

## INOCULANTE “GRAMINANTE” NAS CULTURAS DE TRIGO E AVEIA

### INOCULANT “GRAMINANTE” IN WHEAT AND OAT CROPS

Ben-Hur Costa de Campos<sup>1</sup> Sergiomar Theisen<sup>2</sup> Valderi Gnatta<sup>3</sup>

#### RESUMO

Com o objetivo de avaliar o inoculante “Graminante”, foram realizados seis experimentos em área experimental localizada na FUNDACEP FECOTRIGO, Cruz Alta, RS, conduzidos no sistema plantio direto. Na safra 1996, conduziram-se dois experimentos com a cultura do trigo e, na safra 1997, dois com a cultura do trigo e dois com a cultura da aveia. O produto comercial foi testado individualmente e associado à adubação nitrogenada. Na safra 1996, os tratamentos foram: 1) testemunha sem inoculação e sem fertilizante nitrogenado (N); 2) com “Graminante”; 3) com N na semeadura e em cobertura; 4) com “Graminante” + N na semeadura e em cobertura; 5) com “Graminante” + N na semeadura e, 6) com “Graminante” + N em cobertura. Na safra 1997, foram acrescidos dois tratamentos: 7) com N na semeadura e, 8) com N em cobertura. Na safra 1996, foram avaliados, no trigo, o rendimento bruto e líquido dos grãos. Na safra 1997, para a mesma cultura, foram avaliados o número de plantas, de perfilhos e de espigas, a altura de plantas, o teor de nitrogênio total do grão e o rendimento de grãos. Para a cultura da aveia, foram avaliados o número de plantas e perfilhos, a massa verde, a massa seca, o teor de nitrogênio total do grão e o rendimento de grãos com corte e sem corte. O “Graminante” não apresentou resposta agrônômica favorável em nenhum dos parâmetros analisados nas culturas do trigo e da aveia.

**Palavras-chave:** fixação biológica de N<sub>2</sub>, inoculação, *Azospirillum*, trigo, aveia.

#### SUMMARY

To evaluate the inoculant “Graminante”, six field experiments were carried out at FUNDACEP FECOTRIGO, in Cruz Alta, RS. In the 1996 cropping season, two experiments were carried out with wheat crop and in the 1997 cropping season two experiments were carried out on wheat and two on oat crop. The commercial product was tested isolated and in association with nitrogen fertilization. In the 1996 cropping season the treatments were as follows: 1) Check without inoculation and without nitrogen fertilizer (N); 2) “Graminante” inoculant; 3) Nitrogen fertilizer applied at the planting date and broadcasting; 4) “Graminante” inoculant + N fertilizer at planting date and broadcasting; 5) “Graminante” inoculant at

planting date + N fertilizer broadcasting; 6) “Graminante” inoculant + N at planting date and fertilizer broadcasting. In the 1997 cropping season another two treatments were added: 7) N at planting date and 8) N fertilizer broadcasting. In the 1996 season, both the gross and the net yield weights were evaluate on the wheat crop. In the 1997 season, and for the same crop, the parameters evaluated were: number of plants, of tillerings and of spikes, plant height, the total nitrogen content of the grain and grain yield. On the oat crop the parameters evaluated were: number os plants and tillerings, green matter weight, dry matter weight, total nitrogen content in the grain and grain yield, both with and without cutting. The inoculant “Graminante” did not show any favourable agronomical answer to any of the parameters analized for both the wheat and the oat crops.

**Key words:** nitrogen biological fixation, inoculation, *Azospirillum*, wheat, oat.

#### INTRODUÇÃO

Os microrganismos fixadores de N<sub>2</sub> em vida livre, também chamados diazotróficos, apesar de importantes em número, em geral contribuem pouco em N fixado, devido à pouca quantidade de substrato como fonte de energia existente na biosfera circundante (RUSCHEL & PONTES, 1992). O efeito dessas bactérias está, principalmente, na promoção do crescimento radicular das plantas, pela produção de substâncias promotoras de crescimento (OKON & LABANDERA-GONZALEZ, 1994).

