

## Artigo Científico

### Resumo

O objetivo do trabalho foi o de avaliar a eficiência da inoculação da bactéria *Azospirillum brasilense* sobre os parâmetros agrônômicos da cultura do trigo, onde utilizou-se a dosagem recomendada da bactéria e três vezes essa dosagem, frente a dois níveis de adubação nitrogenada em cobertura. O experimento foi conduzido no campo experimental do Departamento de Agronomia da Universidade Estadual do Centro-Oeste, em Guarapuava-PR. O delineamento utilizado foi de blocos ao acaso, com cinco repetições, totalizando 35 parcelas (7 tratamentos x 5 repetições). As parcelas foram constituídas por nove fileiras (5,0 m comprimento x 0,17 m entre-linha), com uma área total de 7,65 m<sup>2</sup> e área útil constituída pelas duas fileiras centrais. Os parâmetros agrônômicos obtidos demonstram que a utilização da bactéria *Azospirillum brasilense* não proporcionou diferenças estatísticas na produtividade em comparação com os demais tratamentos. Além disso, os parâmetros de qualidade de farinha avaliados não diferiram estatisticamente, indicando que, os tratamentos com e sem redução da adubação nitrogenada e com e sem a utilização do *Azospirillum brasilense*, não foram capazes de reduzir a sedimentação, proteína bruta e *falling number*. Dessa maneira, se pode inferir que a bactéria apresenta eficiência agrônômica na aplicação via tratamento de sementes visando, principalmente, a redução na adubação de cobertura com nitrogênio.

**Palavras-chave:** *Triticum aestivum*; nitrogênio; fixação biológica

### Avaliação da eficiência agrônômica de *Azospirillum brasilense* na cultura do trigo e os efeitos na qualidade de farinha

Marcelo Cruz Mendes<sup>1</sup>

Jerônimo Gadens do Rosário<sup>2</sup>

Marcos Ventura Faria<sup>1</sup>

Jean Carlos Zocche<sup>3</sup>

Anna Laura Balzan Walter<sup>3</sup>

### Evaluación de la eficiencia agronómica de *Azospirillum brasilense* en la cultura del trigo y los efectos en la calidad de la harina

### Resumen

El objetivo de este estudio fue evaluar la eficacia de la inoculación de la bacteria *Azospirillum brasilense* sobre parámetros agronómicos del cultivo de trigo en los, donde se utilizó la dosis recomendada de bacterias y tres veces esta dosis, en comparación con dos niveles de nitrógeno abonado aplicado en cobertura. El experimento se llevó a cabo en el campo experimental de la Facultad de Agronomía de la Universidade Estadual do Centro Oeste, en Guarapuava-PR/Brasil. El diseño experimental fue bloques al azar con cinco repeticiones, con un total de 35 parcelas (7 tratamientos x 5 repeticiones). Las parcelas se consistieron de nueve filas (5,0 m de largo x 0,17 m entre filas), con una superficie total de 7,65 m<sup>2</sup> y área útil compuesta por las dos filas centrales. Los parámetros de la planta obtenidos muestran que el uso de bacterias *Azospirillum brasilense* no causó ninguna diferencia estadística en la productividad en comparación con los demás tratamientos. Además, los parámetros de calidad de harina evaluados no difirieron estadísticamente, lo que indica que los tratamientos con y sin reducción de nitrógeno y con y sin el uso de *Azospirillum brasilense*, no fueron capaces de reducir la sedimentación, proteína y *falling number*. De este modo, se puede inferir que la bacteria tiene una eficiencia agronómica en la aplicación como tratamiento de semillas con el objetivo principalmente a la reducción de la aplicación de nitrógeno como abono de cobertura.

**Palabras llave:** *Triticum aestivum*; nitrógeno; fijación biológica

### Introdução

A importância do nitrogênio para as culturas é de conhecimento há muitos anos, sobretudo para

as gramíneas. Apesar de extremamente abundante na atmosfera o nitrogênio (N<sub>2</sub>) é frequentemente limitante ao crescimento das plantas. O elemento nitrogênio apresenta interações complexas entre o ar,

Recebido em: 11/05/11

Aceito para publicação em: 17/11/11

1 Prof. Dr. Depto. Agronomia, Universidade Estadual do Centro-Oeste do Paraná - UNICENTRO, Guarapuava, PR. Email: mcmendes@unicentro.br (correspondência); mfarria@unicentro.br

2 Mestrando Agronomia, Universidade Estadual do Centro-Oeste do Paraná - UNICENTRO, Guarapuava, PR. Email: jgadens@yahoo.com.br

3 acadêmico de Agronomia, Universidade Estadual do Centro-Oeste do Paraná - UNICENTRO Guarapuava, PR. Email: jean-zo@hotmail.com, annalaurawalter@hotmail.com.

Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia v4 n3 set/dez. (2011)

Print-ISSN 1983-6325 (On line) e-ISSN 1984-7548

solo, planta e microrganismos. Tais interações dizem respeito à forma com que as plantas absorvem o nitrogênio, que ocorre nas formas sólidas  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NH}_3$  e  $\text{NH}_4^+$ , sendo estas influenciadas pela fixação biológica, mineralização e nitrificação. Além disso, existem perdas deste nutriente do sistema solo pela lixiviação e desnitrificação, onde muitas vezes ocorre a contaminação do ambiente (ZAIED et al., 2003). Nesse sentido, cabe destacar também a complexidade deste elemento no que diz respeito a sua aplicação, a qual também ocorre perda pela volatilização.

Outro importante fator relacionado ao nitrogênio diz respeito à adubação nitrogenada, a qual apresenta um alto custo para sua obtenção, isto ocorre pela necessidade de fixar industrialmente o  $\text{N}_2$  atmosférico, o que necessita de alta pressão e alta temperatura.

Desta maneira, a fixação biológica que disponibiliza  $\text{NH}_3$  ou aminoácidos para as plantas a partir do  $\text{N}_2$  atmosférico constitui uma importante ferramenta para suprir a necessidade total ou parcial de nitrogênio pelas plantas. Neste sentido, estudos com leguminosas já vem sendo desenvolvidos no Brasil desde 1950 e estima-se que a adoção dessa tecnologia gere uma economia de 3 bilhões de dólares a cada safra no Brasil (DOBEREINER, 1992; HUNGRIA et al., 1997), além de possibilitar um avanço grande na prática de inoculação de sementes com bactérias simbióticas. Contudo, em gramíneas tais estudos são mais recentes.

Vários autores obtiveram resultados positivos com bactérias do gênero *Azospirillum*, as quais promoveram o crescimento e o acúmulo de N em plantas de trigo (SALA et al., 2005), trouxe benefícios na manutenção dos filhos férteis, maior extração de N e acúmulo nos grãos (JEZEWSKI et al., 2010), aumento de produção (SALA et al., 2007), translocação mais eficiente do N para os grãos, grãos mais pesados e mais cheios, melhor realocamento do N presente na biomassa para os grãos (DIDONET et al., 2000) e maior desenvolvimento radicular (SILVA et al., 2004). Contudo, outros autores não encontraram diferença entre tratamentos com e sem a inoculação (CAMPOS et al., 1999)

Outras questões importantes, no que diz respeito à fixação biológica de nitrogênio em gramíneas, são as diferentes bactérias, com diferentes mecanismos de fixação, na grande maioria de vida livre (OKON e LABANDERA-GONZALES, 1994). Possuem especificidade entre espécie da bactéria e da planta, além de serem fortemente afetadas pelo

ambiente (disponibilidade de nitrogênio, oxigênio e outros microrganismos). Entre as bactérias estudadas destaca-se o *Azospirillum brasilense*, pelos resultados positivos alcançados com sua associação com gramíneas, tais como o milho, arroz e o trigo (DÖBEREINER e PEDROSA, 1987; FAGES, 1994). Esta bactéria apresenta também interessantes mecanismos que influenciam no desenvolvimento da planta além da fixação biológica, tais como um maior desenvolvimento radicular proveniente da produção de hormônios pela planta.

Nesse sentido, é notória a importância de pesquisas que desenvolvam mecanismos para que haja maiores incrementos de produtividade provenientes da inoculação destas bactérias em espécies de plantas importantes para o consumo, tais como o trigo.

A disponibilidade de nutrientes para cultura é fator crucial para determinação de uma boa farinha. Nesse sentido, cabe destacar a importância do nitrogênio, o qual é constituinte das proteínas, que afetarão a qualidade da mesma. RADWAN et al. (2004) destaca que durante a última década, várias bactérias capazes de reduzir  $\text{N}_2$  foram descritas, sendo o gênero *Azospirillum* o mais estudado, com destaque para *A. brasilense* e o *A. lipoferum*.

