

Aplicação de nitrogênio em cobertura e *Azospirillum brasilense* em diferentes épocas na cultura do trigo

Alberto Sa¹, Jimmy Walter Rasche Alvarez^{1,2}, Julio Cesar Karajallo Figueredo¹, Simeón Aguayo Trinidad¹

¹Escuela Superior de Educación Cruce Itakyry, Universidad Nacional del Este (ESECI-UNE). Cruce Itakyry, Paraguay alberto-s-a@hotmail.com.

²Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción (FCA-UNA). San Lorenzo, Paraguay. jwrasche@yahoo.com.ar

Resumo: Com o objetivo de avaliar a aplicação de *A. brasilense* em diferentes épocas, com e sem nitrogênio em cobertura, na cultura do trigo foi implantado um experimento no município de San Alberto, Paraguai, a campo, num Ultisol, com textura argilosa. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com oito tratamentos em arranjo trifatorial 2x3x2, onde o fator 1 foi a aplicação ou não de nitrogênio em cobertura; o fator 2 a aplicação de três doses de *A. brasilense* na semente e o fator 3: a aplicação ou não de *A. brasilense* no perfilhamento do trigo. Foi analisada altura de planta, número de espigas por metro lineal, rendimento de grãos, massa de 1000 grãos e peso hectolítrico do trigo. A aplicação de nitrogênio em cobertura aumentou o número de espigas de 10,8 a 11,4 e diminuiu o peso hectolítrico dos grãos de 79,5 a 78,5 g hL⁻¹. A aplicação de *A. brasilense* no perfilhamento aumentou a massa de 1000 grãos de trigo de 29,2 a 30,2 g. Não houve significância para o rendimento de grãos. O rendimento de grãos de trigo sem aplicação de N foi de 3412 kg ha⁻¹ e com a aplicação de N de 3815 kg ha⁻¹ e com aplicação de *A. brasilense* no perfilhamento foi de 3770 kg ha⁻¹ e de 3458 kg ha⁻¹ quando não aplicado no perfilhamento. A cultura do trigo não respondeu significativamente á aplicação de nitrogênio em cobertura ou de *A. brasilense*, seja na semente ou no perfilhamento.

Palavras-chave: Fertilização nitrogenada; bactérias diazotróficas; *Triticum aestivum*.

Nitrogen application in coverage and *Azospirillum brasilense* at different times in wheat crop

Abstract: In order to evaluate the application of *A. brasilense* at different times, with and without nitrogen in coverage, wheat crop was implanted in one experiment in San Alberto, Paraguay; the soil was classified as a Ultisol with clayey texture. The experimental design was a randomized block with eight treatments in trifactorial arrangement 2x3x2, where the factor 1 was the application or not of nitrogen in coverage; the application factor 2 were three rates of *A. brasilense* in seed and the factor 3 were the application or not of *A. brasilense* on wheat tillering. Were analyzed plant height, number of ears per lineal meter, grain yield, mass of 1000 grains and hectoliter weight of wheat. The application of nitrogen in coverage increased the number of ears from 10.8 to 11.4 and decreased the hectoliter weight of grain from 79.5 to 78.5 g hL⁻¹. The application of *A. brasilense* in tillering increased mass of 1000

grains of wheat from 29.2 to 30.2 g. There was no significance to the yield. The yield of wheat without N application was 3412 kg ha⁻¹ and with N application was 3815 kg ha⁻¹ and with application of *A. brasilense* in tillering was 3770 kg ha⁻¹ and 3458 kg ha⁻¹ without *A. brasilense* applied at tillering. The wheat crop will not significantly responded nitrogen application in coverage or *A. brasilense*, either in seed or tillering.

Keywords: Fertilization nitrogen; diazotrophs bacteria; *Triticum aestivum*.

Introdução

O trigo a nível mundial é o segundo grão mais produzido (FAO, 2015). Nos últimos 15 anos, com o programa de "Fortalecimento da cultura do trigo" em 2003, o setor trigueiro no Paraguai apresentou alto crescimento, passando de ser importador de grãos de trigo, a ser considerado como o único país subtropical do mundo exportador deste cereal, graças a uma serie de fatores envolvidos no programa, como ser o melhoramento genético e a aplicação de tecnologias e manejo agrícola que permitiram semear e aumentar o rendimento da cultura do trigo nas condições de clima e solo do Paraguai (ALARCÓN, 2011).

Durante os últimos 15 anos o Paraguai triplicou a superfície semeada, passando de 201 mil hectares em 1997 a 600 mil hectares em 2012, aumentando a produção de 250 mil toneladas a 1,56 milhões de toneladas e aumento do rendimento médio de 1.997 kg ha⁻¹ para 2600 kg ha⁻¹. A superfície de trigo semeada no Paraguai em 2014 foi de 631.690 ha, com produção de 1.314.046 toneladas de grãos, rendimento médio de 2080 kg ha⁻¹, sendo o Alto Paraná o departamento de maior superfície semeada, com 205.995 ha, e produção media de 2.301 kg ha⁻¹ (INBIO, 2014).