O grande interesse na fixação biológica em gramíneas é devido à maior facilidade de aproveitamento de água das mesmas em relação às leguminosas, pela maior efetividade fotossintética. As gramíneas apresentam um sistema radicular fasciculado, tendo vantagens sobre o sistema pivotante das leguminosas para extrair água e nutrientes do solo e por serem as gramíneas largamente utilizadas

<sup>1</sup>Engenheiro Agrônomo, Mestre, Pesquisador da Fundação Centro de Experimentação e Pesquisa Fecotriga (FUNDACEP FECOTRIGO), RS 342, km 14, CP 10, 98100-970. Cruz Alta, RS. E-mail: fundacep@azcomnet.com.br. Autor para correspondência.

<sup>2</sup>Aluno do Curso de Agronomia, Universidade de Cruz Alta. Cruz Alta, RS. Bolsista do CIEE.

<sup>3</sup>Técnico Agrícola, FUNDACEP FECOTRIGO.

como alimento pelo homem. Por isso, mesmo que apenas uma parte do N pudesse ser fornecida pela associação com bactérias fixadoras, a economia em adubos nitrogenados seria igual ou superior àquela verificada com as leguminosas que podem ser auto-suficientes em nitrogênio (DÖBEREINER, 1992).

O estudo de fixadoras associadas com gramíneas é bastante novo. A fixação de N em *Paspalum notatum* foi determinada em 1977 e estimada em 40 kg/ha/ano, suficiente para manter essa espécie o ano inteiro sem adição de fertilizantes nitrogenados. A bactéria *Azotobacter paspalli* é a responsável pela fixação e vive na superfície das raízes (DÖBEREINER, 1992).

Além das bactérias fixadoras que ocorrem na superfície de raízes, têm sido identificadas várias espécies de *Azospirillum*, que ocorrem na superfície e no interior de raízes de várias plantas, especialmente gramíneas forrageiras e cereais (DÖBEREINER & PEDROSA, 1987). Essas bactérias, em regiões tropicais e subtropicais, ocorrem em números entre  $10^3$  a  $10^6$  por grama de solo, e em números ainda maiores na superfície de raízes de cereais e gramíneas forrageiras (DÖBEREINER *et al.*, 1990). Esse aumento é mais pronunciado dentro das raízes e ocorre junto com o pico de fixação de nitrogênio. Dentro das raízes, a bactéria fica protegida de fatores negativos do solo, como o excesso de  $O_2$ , a competição com outros organismos, a acidez do solo e a deficiência de fósforo. Esta interação constitui um estágio intermediário entre a associação de *A. paspalli*, que vive na superfície de raízes, e a simbiose das leguminosas com o rizóbio, onde ocorrem modificações anatômicas e fisiológicas dos tecidos do hospedeiro, em resposta à presença da bactéria e perfeita integração funcional entre os dois organismos (DÖBEREINER & PEDROSA, 1987).

Segundo ALVAREZ *et al.* (1996), as bactérias do gênero *Azospirillum*, além de fixadoras assimbióticas de  $N_2$ , também são consideradas rizobactérias promotoras de crescimento de plantas comumente associadas com raízes de cereais. Dentro de cada espécie deste gênero, existem estirpes com comportamento diferente. Esses autores, testando estirpes de *Azospirillum brasilense*, constataram que a estirpe Sp 245 foi mais hábil em promover o rápido crescimento de plântulas de trigo em condições de estresse hídrico do que outras. Esta característica torna-se importante quando se deseja inocular essa bactéria em solos já colonizados, buscando-se estirpes com maior eficiência.

DÖBEREINER *et al.* (1990) citam que, como no caso das leguminosas, o efeito da inoculação de cereais com essas bactérias depende do estabelecimento de estirpes selecionadas sob condições

de campo. Este estabelecimento torna-se difícil em solos de regiões tropicais, onde a incidência de *Azospirillum* é relativamente grande e não há especificidade nas associações de gramíneas com essa bactéria. Dessa forma, a inoculação com estas bactérias não parece um meio muito promissor de incrementar a fixação de  $N_2$  em gramíneas (DÖBEREINER, 1977).