Essas bactérias auxiliam por diversos mecanismos na nutrição nitrogenada das culturas. Dentre esses mecanismos, destacam-se a produção de hormônios, que interferem no crescimento das plantas e podem alterar a morfologia das raízes, possibilitando a exploração de maior volume de solo (BASHAN e HOGUIN, 1997; ZAIED et al., 2003), o aumento do processo da redução assimilatória de nitrato disponível no solo (BODDEY et al., 1986) e a fixação biológica do  $\text{N}_2$  (INIGUEZ et al., 2004). Entre esses mecanismos o aumento do sistema radicular, estimulado pela presença de bactérias, através da produção de substâncias promotoras do crescimento radicular, pode resultar em maior absorção de minerais e de água (OKON e LABANDERA-GONZALEZ, 1994).

Apesar de longos anos de pesquisa com essas bactérias, onde 60 a 70% dos experimentos já realizados obtiveram êxito (OKON; LABANDERA-GONZALEZ, 1994), ainda observa-se respostas muito variáveis mesmo de modo experimental. Nesse sentido, no caso da cultura do trigo, onde a qualidade do produto final influencia muito a sua utilização, essa substituição da adubação nitrogenada objetiva a não redução da qualidade da farinha.

Na cultura do trigo, estudos destacam algumas especificidades quanto à época de absorção de nitrogênio e a influência da inoculação. DIDONET et al. (1996) destacam que plantas infectadas tendem a absorver mais N após a antese, em comparação com plantas não infectadas e adubadas com a mesma quantidade de N. SPIERTZ e DE VOS (1983) ressaltam que a absorção mais tardia de N pelas plantas de trigo somente incrementa o teor de proteínas nos grãos e raramente promove aumento de rendimento. Em geral, o aumento da absorção de minerais e de água pelo trigo, e por outros cereais infectados com *Azospirillum*, tem sido creditado ao efeito hormonal da bactéria na promoção do crescimento radicular (LIN et al., 1983; KAPULNIK et al., 1985; BASHAN e LEVANONY, 1990), onde o N absorvido promove o afilamento e maior percentual de sobrevivência de afilhos.

O objetivo do referido trabalho foi avaliar a eficiência agronômica da utilização da bactéria *Azospirillum brasilense* sobre os componentes da produtividade da cultura do trigo associados à redução da adubação nitrogenada e a qualidade da farinha resultante.

## Material e métodos

A área experimental utilizada foi a do Departamento de Agronomia, na Universidade Estadual do Centro-Oeste do Paraná, em Guarapuava, PR, a 25° 23' 02" S de latitude, 51° 29' 43" O de longitude, no período de julho a novembro de 2010. No período de verão cultivou-se milho sob sistema plantio direto e, na safra de inverno anterior trigo.

O experimento foi conduzido em campo, em solo classificado como Latossolo Bruno Distroférrico Típico, textura muito argilosa (EMBRAPA, 2006). Foi instalado sob sistema plantio direto no dia 01 de julho de 2010, utilizando a semeadora de parcelas SEMINA

®, deixando após o desbaste, uma população final de plantas de 350 plantas/m<sup>2</sup>.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com cinco repetições, totalizando 35 parcelas (7 tratamentos). As parcelas foram constituídas por nove fileiras (5,0 m comprimento x 0,17 m entrelinha), com uma área total de 7,65 m<sup>2</sup> e área útil constituída pelas fileiras centrais (4 e 5).

A cultivar de trigo utilizada foi a quartzo, no volume de 150 kg de sementes por hectare. Essa cultivar possui o hábito vegetativo intermediário a semi-ereto, perfilhamento médio, altura média (85 cm), sendo de ciclo médio (espigamento: média 70 dias; maturação: média 128 dias) e moderadamente resistente a geada, sendo desenvolvida pelas empresas OR Melhoria de Sementes Ltda/ Biotrigo Genética Ltda.

As dosagens de fertilizantes de base utilizadas na condução do experimento foram calculadas de modo a fornecer a quantidade de 20 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio. Para isso foi utilizado o adubo formulado 08-28-16 na dosagem de 250 kg ha<sup>-1</sup>, para todos os tratamentos, totalizando os 20 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio necessários, 70 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 40 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O.