O trigo é uma planta exigente em nitrogênio, e a aplicação de N em altas doses pode trazer aumentos de custos económicos e ambientais. Dessa forma a utilização de microrganismos diazotróficos como as bactérias *A. brasilense* que pode fixar nitrogênio atmosférico e/ou produzir substâncias promotoras de crescimento, favoreceria a diminuição da dose de N aplicado como fertilizante químico, trazendo benefício económico ao produtor , além de benefício ambiental (DOBBELARAERE e OKON, 2007; FUKAMI et al., 2016).

As bactérias do gênero *A. brasilense* são muito estudadas por sua capacidade de promoção de crescimento vegetal, fixação de nitrogênio e produção de fitormônios e de substâncias reguladoras, além de facilitar a solubilização de fosfato (THULER et al., 2003; CREUS et al., 2005; DARDANELLI et al.2008).

Segundo Stets (2013) a inoculação de plantas de trigo com *A. brasilense* altera a composição dos microrganismos associados à raiz do trigo, havendo maior quantidade de

organismos do gênero *Pseudomonas* junto a outros gêneros como *Curtobacterium*, *Pantoea*, *Acinetobacter* e *Enterobacter*.

Diaz-Zorita e Fernández-Canigia (2009) avaliando 297 localidades na Argentina entre 2002 e 2006 constataram que em media houve aumento de rendimento de grãos de trigo em 70% das áreas avaliadas, havendo aumento de rendimento de 8,0% em media, o que significa aumento de 260 kg ha⁻¹ de grãos de trigo, e os maiores aumentos foram observados em lavouras sem limitações agronômicas ao desenvolvimento do trigo. Hungria (2012) constatou aumento de rendimento de grãos de trigo entre 13 a 18% quando inoculado com *A. brasilense* comparado á testemunha. Fukami et al. (2016) constataram que a inoculação com *A. brasilense* diminuiu em 25% a necessidade de aplicação de N, e os autores afirmam que a bactéria de *A. brasilense* é muito competitiva no solo, mantendo alta contagem de células no solo mesmo após ser implementada forte competência com outros organismos nos experimentos.

No entanto, a aplicação do *A. brasilense* conjuntamente com pesticidas na semente pode afetar seu potencial de estabelecimento, pelo que seria importante buscar alternativas de aplicação de *A. brasilense* como a aplicação foliar do mesmo. Fukami et al. (2016) asseveram que mesmo quando aplicado o *A. brasilense* no solo ou mediante pulverização foliar não houve diferença com a aplicação na semente, sendo todos os métodos eficientes quando comparado a testemunha, e alertam que além da época de aplicação também é importante considerar a dose a aplicar-se no campo.

Existem vários trabalhos com utilização de *A. brasilense* em diversas culturas extensivas, com resultados contraditórios, alguns com resultado positivo em relação á aplicação desta bactéria (DIDONET et al., 1996; FERRARIS, 2009; QUADROS 2009; KAPPES et al.,2013) e outros sem encontrar resposta á aplicação da mesma (VORPAGEL 2010; RAMPIM et al, 2012; BASI, 2013).

Embora no Paraguai seja comum a utilização de *A. brasilense* por muitos produtores, existe pouca informação sobre a eficiência do uso e manejo da aplicação desta bactéria na cultura do trigo. O objetivo da realização do presente trabalho foi avaliar a aplicação de *Azospirillum brasilense* em diferentes épocas, com e sem nitrogênio em cobertura, na cultura do trigo.

Material e Métodos

O experimento foi realizado no município de San Alberto, Alto Paraná, Paraguai, nas coordenadas geográficas UTM 21J 704.580 m E e 7.237.900 m S, a 355 m de altitude média,

em condições de campo, numa área manejada no sistema plantio direto a mais de 10 anos. Os dados meteorológicos da precipitação pluvial diária, temperatura média, mínima e máxima diária, durante a condução do experimento são apresentados na Figura 1.