Recentemente, têm sido introduzidos no Brasil inoculantes contendo cepas de *Azospirillum*, com o nome comercial "Graminante", havendo, contudo, carência de informações relativas ao seu potencial agrônomico e retorno econômico para o agricultor.

O objetivo deste trabalho foi testar a eficiência agrônômica do produto comercial "Graminante" nas culturas de trigo e aveia.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram instalados a campo, em áreas experimentais da FUNDACEP FECOTRIGO, Cruz Alta, RS. Na safra 1996, foram instalados dois experimentos com a cultura de trigo, um sobre resteva de feijão e outro sobre resteva de nabo forrageiro. Na safra 1997, foram conduzidos quatro experimentos, dois com a cultura do trigo e dois com a cultura da aveia (*Avena strigosa* Schreb.), sendo que um experimento de cada cultura foi em resteva de soja e o outro em resteva de milho.

O solo das áreas experimentais é classificado como latossolo vermelho-escuro, fase argilosa, pertencente à unidade de mapeamento Passo Fundo, cujas principais características são apresentadas na tabela 1.

O produto comercial "Graminante" para trigo e aveia teve como origem a Empresa Laboratórios Alquimia S.A., com sede na Argentina. Segundo o fabricante, trata-se de um inoculante, composto por bactérias do gênero *Azospirillum* e tendo como veículo carbonato de cálcio e carbonato de magnésio. A aplicação do produto foi feita a seco, conforme recomendação do fabricante, e realizada em laboratório imediatamente antes da semeadura. Em ambas as culturas, foi utilizada a dose de 200g do produto comercial por 50kg de sementes. O fabricante não especifica o número de bactérias por grama de inoculante.

Anteriormente à semeadura, a área foi dessecada com 600g/ha de i.a. sal isopropilamina de glifosate e, como adjuvante, 1% de óleo mineral e 2% de sulfato de amônio. A semeadura foi realizada mecanicamente no sistema plantio direto, com espaçamento de 0,17m entre linhas para ambas as culturas, iniciando-se pelos tratamentos que não conti-

Tabela 1 - Características químicas e físicas do solo das áreas experimentais na profundidade de 0 a 20cm. FUNDACEP FECOTRIGO, safras 1996 e 1997. Cruz Alta, RS.

Área	Argila	M.O.	pH (H <sub>2</sub> O)	P	K	Al	Ca	Mg	CTC <sup>(1)</sup>	H+Al
	----- g/kg -----			----- mg/L -----				----- cmol <sub>c</sub> /L -----		
Experimento trigo/96 - resteva de feijão	600	39	5,6	13,9	133	0,0	5,7	3,2	11,9	2,7
Experimento trigo/96 - resteva de nabo	550	44	6,3	27,9	193	0,0	7,0	4,0	13,1	1,7
Experimento trigo/97 - resteva de soja	510	35	5,5	17,3	151	0,1	6,7	3,2	14,1	3,9
Experimento trigo/97 - resteva de milho	540	35	5,1	28,7	123	0,3	5,8	3,0	13,4	4,3
Experimento aveia/97 - resteva de soja	480	33	5,5	18,2	185	0,1	6,9	3,5	14,4	3,6
Experimento aveia/97 - resteva de milho	510	34	5,5	48,1	180	0,1	6,4	3,0	13,4	3,6

<sup>(1)</sup> CTC a pH 7.

nam inoculante, para diminuir os riscos de contaminação.

O trigo, cultivar CEP 27, teve a semeadura, na safra 1996, realizada em 25/06/96 na resteva de feijão e em 17/07/96 na resteva de nabo forrageiro. Na safra 1997, esta ocorreu em 12/06/97 na área com resteva de soja e em 13/06/97 na resteva de milho. A aveia preta, cultivar comum, foi semeada em 21/05/97 na área com resteva de soja e em 23/06/97 na área com resteva de milho.

