém, na cv. Frontana, a presença de N fez com que a massa de grãos diminuísse e a presença das bactérias resultou em massa igual à testemunha (**Tabela 1**).

Para a massa de 1000 grãos, na cv. Frontana, foi observada que apenas os tratamentos com N e Hs+N foram diferentes estatisticamente da testemunha, porém foram iguais ao Az+N e Hs+Az+N. Na cv. CD120 houve uma resposta distinta, onde os melhores resultados foram obtidos com Hs, Hs+Az, Hs+N e Hs+Az+N, onde a ação das bactérias e combinadas ao nitrogênio fizeram aumentar a massa de grãos em relação à testemunha (**Tabela 1**). A massa de grãos/planta foi afetada pela restrição hídrica parcial e, os tratamentos com Hs+Az e Hs+Az+N apresentaram aumentos na massa de grãos/planta. Na cv. CD120, a redução na massa de grãos na testemunha foi de 64,3%, enquanto que na cv. Frontana a redução foi de 20,9%. Na cv. Frontana, a presença de *H.*

seropedicae promoveu um aumento na massa de grãos e esta foi distinta do tratamento com N, demonstrando o efeito de *H. seropedicae* (**Tabela 1**). Para a variável massa de 1000 grãos, na cv. Frontana, os tratamentos com Az, N e Hs+Az+N apresentaram redução da massa de 1000 grãos, com exceção ao tratamento com Hs que foi similar à testemunha (**Tabela 1**). Para a cv. CD 120, a presença das bactérias e N foi o que apresentou melhor resultado, porém estes resultados são similares ao Hs+Az e Hs+N, mas ainda assim superiores à testemunha. Os tratamentos Hs, Az, Hs+Az e Hs+N foram distintos estatisticamente da testemunha, o que comprova que em condições de estresse hídrico parcial, a presença das bactérias por si só foi suficiente para prevenir os efeitos danosos da seca na produção de trigo neste genótipo (**Tabela 1**).

Ao compararmos as cultivares, a CD120 obteve em termos da massa de 1000 grãos, maior massa quando comparada com a Frontana, com exceção da testemunha. Tais resultados demonstram que esta cultivar seja mais responsiva à presença de N.

A característica número de espigas/planta foi altamente afetada pela restrição hídrica, e as diferenças entre os tratamentos foram evidentes. Na cv. CD120 a presença da(s) bactéria(s); Hs+N; Az+N, e Hs+Az+N promoveram um aumento no número de espigas/planta. Na cv. Frontana, os melhores resultados foram obtidos na presença de Az quando comparado ao controle.

A massa de grãos/planta também foi reduzida, na cv. CD120 e, o tratamento com Hs+N foi o que apresentou melhor resultado, apresentando em média 1,57g por planta, porém estatisticamente similar ao tratamento com Az. Na cv. Frontana, os tratamentos testemunha, com N e Hs+Az+N foram os que apresentaram menor massa de grãos/planta. A maior média para esta variável, neste genótipo, foi observada para o tratamento Az+N, Hs, Az e Hs+Az indicando que a presença da (s) bactéria(s) pode ter influenciado positivamente na massa de grãos (**Tabela 1**). A resposta para a massa de 1000 grãos apresentou a mesma tendência dos resultados obtidos no estresse hídrico parcial, porém, com maiores reduções nesta variável em todos os tratamentos e nas duas cultivares estudadas (**Tabela 1**). A cv. CD120 apresentou maiores valores quando comparadas a cv. Frontana, exceção aos tratamentos testemunha, Hs e Az, porém, na cv. CD120 a presença de N e das bactérias (C6 e C7) e somente *H. seropedicae* (C2) geraram as melhores massas de 1000 grãos. Na cv. Frontana, a presença unicamente de *H. seropedicae* (C2) e da *A. brasilense* (C3)



conseguiram manter a massa de grãos similar à testemunha e a presença do N (C5 a C8) e a presença de ambas as bactérias (C8) reduziu a massa de grãos, demonstrando que em condições de baixa umidade no solo, alta concentração de matéria orgânica (46,1 g.dcm³) e conseqüentemente alta concentração de N, se torna prejudicial. Uma possível explicação seria o fato de que em baixa capacidade de água do solo e em presença de diferentes bactérias, estas são consideradas como patógenos, diferentemente da presença dos tratamentos contendo apenas 1 cepa bacteriana. Alamri e Mostafa, (2009) avaliando o efeito do suprimento de N e/ou a inoculação com *A. brasilense* em trigo submetido a estresse salino, observaram que o tratamento controle originou 0,32g de grãos por planta e a presença do *A. brasilense* promoveu um acréscimo de 28% nesta variável. Acréscimos maiores foram obtidos quando a adubação nitrogenada foi aplicada com a bactéria (190%).