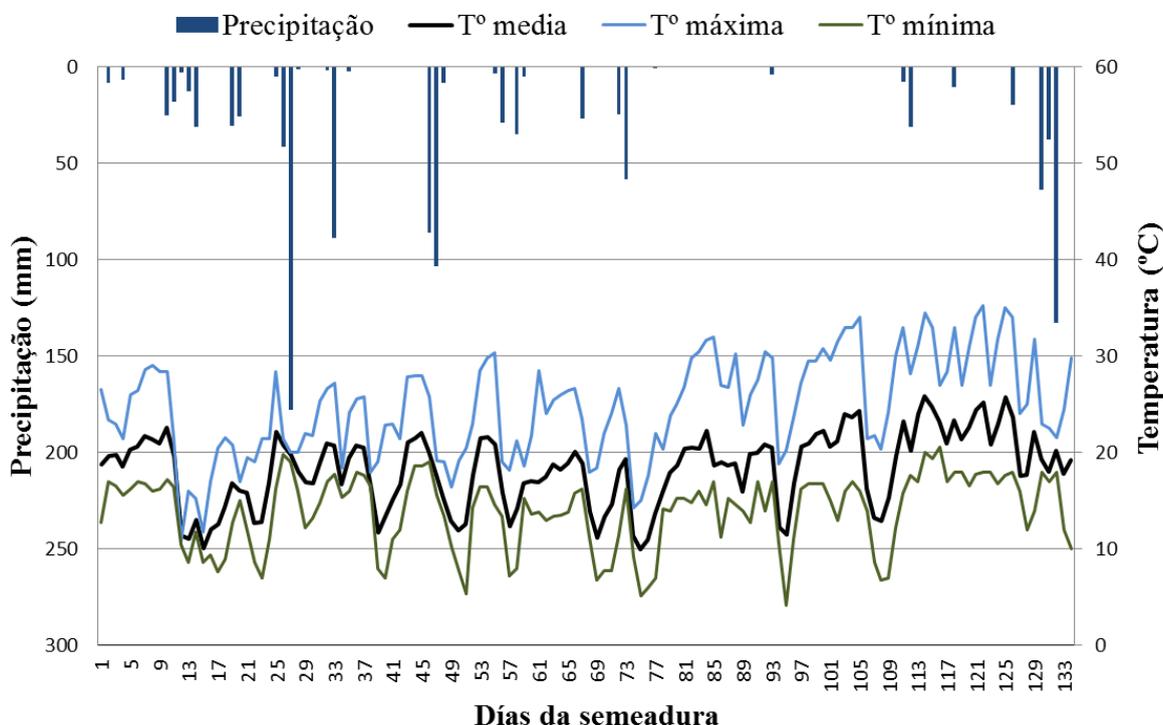


Figura 1. Precipitação, temperatura média, mínima e máxima diária, ocorridas durante o ciclo da cultura do trigo, desde a semeadura (12-05-2014) até a colheita (22-09-2014), no presente experimento. Estação meteorológica da Unidade Ambiental da Itaipu binacional de San Alberto. San Alberto, Alto Paraná

O solo onde foi realizado o experimento é classificado como Rhodic Kandudult, de textura argilosa (LÓPEZ et al., 1995). Inicialmente foram coletadas amostra da camada de solo na profundidade de 0,0 – 0,10 m, para análise química (Tabela 1).

Tabela 1. Resultado de análise química e física do solo (0,00 – 0,10 m), antes da implantação do experimento. San Alberto, Alto Paraná, 2014

pH	MO	P	H+Al	Al ⁺³	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	CTC	Areia	Silte	Argila
(Cl ₂ Ca)	g dm ⁻³	mg dm ⁻³cmol _c dm ⁻³		g kg ⁻¹		
4,5	20,8	9,7	5,35	0,08	4,00	0,86	0,41	10,5	14,1	33,6	52,3

Adotou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso com doze tratamentos e quatro repetições, em arranjo trifatorial 2x3x2, onde o fator 1 foi a aplicação ou não de N em cobertura; o fator 2 a aplicação de três doses de *A. brasilense* na semente; e o fator 3 a aplicação ou não de *A. brasilense* no início do perfilhamento (Tabela 2).

Tabela 2. Dose e época de aplicação de nitrogênio e *Azospirillum brasilense* na cultura de trigo. San Alberto, Alto Paraná, 2014

Fator 1 Nitrogênio em coberturakg ha ⁻¹	Fator 2 <i>Azospirillum</i> na sementeml ha ⁻¹	Fator 3 <i>Azospirillum</i> no perfilhamento
0	0	0
	0	200
	100	0
	100	200
	200	0
	200	200
60	0	0
	0	200
	100	0
	100	200
	200	0
	200	200

Cada parcela foi constituída por 27 linhas de 5 m de comprimento, com espaçamento de 0,17 m entre linhas, num total de 22,95 m² (4,59 m x 5 m) por unidade experimental. Foi deixada separação de 10 m entre blocos e 0,5 m entre tratamentos, já que a parcela foi manejada em forma tratorizada totalizando 1101,6 m². Foi considerada como parcela útil 2 x 2,06 m (4,12 m²) correspondente a 12 fileiras centrais y 2 m de comprimento, para evitar o efeito de bordadura nas unidades experimentais.

O *Azospirillum brasilense* na concentração de 2,0 x 10⁸ células viáveis mL⁻¹ na semente foi misturado com 2 ml kg⁻¹ de Tebuconazole + Imidacloprid, juntamente com 50% de água.

A aplicação de *Azospirillum brasilense* no perfillamento e na floração foi realizada com um pulverizador de pressão constante (CO₂), com bico tipo cônico com volume de cauda de 100 L ha⁻¹. O nitrogênio em cobertura foi aplicado aos 46 dias da semeadura, na forma de ureia (45-0-0).

Para a implantação do experimento, inicialmente a parcela foi dessecada com 3 L ha⁻¹ de Glyphosato 48%, 30 dias antes da semeadura e sete dias antes foi aplicado 2,25 L ha⁻¹ de Paraquat 24%. Foi aplicado 500 kg ha⁻¹ de calcário dolomítico a lanço, quatro semanas antes da semeadura do trigo para eliminar o alumínio e aumentar o pH e a saturação por base. O trigo foi semeado utilizando-se uma semeadora/adubadora e no momento da semeadura foi aplicado 250 kg ha⁻¹ do fertilizante composto com formulação 8-20-10 N-P₂O₅ - K₂O. A dose de potássio e fósforo aplicado foi baixa porque o solo apresentava teores médio e muito alto de ambos nutrientes, respectivamente (BRITOS et al., 2012; MORENO et al., 2012).