Para a adubação em cobertura foi utilizada a adubação nitrogenada, quando as parcelas se encontravam próximas ao perfilhamento, respeitando a necessidade de cada tratamento: 0% N, 100% N (90 kg ha<sup>-1</sup> de N) e 50% N (35 kg ha<sup>-1</sup> de N), sendo aplicados no total: 0 kg ha<sup>-1</sup> de N, 110 kg ha<sup>-1</sup> de N e 55 kg ha<sup>-1</sup> de N, respectivamente.

A inoculação da semente com o *Azospirillum brasilense* foi realizada momentos antes da semeadura, sendo utilizadas duas dosagem, a primeira dose de 100 mL ha<sup>-1</sup> (100 mL / 150 kg de semente) e a segunda dose de 300 mL ha<sup>-1</sup> (300 mL / 150 kg de semente). O inoculante utilizado é líquido, sendo as cepas da bactéria utilizadas ABV5/ABV6, com uma concentração da bactéria por mililitros de 2 x 10<sup>8</sup> UFC.

**Tabela 1.** Descrição dos tratamentos utilizados no experimento. Unicentro. Guarapuava, 2010.

Tratamento	Dose <i>A. brasilense</i> *	N base (kg ha <sup>-1</sup> )	N cobertura (kg ha <sup>-1</sup> )**
1 - Testemunha	0	0	0
2 - Fertilizante N	0	20	90
3 - <i>A. brasilense</i> + Fertilizante N	300	20	90
4 - <i>A. brasilense</i> + Fertilizante N	100	20	90
5 - ½ Fertilizante N	0	20	35
6 - <i>A. brasilense</i> + ½ Fertilizante N	300	20	35
7 - <i>A. brasilense</i> + ½ Fertilizante N	100	20	35

\* mL inoculado em 150 kg sementes

\*\* fonte de N - fertilizante uréia (45% N)

Dessa maneira, os sete tratamentos consistiram nas diferentes dosagens na inoculação de *Azospirillum brasilense* e nas diferentes dosagens de nitrogênio em cobertura, descritos detalhadamente a seguir.

Todos os outros tratamentos culturais utilizados foram os comumente empregados no cultivo do trigo na região do centro-oeste paranaense.

Foram avaliadas as seguintes características: Número de perfilhos (NP) - contagem do número de perfilhos, em uma amostra de dez plantas coletadas na área útil da parcela; Número de espigas (NE) - contagem do número de espigas em uma amostra de dez plantas coletadas na área útil da parcela; Número de Grãos por Espiga (GE) - contagem do número de grãos em uma amostra de espigas de cinco plantas coletadas na área útil da parcela; Peso hectolitro (PH) - O PH foi determinado no tempo zero de maturação do trigo, realizado de acordo com a metodologia descrita por BRASIL (1992), em triplicata e os resultados foram expressos em kg hL<sup>-1</sup>; Peso de 1000 Grãos (P1000) - pesagem de três amostras de 1000 grãos retiradas na área útil da parcela e Produtividade de grãos (PROD) - Foram colhidas as plantas das duas fileiras centrais. As espigas foram trilhadas e os grãos foram pesados e, posteriormente determinou-se o seu teor de água. Os dados referentes ao peso de grãos foram transformados para kg/ha e corrigidos para umidade padrão de 13%.

Após a colheita das parcelas a campo, retirou-se uma amostra de 350 gramas para realização das análises posteriores de qualidade da farinha.

Amostras de 1 g de farinha integral obtida em moinho "Falling Number A/B" com granulometria de 0,5 mm foram utilizadas na determinação do volume de sedimentação na presença de SDS (dodecil sulfato de sódio), de acordo com o método descrito por PEÑA e AMAYA (1985). O conteúdo total de proteína na farinha foi obtido por análise de refletância no infravermelho proximal (NIR), através do aparelho NIRsystem 6500. Todas as amostras, constituídas por grãos inteiros, para os comprimentos de onda de 1.100 a 2.500 nm, região do infravermelho proximal. O programa utilizado para a obtenção das curvas de leitura, seleção das amostras para calibração e processamento dos dados foi o New Infracsoft International Software NIRS 3 (NEWISI) (INFRAISOFT INTERNATIONAL, 1995).