Em todos os experimentos, as parcelas tiveram 3,0m de largura e 5,0m de comprimento, com quinze linhas das culturas. As parcelas tiveram bordaduras de 0,50m nas extremidades e uma linha da cultura em cada lateral. Foram deixadas ruas com 1,0m entre as parcela e de 2,0m entre os blocos.

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com cinco repetições. Na safra 1996, os tratamentos foram os seguintes: 1) Testemunha sem inoculação e sem adubação nitrogenada; 2) Graminante; 3) Fertilizante nitrogenado na semeadura e em cobertura; 4) Graminante + fertilizante nitrogenado na semeadura e em cobertura; 5) Graminante + fertilizante nitrogenado na semeadura e, 6) Graminante + fertilizante nitrogenado em cobertura. Na safra 1997, foram incluídos os tratamentos: 7) somente com fertilizante nitrogenado na semeadura e 8) somente fertilizante nitrogenado em cobertura.

Nos tratamentos com adubação nitrogenada na cultura do trigo, aplicaram-se 15kg/ha de N na semeadura e 30kg/ha em cobertura, no início do perfilhamento, na safra 1996 e, 45kg/ha, na safra 1997. Na cultura da aveia, foram aplicados 20kg/ha de N na semeadura e 50kg/ha em cobertura, no início do perfilhamento. O adubo nitrogenado usado foi a uréia.

Na safra 1996, foram avaliados, no trigo, o rendimento bruto e líquido dos grãos. O cálculo do

rendimento líquido foi baseado no custo do inoculante (R\$ 10,00/ha), da uréia (R\$ 0,37/kg) e da aplicação do adubo (R\$ 3,35/ha), transformados em kg de trigo (R\$ 0,12/kg) descontados do rendimento bruto, nos respectivos tratamentos. Na safra 1997, para a mesma cultura, foram avaliados o número de plantas, de perfilhos, de espigas e a altura de plantas. Também nesta safra, foi avaliado o teor de nitrogênio total do grão pelo método Kjeldahl (TEDESCO *et al.*, 1985), no Laboratório de Análise de Solos, Adubos, Corretivos e Tecido Vegetal da FUNDACEP FECOTRIGO. O rendimento de grãos foi avaliado colhendo-se 13 linhas centrais, correspondendo a 8,84m<sup>2</sup>, expressando-se o resultado em kg/ha a 13% de umidade.

Durante o estágio vegetativo da cultura da aveia, foram avaliados o número de plantas e o número de perfilhos. Quando a aveia atingiu cerca de 30cm de altura, ponto considerado para primeiro corte ou pastejo, a parcela foi dividida ao meio, ficando cada subparcela com 2,5m de comprimento. Em uma subparcela, foi feito o corte da aveia a uma altura de 5 a 7cm em uma área de 1m<sup>2</sup> para avaliação da produção da massa verde e massa seca por área. Posteriormente, a aveia de toda a subparcela foi cortada. Este procedimento ocorreu em 14/08/97 na área com resteva de soja e em 04/09/97 na área com resteva de milho. O rendimento de grãos foi avaliado tanto na subparcela mantida sem corte como naquela com corte, colhendo-se todas as 15 linhas da cultura, correspondendo a 6,68m<sup>2</sup> em cada subparcela, expressando-se o resultado em kg/ha a 13% de umidade. Também foi avaliado o teor de nitrogênio total do grão.