Foi semeado 140 kg ha⁻¹ de sementes, com estandes de 300 plantas por metro quadrado. A variedade usada foi a CD150 da Coodetec que se caracteriza por ser precoce, de baixa altura grãos vermelhos e duros, moderadamente resistente ao acamamento, moderadamente susceptível á ferrugem (*Puccinia triticina*), hemintosporiose (*Bipolaris sorokiniana*) e septoriose (*Septoria tritici*) e susceptível á giberela (*Gibberella zeae*). As sementes foram tratadas com Tebuconazole + Imadacloprid 2 ml kg⁻¹ de sementes. A distância de semeadura foi de 0,17 m entre fileiras.

Para o controle de plantas espontâneas foi aplicado 7 g ha⁻¹ do herbicida Metsulfuron-methyl 37 dias posterior a semeadura. O controle de doenças foi realizado com a aplicação de fungicida Azoxystrobin 20% + Tebuconazole 20% aos 41, 61 e 87 dias depois da semeadura, usando dose de 350 ml ha⁻¹. Aos 108 dias depois da semeadura foi aplicado 350 g ha⁻¹ de Methomyl 90%.

Os efeitos da aplicação de nitrogênio e de *Azospirillum brasilense* foram avaliados por meio dos seguintes componentes: altura de planta no momento da colheita, número de espigas por m², grãos por espiga, rendimento de grãos de trigo, peso hectolítrico e a massa de mil grãos. A coleta das informações foi realizada dentro da área útil de cada unidade experimental.

A altura de planta: no final do período reprodutivo foi obtida da altura do dossel de 30 plantas ao acaso, tendo-se medido da base até a extremidade superior da espiga mais alta, exceto as aristas. O número de espiga por metro linear: foi obtida contabilizando todas as espigas de um metro, com cinco repetições por unidade experimental. O rendimento de grãos

foi obtida da debulhada de todas as plantas da área útil, com posterior secagem dos grãos em estufa a 65 °C até estas atingirem massa constante corrigida a 13% de umidade. A massa de 1000 grãos foi obtida contando 1000 grãos ao acaso e pesando a mesma em uma balança de precisão, corrigidos para 13% de umidade, realizando 3 repetições por unidade experimental. O peso hectolítrico foi determinado mediante a medição da massa de um volume determinado de grãos de trigo.

Os dados do experimento foram submetidos à análise de variância e, quando significativos pelo ANOVA, aplicado o teste de Tukey ao 5% e 1% de probabilidade. Os dados relativos às variáveis medidas tendo-se utilizando o programa ASSISTAT (SILVA, 2014).

Resultados e Discussão

A aplicação de nitrogênio influenciou no número de espigas por metro linear e o peso hectolítrico, no entanto, isso não refletiu no rendimento de grãos de trigo (Tabela 3). A aplicação de *A. brasilense* na semente não afetou nenhuma das variáveis avaliadas, já a aplicação de *A. brasilense* no perfilhamento permitiu aumento da massa de 1000 grãos. Houve interação significativa entre fatores apenas para o peso hectolítrico, onde a interação ocorreu entre a aplicação de N e a aplicação de *A. brasilense* tanto na semente como no perfilhamento. Em geral houve baixo coeficiente de variação, com exceção do rendimento que foi de 20,70%, o que indica que em geral os dados possuem baixa dispersão e que o experimento foi bem manejado (PIMENTEL-GOMES, 1990).

Tabela 3. Valores de F e coeficiente de variação para as variáveis: altura final de planta, espigas por metro linear, rendimento de grãos, massa de 1000 grãos e peso hectolítrico, por efeito da aplicação de nitrogênio e *Azospirillum brasilense* em trigo. San Alberto, Alto Paraná, 2014

Fatores	Variáveis				
	Altura de planta (cm)	Espigas por m lineal	Rendimento (kg ha ⁻¹)	Massa de 1000 grãos (g)	Peso hectolítrico (g/hL)
Nitrogênio (N)	0,841 ns	8,026**	3,490 ns	0,456 ns	4,396 *
Semente (SE)	0,195 ns	0,463 ns	0,209 ns	0,484 ns	3,122 ns
Perfilhamento (PE)	0,837 ns	0,045 ns	2,084 ns	5,358 *	0,755 ns
Int. N x SE	0,036 ns	0,506 ns	0,094 ns	0,484 ns	3,509 *

Int. N x PE	0,452 ns	0,145 ns	0,996 ns	0,233 ns	5,532 *
Int. SE x PE	1,547 ns	2,115 ns	0,725 ns	0,195 ns	2,553 ns
Int. N x SE x PE	0,542 ns	0,005 ns	0,114 ns	0,177 ns	3,196 ns
CV (%)	5,98	6,15	20,70	5,04	2,06

ns: Não significativo segundo ANOVA; *Significativo al $P \leq 0,05$ de probabilidade; **Significativo al $P \leq 0,05$ de probabilidade.