Todos os dados das características avaliadas foram submetidos a análises de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Scott Knott ( $p < 0,05$ ), sendo o programa utilizado o SISVAR (FERREIRA, 2002).

## Resultados e Discussão

Inicialmente, é importante ressaltar que a precipitação pluviométrica ocorrida durante a condução do experimento ultrapassou os 480 mm, na safra agrícola de 2010. Esse valor é considerado suficiente para a obtenção de produções satisfatórias de grãos de trigo. Vale ressaltar que, nesse período as temperaturas médias estiveram próximas de 17 °C, valor dentro do limite para o bom desenvolvimento da planta de trigo. Assim, pode-se afirmar que as condições climáticas ocorridas durante a condução do experimento foram consideradas normais para o bom desenvolvimento da cultura.

Os resultados médios das características agrônomicas avaliadas estão apresentados na Tabela 2. A precisão do experimento foi avaliada pelo coeficiente de variação (C.V.).

Não foram detectadas diferenças significativas entre os tratamentos para as características número de perfilhos (NP), número de espigas (NE) e peso de 1000 grãos (P1000). Para grãos por espiga (GE) todos os tratamentos não diferiram entre si, somente frente à testemunha, o qual obteve o menor valor 24,7 g, que foi 7,4 g, inferior a média dos demais tratamentos. (Tabela 2).

Para peso hectolitro os tratamentos que receberam 100% da dose de N (110 kg/ha) e o tratamento com *Azospirillum brasilense*, seja na dosagem de 100 mL / 150 kg de semente, no qual obteve-se 75,8 kg hL<sup>-1</sup>, e/ou 100 mL / 50 kg de semente, onde obteve-se 74,4 kg hL<sup>-1</sup>, diferiram estatisticamente dos demais tratamentos com redução da dose de N e a testemunha. Sendo que o tratamento testemunha (sem N e sem *Azospirillum brasilense*) obteve o menor valor 70,20 g.

Na determinação do peso hectolítrico, estão associadas várias características do grão, como forma, textura do tegumento, tamanho, peso e características extrínsecas ao material como presença de palha, terra e de outras matérias estranhas. Portanto, podemos inferir que a utilização do *Azospirillum brasilense* para este experimento propiciou a melhoria da qualidade dos grãos para comercialização, sendo que este efeito ficou evidenciado nas doses em tratamento de sementes com o *Azospirillum brasilense* em 100 e 300 mL / 150 kg de semente (Tabela 2).

O mesmo fato não ocorreu para a característica produtividade de grãos (PROD), que variou de 1630 kg ha<sup>-1</sup> para o tratamento testemunha (sem N e sem *Azospirillum brasilense*) diferindo estatisticamente do tratamento 50% N (sem Ab), o qual produziu 2.485

**Tabela 2.** Resultados médios das características agrônômicas avaliadas: NP (número de perfilhos); NE (número de espiga); GE (grãos por espiga); PH (peso hectolitro); P1000(peso de 1000 grãos em gramas); PROD (Produtividade de grãos em kg/ha a 13% de umidade). Área Experimental – UNICENTRO, Guarapuava, PR 2010.

Tratamentos	NP	NE	GE	PH	P1000	PROD
1 - Testemunha (0% de N, sem Ab <sup>1</sup> )	4,92 a	4,82 a	24,7 b	70,20 b	34,06 a	1.630 c
2 - Fertilizante N (100% N, sem Ab)	6,02 a	5,94 a	31,0 a	73,20 b	33,85 a	2.873 a
3 - Fertilizante N + <i>A. brasilense</i> (100% N, 100 mL ha <sup>-1</sup> Ab)	6,58 a	6,42 a	33,7 a	75,80 a	37,69 a	2.833 a
4 - Fertilizante N + <i>A. brasilense</i> (100% N, 300 mL ha <sup>-1</sup> Ab)	4,46 a	4,16 a	33,5 a	74,40 a	34,48 a	2.957 a
5 - ½ Fertilizante N (50% N, sem Ab)	5,74 a	5,46 a	34,3 a	72,60 b	36,31 a	2.485 b
6 - ½ Fertilizante N + <i>A. brasilense</i> (50% N, 100 mL ha <sup>-1</sup> Ab)	5,54 a	5,34 a	32,5 a	72,66 b	34,98 a	2.939 a
7 - ½ Fertilizante N + <i>A. brasilense</i> (50% N, 300 mL ha <sup>-1</sup> Ab)	5,78 a	5,44 a	35,3 a	72,20 b	36,72 a	2.889 a
MÉDIA	5,58	5,44	32,13	72,83	35,44	2.658
C.V. %	17,85	16,94	13,5	2,64	6,38	9,51

<sup>1</sup>Ab – *Azospirillum brasilense*.