Os resultados foram avaliados pela análise da variância e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Duncan a 5% de significância.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 1. Efeito na cultura do trigo

Na safra 1996 (tabela 2), na área em que o trigo foi cultivado em resteva de feijão, não houve efeito da inoculação com Graminante, uma vez que o rendimento bruto de grãos de trigo não diferiu entre os tratamentos testemunha sem inoculação e sem adubação nitrogenada (T1) e com o inoculante Graminante (T2), nem entre os tratamentos com N mineral completo (T3) e com inoculação mais N mineral completo (T4). Com relação ao rendimento líquido, na mesma resteva, não houve diferenças estatísticas entre os tratamentos já que aqueles que produziram mais foram os de maior custo, nivelando-se com os demais. No experimento em que o trigo foi cultivado em resteva de nabo forrageiro também não houve diferenças no rendimento de grãos entre os tratamentos T1 e T2 e os tratamentos T3 e T4, confirmando a ausência de resposta à aplicação do inoculante. Nesta área, verifica-se que os tratamentos, que apresentaram maior rendimento bruto, continuaram a apresentar maior rendimento líquido, devido ao maior teto de rendimento da área.

Na safra 1997 (tabela 3), não houve diferenças estatísticas entre os tratamentos para o número de plantas, número de perfilhos e altura de plantas em ambos os experimentos. Para número de espigas, houve diferenças entre os tratamentos apenas na área com resteva de milho, com destaque para aqueles que receberam as maiores doses de nitrogênio mineral, onde o melhor tratamento foi o Graminante + fertilizante nitrogenado na semeadura e em cobertura (T4), diferindo da testemunha (T1), Graminante (T2) e fertilizante somente na semeadura (T5). Com relação ao produto comercial Graminante, verificou-se não haver resposta deste, pois não houve diferença estatística na comparação dos tratamentos que receberam a mesma dose de N mineral com e sem Graminante.

O teor de nitrogênio no grão, tanto na área de resteva de soja como na de resteva de milho, diferiu entre os tratamentos, sendo que as diferenças observadas estão relacionadas à quantidade de adubo nitrogenado aplicada e não ao produto Graminante. Aqueles tratamentos que receberam as maiores doses de N apresentaram maior teor de nitrogênio total no grão.

Tabela 2 - Rendimento bruto e líquido de grãos de trigo, cultivar CEP 27, em área de resteva de feijão e resteva de nabo, com a aplicação do produto comercial "Graminante". FUNDACEP FECOTRIGO, 1996. Cruz Alta, RS.

Tratamento	Rendimento de grãos de trigo (kg/ha)			
	Resteva de feijão		Resteva de nabo	
	bruto	líquido <sup>(4)</sup>	bruto	líquido
1) Testemunha	1645 c <sup>(2)</sup>	1645 ns <sup>(3)</sup>	3147 b	3147 bc
2) Graminante	1821 bc	1755	3123 b	3057 c
3) Fertilizante N (semeadura + cobertura) <sup>(1)</sup>	2354ab	2022	3907a	3575a
4) Graminante + fertilizante N (semeadura + cobertura)	2389a	1992	3747a	3350abc
5) Graminante + fertilizante N (semeadura)	1949abc	1782	3765a	3598a
6) Graminante + fertilizante N (cobertura)	2166abc	1870	3754a	3458ab
C.V. (%)	16,0	17,8	6,9	7,3

<sup>(1)</sup> semeadura: 15 kg de N/ha; cobertura: 30 kg de N/ha.

<sup>(2)</sup> Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Duncan em nível de 5%.

<sup>(3)</sup> ns = não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade.

<sup>(4)</sup> Rendimento líquido = rendimento bruto - custos.

O rendimento de grãos no experimento instalado em área de resteva de soja não apresentou diferenças estatísticas entre os tratamentos. Já no experimento com resteva de milho, houve diferenças entre os tratamentos, com destaque novamente para as maiores doses de nitrogênio mineral. Com relação ao Graminante, este não apresentou resposta para rendimento de grãos, pois os tratamentos com dose equivalente de N mineral, com e sem o produto, não apresentaram diferenças entre si, verificando-se, inclusive, que o tratamento que recebeu somente Graminante (T2), apresentou um rendimento inferior à testemunha.

### 2. Efeito na cultura da aveia

Os resultados referentes à cultura da aveia em resteva de soja e em resteva de milho encontram-se na tabela 4.