A altura de planta com e sem a aplicação de N oscilou em média entre 73,7 cm a 74,9 cm, respectivamente. O mesmo ocorreu com a aplicação de *A. brasilense* na semente ou no perfilhamento, onde a altura de planta oscilou entre 73,7 cm e 74,9 cm, variação na altura de de 1,6% (Tabela 4). Rampim et al., (2012) não constataram diferença no comprimento da parte aérea de plântula entre o trigo com *A. brasiliense* e a testemunha.

Tabela 4. Altura de planta de trigo e espigas por metro linear, por efeito da aplicação de nitrogênio e *Azospirillum brasilense*. San Alberto, Alto Paraná, 2014

Tratamento	Dose	Altura de planta (cm)	Número de espigas por metro linear
Nitrogênio	0 kg de N ha ⁻¹	73,7 ns	10,8 **
	60 kg de N ha ⁻¹	74,9	11,4
Azospirillum na semente	0 ml ha ⁻¹	74,9 ns	11,1 ns
	100 ml ha ⁻¹	74,1	11,0
	200 ml ha ⁻¹	73,9	11,2
Azospirillum no perfilhamento	0 ml ha ⁻¹	73,7 ns	11,1 ns
	200 ml ha ⁻¹	74,9	11,1
CV (%)		5,98	6,15
DMS		2,6	0,4

ns: Não significativo segundo ANOVA. CV: Coeficiente de variação. DMS: Diferença média significativa

De certa maneira, o fato da altura de planta não ser afetada pela aplicação de nitrogênio e *A. brasilense* é benéfico para a planta, pois o crescimento da planta de trigo em

excesso pode acarretar inconvenientes, como aumento de doenças, principalmente em anos chuvosos e acamamento das mesmas e conseqüentemente diminuição do rendimento de grãos, pelo que ao aplicarem-se altas doses de nitrogênio geralmente é recomendado aplicar inibidores de crescimento como o trinexapac-ethyl para diminuir a biossíntese da geberilina devido a que este promove o crescimento da planta em altura (ZAGONEL et al., 2002; FIOREZE, 2014).

No presente experimento a temperatura média foi superior á temperatura média para esse período, havendo apenas 11 dias durante o período do experimento que a temperatura média mínima foi inferior a 10 °C, e não houve nenhum dia com temperatura próxima a zero, não ocorrendo geada nesse ano agrícola o que é anormal, pois é comum ocorrer entre 4 a 10 geadas ao ano nesta localidade, e houve excesso de água durante os primeiros dois meses, no entanto, após a aplicação de nitrogênio em cobertura, que foi aplicado aos 46 dias da semeadura, entre os dias 72 e 111 da semeadura houve um período de 39 dias sem precipitação importante, o que por um lado permitiu maior sanidade da cultura, principalmente ao ataque de fungos, mas isso possivelmente afetou a produção de grãos devido ao estresse por deficiência hídrica.

O número de espigas por metro linear variou entre 10,8 a 11,4 aumentando pela aplicação de nitrogênio em cobertura. Já a aplicação de *A. brasilense*, tanto na semente como no perfilhamento não influenciou a quantidade de espigas por metro linear (Tabela 4). Ao contrario do presente experimento, Diaz-Zorita e Fernández-Canigia (2009) constataram aumento de 3,6% no número de espigas por efeito da aplicação de *A. brasilense*, os autores afirmam que ocorreram maiores respostas justamente nos experimentos onde foram aplicados maiores doses de N, sendo a boa nutrição da planta importante para obter resposta á aplicação de *A. brasilense*.

O rendimento de grãos de trigo em media oscilou entre 3412 kg ha⁻¹ a 3815 kg ha⁻¹, sem haver efeito da aplicação de nitrogênio ou de *A. brasilense* no rendimento de grãos (Tabela 5). O rendimento médio alcançado no experimento (3504 kg ha⁻¹) é bem superior á media nacional que foi de 2080 kg ha⁻¹ e no departamento de Alto Paraná de 2301 kg ha⁻¹ (INBIO, 2014).

A aplicação de altas doses de nitrogênio pode afetar a eficiência do *A. brasilense*, (FUKAMI, 2016) e baixas doses geralmente incrementa e eficiência do *A. brasilense* (PICINNIN et al., 2013), no entanto, no presente experimento não foi observado interação entre a aplicação ou não de nitrogênio em cobertura frente a aplicação de *A. brasilense*.

Ao contrario do presente experimento, Sala et al., (2007) verificaram aumento da matéria seca e do rendimento pela aplicação de *A. brasilense*, no entanto a resposta é variável dependendo da localidade do experimento. Sangoi (2007) observou efeito da aplicação de N na cultura do trigo quando aplicado de maneira precoce, no entanto, Ferraris (2009) analisando 18 experimentos constatou aumento significativo no rendimento de trigo por efeito da aplicação de *A. brasiliense* no rendimento de trigo em 8 experimento com incremento médio de 6,4% (283 kg ha⁻¹). Sala et al., (2007) constataram que a inoculação permite maior retorno económico na cultura de trigo.