As médias seguidas das mesmas letras, não diferem entre si pelo teste de Scott Knott ( $p < 0,05$ ).

kg/ha. Vale salientar que estes mesmos tratamentos diferiram estatisticamente dos tratamentos: 100% N (sem Ab), 100% N + 100 mL/150 kg semente, 100% N + 100 mL/150 kg semente, 50% N + 100 mL/150 kg semente e 50% N + 300 mL/150 kg semente que produziram 2.873, 2.833, 2.957, 2.939, 2.889 kg/ha, respectivamente. Estes resultados corroboram com os obtidos por SALA et al. (2007), que obteve um maior aumento da produtividade de grãos com o uso de bactérias diazotróficas do gênero *Azospirillum*.

Existem relatos de benefícios oriundos da inoculação com bactérias do gênero *Azospirillum* em plantas de trigo, com a adição de fertilizante nitrogenado, que variam de 15 kg ha<sup>-1</sup> até aproximadamente 160 kg ha<sup>-1</sup> de N (ZAMBRE

et al., 1984; DIDONET et al., 1996, 2000; DALLA SANTA et al., 2004). Existem evidências de que em plantas de trigo a inoculação não substitui o adubo nitrogenado, porém, promove a melhor absorção e utilização do N disponível (SAUBIDET et al., 2002). Já foi observado que os isolados utilizados promovem aumento no crescimento das raízes de plantas de trigo, em condições gnotobióticas (SALA et al., 2005), e que o efeito estimulatório no desenvolvimento das raízes, nos primeiros estágios de desenvolvimento da planta, pode ser responsável por estes efeitos positivos da inoculação com bactérias diazotróficas em trigo (MERTENS e HESS, 1984).

Por meio dos resultados obtidos podemos evidenciar que a utilização do tratamento com

**Tabela 3.** Resultados médios dos parâmetros de qualidade de farinha avaliados, considerando os diferentes tratamentos na cultura do trigo: SED (sedimentação); PB (proteína bruta); FN (falling number). Área Experimental – UNICENTRO, Guarapuava, PR 2010.

Tratamentos	SED	PB	FN
1 - Testemunha (0% de N, sem Ab <sup>1</sup> )	10.3a	15.7a	481a
2 - Fertilizante N (100% N, sem Ab)	10.5a	16.1a	496a
3 - <i>A. brasilense</i> + Fertilizante N (100% N, 100 mL ha <sup>-1</sup> Ab)	10.8a	15.8a	448a
4 - <i>A. brasilense</i> + Fertilizante N (100% N, 300 mL ha <sup>-1</sup> Ab)	10.6a	16.5a	472a
5 - ½ Fertilizante N (50% N, sem Ab)	10.0a	16.5a	478a
6 - <i>A. brasilense</i> + ½ Fertilizante N (50% N, 100 mL ha <sup>-1</sup> Ab)	9.8a	15.9a	431a
7 - <i>A. brasilense</i> + ½ Fertilizante N (50% N, 300 mL ha <sup>-1</sup> Ab)	10.8a	16.5a	424a
MÉDIA	10.4	16.19	461
C.V. %	6.24	2.79	6.93

<sup>1</sup>Ab – *Azospirillum brasilense*.

As médias seguidas das mesmas letras, não diferem entre si pelo teste de Scott Knott ( $p < 0,05$ ).

*Azospirillum brasilense*, via tratamento de sementes proporcionou uma maior produtividade de grãos na cultura do trigo, uma vez que a bactéria é capaz de contribuir com um melhor aproveitamento de nitrogênio acumulado, inicialmente na biomassa, que posteriormente é translocado para o grão, conforme dados obtidos por DIDONET et al. (2000).