Tanto o número de espigas quanto a massa de grãos/planta foram afetados com uma maior redução pela severidade de estresse. Alamri e Mostafa, (2009) avaliando o efeito do suprimento de N e/ou a inoculação com *A. brasilense* em trigo submetido a estresse salino, observaram que o tratamento controle originou 8,66 espigas por planta e a presença do *A. brasilense* promoveu um acréscimo de 3,9% no número de espigas. No entanto os maiores ganhos foram obtidos com a adubação nitrogenada, 27% e a associação *A. brasilense* mais N promoveu o desenvolvimento de 46% no número de espigas.

Os dados obtidos para massa de 1000 grãos concordam com Alamri e Mostafa, (2009), que em condição irrigada observaram um aumento na massa de 1000 grãos na ordem de 5,5% na presença de *A. brasilense* e 15% com a adubação nitrogenada. Aranganarasan et al., (1998) comprovaram que a inoculação com *H. seropedicae* em condições à campo pode incrementar a biomassa, o peso de 1000 grãos e a produção de grãos em arroz. Mirza et al., (2000) observaram aumento de 7,5 g/planta na produtividade de arroz inoculada com *H. seropedicae* em casa de vegetação. Nas condições deste experimento este incremento foi na ordem de 8,3% e 11,14% respectivamente. Os autores relataram incrementos de 40% quando na presença dos dois adjuvantes e em estresse salino. Os dados obtidos não concordam com os autores e o incremento observado foi de 29%. Arzanesh et al., (2011) ao avaliar o efeito da inoculação de *A. lipoferum* em trigo em condições de estresse severo, obteve uma

redução de 14,6% quando a estirpe bacteriana foi adicionada.

CONCLUSÕES

Na ausência do déficit hídrico, a cv CD 120 quando inoculada com *H. seropedicae* apresenta maior número de espigas/planta e maior massa de grãos/planta em relação ao uso exclusivo do N.

Na presença do estresse parcial ou severo, a cv CD 120 quando inoculada com *H. seropedicae* apresenta desempenho similar ao uso exclusivo de N.

Independentemente de ocorrer estresse ou não, a cv Frontana quando inoculada com *H. seropedicae* apresenta maior massa de grãos/planta e maior massa de 1000 grãos em relação ao uso exclusivo do N.

REFERÊNCIAS

- ALAMRI, S. A. & MOSTAFA, Y. S. Effect of nitrogen supply and *Azospirillum brasilense* Sp-248 on the response of wheat to seawater irrigation. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 16:101-107, 2009.
- ARANGANARASAN, V. & PALANIAPPAN, A. D.; CHELLIAH, S. Inoculation effects of diazotrops and phosphobacteria on rice. *Indian Journal Microbiology*, 38:111-112, 1998.
- ARZANESH, M. H.; ALIKHANI, H. A.; KHOVAZI, K.; RAHIMIAN, H. A. & MIRANSORI, M. Wheat (*Triticum aestivum* L.) growth enhancement by *Azospirillum* sp. Under drought stress. *World Journal of Microbiotechnology*, 27:197-205, 2011.
- LIMIN, A.E. & FOWLER, D.B. Morphological and cytological characters associated with low temperature tolerance in wheat. *Canadian Journal of Plant Science*, 80:687-692, 2000.
- MIRZA, M. S.; RASUL, G.; MEHNAZ, S.; LADHA, J. K.; SO, R. B.; ALI, S. & MALIK, K. A. Beneficial effects of inoculated nitrogen-fixing bacteria on rice. In: LADHA, J.K. & REDDY P.M., eds. *The Quest for Nitrogen Fixation in Rice*. Los Baños, 2000. p.191 - 204.
- RODRIGUES, O.; LHAMBY, J.C.B.; DIDONET, A.D.; MARCHESE, J.A. & SCIPIONI, C. Efeito da deficiência hídrica na produção de trigo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 33:839-846, 1998.
- SALA, V. M. R.; FREITAS, S. D. S. & DONZELI, V. P. Ocorrência e efeito de bactérias diazotróficas em genótipos de trigo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 29:345-352, 2005.