Tabela 5. Rendimento de grãos de trigo, massa de 1000 grãos e peso hectolítrico por efeito da aplicação de nitrogênio e *Azospirillum*. San Alberto, Alto Paraná, 2014

Época	Dose	Rendimento (kg ha ⁻¹)	Massa de 1000 grãos (g)	Peso hectolítrico (g hL ⁻¹)
Nitrogênio	0 kg de N ha ⁻¹	3412 ns	29,8 ns	79,5 *
	60 kg de N ha ⁻¹	3815	29,5	78,5
Azospirillum na semente	0 ml ha ⁻¹	3679 ns	29,9 ns	79,8 ns
	100 ml ha ⁻¹	3646	29,4	78,6
	200 ml ha ⁻¹	3517	29,8	78,6
Azospirillum no perfilhamento	0 ml ha ⁻¹	3458 ns	29,2 *	79,2 ns
	200 ml ha ⁻¹	3770	30,2	78,8
CV (%)		20,70	5,04	2,06
DMS		438	0,9	1,0

ns: Não significativo segundo ANOVA. CV: Coeficiente de variação. DMS: Diferença média significativa.

A massa de 1000 grãos variou entre 29,2 a 30,2 g, não sendo afetada pela aplicação de *Azospirillum* na semente. No entanto a aplicação de *Azospirillum* no perfilhamento de trigo produziu efeito, sendo 10,3% superior a massa de 1000 grãos onde foi aplicado *Azospirillum* (Tabela 5). Piccinin et al., (2013) observaram que a aplicação de meia dose de N e aplicação de *Azospirillum* aumentaram a massa de 1000 grãos na cultura do trigo.

O peso hectolítrico dos grãos de trigo foi influenciado pela aplicação N, onde a maior dose de N diminuiu a qualidade dos grãos de trigo, este oscilou entre 78,5 a 79,5 g hL⁻¹ e com e sem a aplicação de N, respectivamente (Tabela 5). O peso hectolítrico é importante para o produtor, pois no momento de realizar a venda dos grãos de trigo, quando o peso hectolítrico se apresenta abaixo de 76 g hL⁻¹ o preço pago ao produtor é menor. Neste caso todos os tratamentos apresentaram valor superior a 76 g hL⁻¹.

Piccinin et al., (2013) ressaltaram que o PH dos grãos de trigo aumentaram com a aplicação de N e a aplicação de *Azospirillum*. Uma possível causa do menor peso hectolítrico no presente experimento foi a chuva caída quatro (98 mm) e três (41 mm) dias antes da colheita do trigo (Figura 1) que deve ter provocado diminuição da qualidade dos grãos.

Conclusões

A aplicação de nitrogênio em cobertura aumentou o número de espigas por metro lineal e o peso hectolítrico dos grãos, sem influenciar no rendimento de grãos.

A aplicação de *A. brasilense* na semente não afetou nenhuma variável analisada e quando aplicado no perfilhamento do trigo aumentou a massa de mil grãos.

Embora a aplicação de nitrogênio em cobertura e de *A. brasilense* não apresentaram resposta no presente experimento, é importante aplicar, pois existe tendência de aumento de produção com aplicação de nitrogênio ou de *A. brasilense* principalmente no perfilhamento.

Agradecimentos

À Superintendência de Gestão Ambiental da Itaipu binacional e a Unidade Ambiental da Itaipu binacional de San Alberto pela concessão dos dados meteorológicos.

Referências

ALARCÓN L, E. **El cultivo de trigo en Paraguay**. 1 ed. Asunción, Py, Editorial el lector. 192 p, 2011.

BASI, S. **Associação de *Azospirillum brasilense* e de nitrogênio em cobertura na cultura do milho**. (2013). Dissertação de Mestrado em Agronomia, Universidade Estadual do Centro-Oeste, Garapuava, 50 p. 2013. Disponível em: http://www.unicentroagronomia.com/destino_arquivo/dissertacao_de_mestrado_simone_basi.pdf. Acesso em: 10 de abril de 2015.

BRITOS,C.; CAUSARANO, M.H.J.; RASCHE A, J.W.; BARRETO R., U.F.; MENDOZA, D.F. Fertilización fosfatada de los principales cultivos bajo siembra directa mecanizada en la

región Oriental del Paraguay, **Investigación Agraria**, San Lorenzo. v. 14, n. 2, p. 87-92, 2012. Disponível em: http://scielo.iics.una.py/scielo.php?script=sci_pdf&pid=S2305-06832012000200003&lng=pt&nrm=iso&tlng=es Acesso em 20 de dezembro de 2015.

CREUS, C. M.; GRAZIANO, M.; CASANOVAS, E. M.; PEREYRA, M. A.; SIMONTACCHI, M.M.; PUNTARULO, S.; BARASSI, C. A.; LAMATTINA, L. Nitric oxide is involved in the *Azospirillum brasilense*-induced lateral root formation in tomato. **Planta** v. 221, p. 297–303, 2005. Disponível em: <http://link.springer.com/sci-hub.io/article/10.1007%2Fs00425-005-1523-7>. Acesso em: 5 de março de 2016.