Este fato vem corroborar com resultados obtidos anteriormente em outros estudos que comprovaram que gramíneas são colonizadas por bactérias diazotróficas endofíticas, as quais contribuem com parte da nutrição da planta, seja através do processo de fixação biológica de nitrogênio atmosférico (FBN) ou da produção de fito-hormônios, que atuam no aumento do sistema radicular das plantas (BASHAND et al., 1990; DIDONET et al., 2000; BALDANI e BALDANI, 2005; SALA et al., 2005).

No que diz respeito aos parâmetros de qualidade de farinha avaliados não foram detectadas diferenças significativas (Tabela 3). Este fato indica que, os tratamentos com e sem redução da adubação nitrogenada e com e sem a utilização

do *Azospirillum brasilense*, não foram capazes de reduzir a sedimentação, proteína bruta e falling number, cujos valores médios foram: 10.4, 16.19 e 461, respectivamente.

## Conclusões

Existe eficiência agrônômica no uso da bactéria *Azospirillum brasilense*, quando aplicada via tratamento de sementes, para a cultura do trigo.

O peso hectolitro foi influenciado positivamente pelo uso de *Azospirillum brasilense*, via tratamento de sementes, independente da dose utilizada.

Houve aumento na produtividade de grãos de trigo quando associado o uso de *Azospirillum brasilense*, com e sem a redução na adubação de cobertura com nitrogênio.

Os tratamentos com e sem redução da adubação nitrogenada e com e sem a utilização do *Azospirillum brasilense*, não reduziram os parâmetros de qualidade de farinha sedimentação, proteína bruta e falling number na cultivar avaliada.

## Referências

- BALDANI, J.I.; BALDANI, V.L.D. History on the biological nitrogen fixation research in graminaceous plants: special emphasis on the Brazilian experience. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v.77, p.549-579, 2005.
- BASHAN, Y. HOGUIN, G. Azospirillum-plant relationship: Environmental and physiological advances (1990-1996). **Can. Journal Microbiology**, v.43, p.103-121, 1997.
- BASHAN, Y.; LEVANONY, H. Current status of *Azospirillum* inoculation technology: *Azospirillum* as a challenge for agriculture. **Canadian Journal of Microbiology**, v.36, p.591-605, 1990.
- BASHAND, Y.; LEVANONY, H. Current status of *Azospirillum* inoculation technology: *Azospirillum* as a challenge for agriculture. **Canadian Journal of Microbiology**, v.36, p.591-605, 1990.
- BODDEY, R.M., BALDANI, V.L.D., BALDANI, J.I. e DÖBEREINER, J. 1986. Effect of inoculation of *Azospirillum* spp on the nitrogen assimilation of field grown wheat. **Plant and Soil**, v.95:109-121.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, DO ABASTECIMENTO E DA REFORMA AGRÁRIA. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: DNDV/CLAV, 1992. 365 p.
- CAMPOS, B.H.C.; THEISEN, S.; GNATTA, V. Inoculante "Graminante" nas culturas de trigo e aveia. **Ciência Rural**, v.23, n.3, p.401-407, 1999.
- DIDONET, A.D.; LIMA, O.D.S.; CANDATEN, A.A.; RODRIGUES, O. Realocação de nitrogênio e de biomassa para os grãos, em trigo submetido à inoculação de *Azospirillum*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, n.2, Feb. 2000.
- DIDONET, A.D.; RODRIGUES, O.; KENNER, M.H. Acúmulo de nitrogênio e de massa seca em plantas de trigo inoculadas com *Azospirillum brasilense*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.31, n.9, p.645-651, 1996.
- DÖBEREINER, J. Fixação de nitrogênio em associação com gramíneas. In.: CARDOSO, E.J.B.N., TSAI, S.M.,