Na área de resteva de soja, destacaram-se na produção de massa verde e de massa seca os tratamentos que receberam a dose completa de nitrogênio mineral (T3 e T4). O produto Graminante não aumentou a produção de fitomassa, pois não houve diferença estatística na comparação dos tratamentos que receberam doses equivalentes de nitrogênio mineral com e sem o produto. Na resteva de milho, as diferenças foram maiores entre os tratamentos do que na resteva de soja, quando novamente os tratamentos que receberam a dose completa de nitrogênio mineral (T3 e T4) tiveram produções bem superiores aos demais tratamentos, principalmente de massa verde. Os tratamentos que não receberam

Tabela 3 - Número de plantas, número de perfilhos, número de espigas, altura de plantas, teor de N total no grão e rendimento de grãos de trigo, em área de resteva de soja e área de resteva de milho, com a aplicação do produto comercial "Graminante". Média de 5 repetições. FUNDA CEP FECOTRIGO, 1997. Cruz Alta, RS.

Tratamento	Número de plantas/ m <sup>2</sup>	Número de perfilhos/ m <sup>2</sup>	Número de espigas/ m <sup>2</sup>	Altura de plantas (cm)	N total no grão (%)	Rendimento de grãos (kg/ha)
Área de resteva de soja						
1) Testemunha	290ns <sup>(3)</sup>	503ns	382ns	79,0ns	2,08 d <sup>(2)</sup>	1903ns
2) Graminante	288	463	374	81,7	2,13 cd	2120
3) Fertilizante N (semeadura + cobertura) <sup>(1)</sup>	323	527	346	86,7	2,34a	2240
4) Graminante + fertilizante N (semeadura + cobertura)	319	506	352	84,3	2,28ab	2238
5) Fertilizante N (semeadura)	278	555	326	82,4	2,11 d	2288
6) Graminante + fertilizante N (semeadura)	271	543	360	82,2	2,20 bc	2174
7) Fertilizante N (cobertura)	280	537	376	84,8	2,28ab	2386
8) Graminante + fertilizante N (cobertura)	291	517	380	84,6	2,28ab	2304
C.V. (%)	16,6	12,3	18,9	5,0	2,8	14,1
Área de resteva de milho						
1) Testemunha	121ns	421ns	290 bc	78,6ns	2,37 bc	1399 d
2) Graminante	129	356	256 c	76,3	2,45abc	1228 e
3) Fertilizante N (semeadura + cobertura)	142	375	350ab	78,2	2,44abc	1737ab
4) Graminante + fertilizante N (semeadura + cobertura)	143	391	366a	78,3	2,54a	1833a
5) Fertilizante N (semeadura)	156	493	291 bc	78,8	2,37 bc	1536 cd
6) Graminante + fertilizante N (semeadura)	130	377	353ab	76,5	2,33 c	1430 d
7) Fertilizante N (cobertura)	135	379	311abc	78,6	2,46ab	1667abc
8) Graminante + fertilizante N (cobertura)	138	376	352ab	77,2	2,44abc	1631 bc
C.V. (%)	14,3	20,9	14,0	4,8	3,5	8,4

<sup>(1)</sup> semeadura: 15kg de N/ha; cobertura: 45kg de N/ha.

<sup>(2)</sup> Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Duncan em nível de 5%.

<sup>(3)</sup> ns = não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade.

N mineral tiveram as menores produções (T1 e T2), não diferindo em massa seca dos tratamentos que somente receberam N mineral na semeadura. Conforme já observado na resteva de soja, não houve resposta em aumento de fitomassa de aveia pelo uso do produto Graminante na resteva de milho.

O teor de N total no grão foi semelhante entre os tratamentos na área de resteva de soja. Na área de resteva de milho, houve diferenças significativas entre os tratamentos, mas estas diferenças estão relacionadas à quantidade de adubo nitrogenado aplicada e não ao produto Graminante, sendo que os tratamentos que receberam as maiores doses de N apresentaram maior teor de nitrogênio total no grão.