DARDANELLI, M.; FERNÁNDEZ DE CÓRDOBA, F.J.; ESPUNY, R.; RODRÍGUEZ CARVAJAL, M.A.; SORIA DÍAZ, M.E.; GIL SERRANO, A.M.; OKON, Y. AND MEGÍAS, M. Effect of *Azospirillum brasilense* co-inoculated with *Rhizobium* on *Phaseolus vulgaris* flavonoids and nod factor production under salt stress. **Soil Biology & Biochemistry** v.40, p. 2713-2721, 2008. Disponível em: http://www.researchgate.net/publication/222019573_Effect_of_Azospirillum_brasilense_co_inoculated_with_Rhizobium_on_Phaseolus_vulgaris_flavonoids_and_Nod_factor_production_under_salt_stress. Acesso em: 15 de maio de 2014.

DIAZ-ZORITA, M.; FERNANDEZ-CANIGIA, M. V. Field performance of a liquid formulation of *Azospirillum brasilense* on dryland wheat productivity. **European Journal of Soil Biology**. v. 45, p. 3-11, 2009. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1164556308000733>. Acesso em: 20 de fevereiro de 2015.

DIDONET, A.D.; RODRIGUES, O; KENNER, M.H. Acúmulo de nitrogênio e de massa seca em plantas de trigo inoculadas com *Azospirillum brasiliense*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília v. 31, p. 645-651, 1996. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/104130/1/pab9608set.pdf>. Acesso em: 20 de fevereiro de 2016.

DOBBELAERE, S.; OKON, Y. **The plant growth-promoting effect and plant responses**. In Elmerich C., Newton W.E. (eds.), Associative and endophytic nitrogen-fixing bacteria and cyanobacterial associations, Dordrecht: Springer, pp. 145-170, 2007. Disponível em: http://sci-hub.io/10.1007/1-4020-3546-2_7. Acesso em: 20 de fevereiro de 2016.

FAO. **Perspectiva de cosechas y situación alimentaria mundial**. 2015. Disponível em: <http://www.fao.org/worldfoodsituation/csdb/es/> Acesso em: 20 de maio de 2015.

FERRARIS, G.N. **Inoculación con microorganismos con efecto promotor de crecimiento (PGPM) en trigo. Conocimientos actuales y experiencias realizadas en la región pampeana argentina**. 2009. 8 p. INTA, Estación Experimental Pergamino. Disponível em: [http://lacs.ipni.net/ipniweb/region/lacs.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/f8b97d9fda fd5f510325790300536221/\\$FILE/Ferraris%202009%20-%20Microorganismos%20PGPM%20en%20trigo.pdf](http://lacs.ipni.net/ipniweb/region/lacs.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/f8b97d9fda fd5f510325790300536221/$FILE/Ferraris%202009%20-%20Microorganismos%20PGPM%20en%20trigo.pdf) Acesso em: 20 de maio de 2014.

FIGLIORINI, S.L.; RODRIGUES, J.D. Componentes produtivos do trigo afetados pela densidade de semeadura e aplicação de regulador vegetal. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 1, p. 39-54, jan./fev. 2014. Disponível em:

<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/view/10339>. Acesso em: 20 de dezembro de 2015.

FUKAMI, J.; NOGUEIRA, M.A.; ARAUJO, R.S.; HUNGRIA, M. Accessing inoculation methods of maize and wheat with *Azospirillum brasilense*. **AMB Expr** v. 6, n.3, p 1-13. 2016 Disponível em: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4710622/pdf/13568_2015_Article_171.pdf. Acesso em: 01 de abril de 2016.

HUNGRIA, H. **Patamares de rendimento de milho e trigo via inoculação com *Azospirillum brasilense***. 2012. In: Reunião da rede de laboratórios para recomendação, padronização e difusão de tecnologia de inoculantes microbiológicos de interesse agrícola, 15., 2010, Curitiba. Anais... Brasília, DF: Embrapa, 2012 p 49-50. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/65195/1/ID-33555.pdf>. Acesso em: 1 de fevereiro de 2016.

KAPPES, C.; ARF, O.; ARF, M. V.; FERREIRA, J. P.; DAL BEM, E. A.; PORTUGAL, J. R.; VILELA, R. G. Inoculação de sementes com bactéria diazotrófica e aplicação de nitrogênio em cobertura e foliar em milho. **Semina: Ciências Agrárias**, v.34, n.2, p.527-538, 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2013v34n2p527> Acesso em: 1 de maio de 2014.

INBIO. **Estimación de producción y productividad de trigo campaña 2014**. Instituto de Biotecnología, Asunción, Paraguay. 23 p. Disponível em: http://www.inbio.org.py/uploads/Estimacion_de_superficie_semrada_de_girasol_arroz_con_riego_trigo_chia_y_canola_superficie_arada_campana_2014_Estimacion_de_produccion_y_productividad_de_trigo_campana_2014.pdf Acesso em 14 de novembro de 2015.