- NEVES, M.C.P. **Microbiologia do Solo**. Campinas: SBCS, 1992. p.173-180.
- DÖBEREINER, J., PEDROSA, F.O. **Nitrogen-fixing bacteria in nonleguminous crop plants**. Madison: Science Tech, 1987, 155p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Brasília, 2006. 306p.
- FAGES, J. *Azospirillum* inoculants and field experiments. In: OKON, Y. (Ed.). *Azospirillum/plant associations*. Boca Raton: CRC, 1994. p.87-109.
- FARONI, L. R. D.; BERBERT, P.A.; MARTINAZZO, A.P.; COELHO, E. M. Qualidade da farinha obtida de grãos de trigo fumigados com dióxido de carbono e fosfina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.6, n.2, p.115-119, 2007.
- FERREIRA, D. F. **SISVAR Sistemas de análises de variância para dados balanceados**: programa de análises estatísticas e planejamento de experimentos. Versão 4.3. Lavras: UFLA, 2002.
- GIECO, E. A.; DUBKOVSKY, J.; CAMARGO, L. E. A. Interaction between resistance to *Septoria tritici* and phenological stages in wheat. **Scientia Agrícola**, v.61, n.4, p.422-426, 2004.
- GUTKOSKI, L.C.; NETO, R.J. Procedimento para Teste Laboratorial de Panificação - Pão tipo Forma. **Ciência Rural**, v.32, n.5, p.873-879, 2002.
- HUNGRIA, M.; VARGAS, M.A.T.; CAMPOS, T.J.A. A inoculação da soja. Londrina: Embrapa-CNPSo. (Embrapa - CPAC. Circular Técnica, 34), 1997.
- INFRASOFT INTERNATIONAL. **NIRS 2 version 3.10**: routine operation and calibration development manual. Washington, D.C. ISI, 1995. 321p.
- INIGUEZ, A.L.; DONG, Y.; TRIPLETT, E.W. Nitrogen fixation in wheat provided by *Klebsiella pneumoniae* 342. **Molec. Plant Microbiology**, v.17, p.1078-1085, 2004.
- JEZEWSKI, T. J.; SILVA, J. A. G.; FERNANDES, S. B. V. Efeito da inoculação de *Azospirillum* em trigo, isolado e associado a estimulante de crescimento no noroeste do RS. In: Congresso de Iniciação Científica da UFPel, 2010, Pelotas/RS. XIX Congresso de Iniciação Científica, XII Encontro de Pós-graduação e II Mostra Científica da UFPel, v.1, p. 568-571, 2010.
- KAPULNIK, Y.; GAFNY, R.; OKON, Y. Effect of *Azospirillum* spp. inoculation on root development and NO<sub>3</sub> uptake in wheat (*Triticum aestivum*, cv Miriam) in hydroponic system. **Canadian Journal of Botany**, v.63, p.627-631, 1985.
- LIN, W.; OKON, Y.; HARDY, R.W.F. Enhanced mineral uptake by *Zea mays* and *Sorghum bicolor* roots inoculated with *Azospirillum brasilense*. **Applied and Environmental Microbiology**, v.45, p.1775-1779, 1983.
- MERTENS, T.; HESS, D. Yield increases in spring wheat (*Triticum aestivum* L.) inoculated with *Azospirillum lipoferum* under greenhouse and field conditions of temperate region. **Plant and Soil**, v.82, p.87-99, 1984.
- OKON, Y.; LABANDERA-GONZALES, C.A. Agronomic applications of *Azospirillum*: an evaluation of 20 years worldwide field inoculation. **Soil Biology and Biochemistry**, v.26, p.1591-1601, 1994.
- PEÑA, R.J.; AMAYA, A. **Evaluación rápida de la fuerza de gluten en trigos harineros, trigos cristalinos y triticales com la prueba de sedimentación con dodecil sulfato de sodio**. México, Centro Internacional de Mejoramiento de Maiz y Trigo (CIMMYT), 1985. 6p.
- RADWAN, T.EL-S.EL-D; MOHAMED, Z.K.; REIS, V.M. Efeito da inoculação de *Azospirillum* e *Herbaspirillum* na produção de compostos indólicos em plântulas de milho e arroz. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.39 (10) p.987-994, 2004.
- SALA, V. M. R.; CARDOSO, E. J. B. N. FREITAS, J. G.; SILVEIRA, A. P. D. Resposta de genótipos de trigo à inoculação de bactérias diazotróficas em condições de campo. **Pesquisa. Agropecuária Brasileira**, v.42, n.6, p.833-842, 2007.

*Mendes et al. (2011)*

SALA, V.M.R.; FREITAS, S.S.; DONZELI, V.P.; FREITAS, J.G.; GALLO, P.B.; SILVEIRA, A.P.D. Ocorrência e efeito de bactérias diazotróficas em genótipos de trigo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.29, p.345-352, 2005.

SPIERTZ, J.H.J.; DE VOS, N.M. Agronomical and physiological aspects of the role of nitrogen in yield formation in cereals. **Plant and Soil**, v.75, p.379-391, 1983.

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, p.344-358, 2003.