Tabela 1 – Número de espigas por planta, massa de grãos por planta (g) e massa de 1000 grãos (g) em cultivares de trigo em função do déficit hídrico e da adubação nitrogenada associadas a inoculação com *Herbaspirillum seropedicae* e *Azospirillum brasilense*.

Tratamentos	CD 120		Frontana		CD 120		Frontana	
	Número de espigas/planta		Massa de grãos/planta (g)		Massa de 1000 grãos (g)			
IRRIGADO								
Testemunha	5,00	Abc	7,71	Aa	2,77	Abc	2,43	Aab
<i>Herbaspirillum seropedicae</i>	9,42	Aa	4,71	Ba	6,87	Aa	3,11	Ba
<i>Azospirillum brasilense</i>	3,57	Abc	4,14	Aa	2,77	Abc	2,35	Aab
<i>H. seropedicae</i> + <i>A. brasilense</i>	5,21	Ab	4,85	Aa	3,71	Ab	2,40	Aab
Nitrogênio	3,57	Abc	3,71	Aa	1,74	Ac	0,61	Ac
Nitrogênio + <i>H. seropedicae</i>	2,57	Bb	4,42	Aa	2,58	Abc	2,47	Aab
Nitrogênio + <i>A. brasilense</i>	3,57	Abc	3,42	Aa	2,01	Ac	1,72	Abc
N + <i>H. seropedicae</i> + <i>A. brasilense</i>	4,85	Abc	5,71	Aa	2,97	Abc	2,01	Bab
ESTRESSE PARCIAL								
Testemunha	3,00	Aab	3,42	Aa	0,99	Bc	1,92	Aab
<i>Herbaspirillum seropedicae</i>	4,42	Aab	4,00	Aa	2,20	Abc	2,21	Aa
<i>Azospirillum brasilense</i>	2,57	Bab	4,28	Aa	1,69	Ac	1,51	Aabc
<i>H. seropedicae</i> + <i>A. brasilense</i>	4,71	Aa	3,28	Aa	3,62	Aa	1,08	Bbc
Nitrogênio	2,42	Bb	4,28	Aa	1,29	Ac	0,77	Bc
Nitrogênio + <i>H. seropedicae</i>	4,00	Aab	3,71	Aa	1,70	Ac	1,25	Aabc
Nitrogênio + <i>A. brasilense</i>	3,28	Aab	3,14	Aa	1,69	Ac	1,81	Aab
N + <i>H. seropedicae</i> + <i>A. brasilense</i>	4,71	Aa	3,14	Aa	3,26	Aab	1,38	Babc
ESTRESSE SEVERO								
Testemunha	1,28	Ac	2,00	Ab	0,18	Ab	0,19	Ad
<i>Herbaspirillum seropedicae</i>	2,14	Aabc	1,85	Ab	0,59	Bb	1,51	Aab
<i>Azospirillum brasilense</i>	2,28	Bab	4,28	Aa	0,85	Aab	1,49	Aab
<i>H. seropedicae</i> + <i>A. brasilense</i>	1,57	Bbc	3,57	Aab	0,27	Bb	1,54	Aab
Nitrogênio	1,71	Abc	2,28	Aab	0,43	Ab	0,39	Ac
Nitrogênio + <i>H. seropedicae</i>	3,14	Aabc	3,28	Aab	1,57	Aa	1,08	Abc
Nitrogênio + <i>A. brasilense</i>	3,42	Aab	3,71	Aab	0,71	Bb	1,94	Aa
N + <i>H. seropedicae</i> + <i>A. brasilense</i>	4,00	Aa	2,42	Bab	0,73	Ab	0,24	Bcd

Médias seguidas da mesma letra minúscula, na coluna, e maiúscula, na linha, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$)