LÓPEZ, O.L.; ERICO, E.G.; LLAMAS, P.A.; MOLINAS, A.S.; FRANCO, E.S.; GARCIA, S.; RIOS, E.O. **Estudio de reconocimiento de suelos, capacidad de uso de la tierra y propuesta de ordenamiento territorial preliminar de la región oriental del Paraguay**. 1995. 246 p. Disponível em: <http://www.geologiadelparaguay.com/Estudio-de-Reconocimiento-de-Suelos-Regi%C3%B3n-Oriental-Paraguay.pdf> Acesso em: 3 de maio de 2014.

MORENO, H.; CAUSARANO, M.H.J.; RASCHE A, J.W.; BARRETO R., U.F.; MENDOZA, D.F. Fertilización potásica de los principales cultivos bajo siembra directa mecanizada en la región oriental del Paraguay, **Investigación Agraria**, San Lorenzo. v. 14, n. 1, p. 41-49, 2012. Disponível em: http://scielo.iics.una.py/scielo.php?script=sci_pdf&pid=S2305-06832012000100006&lng=pt&nrm=iso&tlng=es Acesso em: 20 de dezembro de 2015.

PICCININ, G.G; BRACCINI, A.L; DAN, L.G. de M ; BAZO, G.L ; HOSSA, K.R ; PONCE, R.M. Rendimento e desempenho agrônômico da cultura do trigo em manejo com *Azospirillum brasilense*. **Revista Agrarian**, v.6, n.22, p.393-401, 201. Disponível em: <http://www.periodicos.ufgd.edu.br/index.php/agrarian/article/viewFile/1931/1588> Acesso em: 20 de fevereiro de 2016.

PIMENTEL-GOMES, F. **Coefficiente de variação**. In: ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA LUIZ DE QUEIROZ. Curso de estatística experimental. Piracicaba, 1990. 7p.

QUADROS, P. D. de. **Inoculação de *Azospirillum* spp. em sementes de genótipos de milho cultivados no Rio Grande do Sul**. 2009. 62 p. (Dissertação Mestrado em Ciência do Solo) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Br. Disponível em: <http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/17076/000705543.pdf?sequence=1> Acesso em: 20 de fevereiro de 2016.

RAMPIM, L.; RODRIGUES-COSTA, A.C.P; NACKE, H; KLEIN, J; GUIMARÃES, V.F. Qualidade fisiológica de sementes de três cultivares de trigo submetidas à inoculação e diferentes tratamentos. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 34, n. 4, p. 678 - 685, 2012. Disponível em: <http://submission.scielo.br/index.php/jss/article/view/68385/7791>. Acesso em: 5 de abril de 2015.

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, p. 833-842, 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/pab/v42n6/v42n6a10.pdf>. Acesso em: 5 de abril de 2015.

SANGOI, L.; BERNS, A.C.; ALMEIDA, M.L. Características agrônômicas de cultivares de trigo em resposta à época da adubação nitrogenada de cobertura. **Ciência Rural**, v. 6, p. 1564-1570, 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/cr/v37n6/a10v37n6.pdf> Acesso em: 5 de abril de 2015.

SILVA, A. **Assistat Versão 7.6 beta**. DEAG-CTRN-UFCG. 2014. Disponível em <http://www.assistat.com>

STETS, MI. **Monitoramento de *Azospirillum brasilense* e estudo da diversidade bacteriana associada a raízes de trigo (*Triticum aestivum*)**. 2013. 107 p. (Tese Doutorado em Ciências Bioquímicas), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, Br. 2015. Disponível em: <http://dspace.c3sl.ufpr.br/dspace/bitstream/handle/1884/29967/R%20-%20T%20-%20MARIA%20ISABEL%20STETS.pdf?sequence=1&isAllowed=y> Acesso em: 7 de abril de 2015.

THULER, D.; FLOSH, E.,E.; HANDRO, W.; BARBOSA, , M. Plant growth regulators and amino acids released by *Azospirillum* sp. in chemically defined medium. **Letters Applied Microbiology** v. 37, p. 174–178, 2003. Disponível em: <http://sci-hub.io/10.1046/j.1472-765x.2003.01373.x>. Acesso em: 25 de maio de 2015.

VORPAGEL, A.G. **Inoculação de *Azospirillum*, isolado e associado à bioestimulante, em milho, no Noroeste do RS Ijuí**. 2009. 56 p. (Trabalho de conclusão de curso Agronomia). UNIJUÍ, Ijuí, RS, Br. 2009. Disponível em: <http://bibliodigital.unijui.edu.br:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/643/TCC%20ALMI R%20COMPLETOx.pdf?sequence=1>. Acesso em: 5 de abril de 2015.

ZAGONEL, J.; VENANCIO. W.S.; KUNZ, R.P. Efeito de regulador de crescimento na cultura de trigo submetido a diferentes doses de nitrogênio e densidades de plantas. **Planta**

Daninha, v. 20, n. 3, p. 471-476, 2002. Disponível em:
<http://www.scielo.br/pdf/pd/v20n3/19.pdf>. Acesso em: 5 de abril de 2015.