Houve menor rendimento de grãos na área de resteva de soja para aqueles tratamentos que receberam as maiores doses de N mineral, principalmente para o tratamento 4 (Graminante + fertilizante mineral na semeadura e em cobertura). Este resultado deveu-se, provavelmente, ao acamamento da cultura, ocasionado por fortes chuvas e ventos ocorridos no período, principalmente naqueles tra-

tamentos com maior produção de fitomassa e, portanto, mais suscetíveis ao acamamento. Este comportamento foi observado tanto na área sem corte como naquela com corte, onde houve redução severa na produção de grãos. O produto Graminante não afetou a produção de grãos, confirmando os resultados obtidos com a cultura do trigo.

Na área de resteva de milho, o rendimento de grãos foi extremamente baixo, provavelmente em consequência das fortes chuvas e ventos que acamaram a cultura, provocando a debulha das espigas no campo, prejudicando a produção final de grãos. Como a incidência de chuvas e ventos ocorreu principalmente na fase final do ciclo da cultura, o experimento sobre resteva de milho foi o mais prejudicado, uma vez que ele foi colhido cerca de 25 dias após o experimento sobre resteva de soja. Além disso, os menores rendimentos, tanto de aveia como de trigo, em área de resteva de milho, quando comparada à resteva de soja, podem ser atribuídos à alta relação carbono/nitrogênio da palhada de milho, que causa a imobilização microbiana do nitrogênio mineral do solo, retardando a disponibilidade deste

Tabela 4 - Massa verde, massa seca, número de plantas, número de perfilhos, teor de N total no grão e rendimento de grãos sem corte e com corte da parte aérea da cultura da aveia, em área de resteva de soja e em área de resteva de milho, com a aplicação do produto comercial "Graminante". Média de 5 repetições. FUNDACEP FECOTRIGO, 1997. Cruz Alta, RS.

Tratamento	Massa verde (kg/ha)	Massa seca (kg/ha)	Número de plantas/m <sup>2</sup>	Número de perfilhos/m <sup>2</sup>	N total no grão (%)	Rendimento de grãos (kg/ha)	
						Sem corte	Com corte
<b>Área de resteva de soja</b>							
1) Testemunha	3932 cd <sup>(2)</sup>	646 c	216ns <sup>(3)</sup>	569ns	2,24ns	1154ab	475 <sup>a</sup> bc
2) Graminante	3276 d	582 c	220	494	2,20	1127abc	528a
3) Fertilizante N (semeadura + cobertura) <sup>(1)</sup>	9866a	1278a	268	557	2,37	1080abc	392 cd
4) Graminante + fertilizante N (semeadura + cobertura)	8550ab	1158ab	244	568	2,26	978 c	424 bcd
5) Fertilizante N (semeadura)	6168 bc	935 b	231	530	2,20	1240a	504ab
6) Graminante + fertilizante N (semeadura)	6316 b	939 b	240	546	2,23	1227ab	464abcd
7) Fertilizante N (cobertura)	6876 b	957 b	229	560	2,17	1170ab	419 bcd
8) Graminante + fertilizante N (cobertura)	7470 b	1040ab	220	542	2,25	1067 bc	382 d
C.V. (%)	26,4	22,4	13,3	12,0	4,7	10,3	13,9
<b>Área de resteva de milho</b>							
1) Testemunha	2441 e	744 c	137ns	529ns	2,23 d	173 bc	137 b
2) Graminante	3481 de	708 c	143	580	2,22 d	148 c	128 b
3) Fertilizante N (semeadura + cobertura)	11619a	1714a	131	573	2,45ab	178 bc	154ab
4) Graminante + fertilizante N (semeadura + cobertura)	11007a	1638a	136	546	2,48a	132 c	126 b
5) Fertilizante N (semeadura)	6159 bc	968 bc	144	575	2,31 cd	197ab	117 b
6) Graminante + fertilizante N (semeadura)	5543 cd	1048 bc	121	469	2,29 cd	138 c	141 b
7) Fertilizante N (cobertura)	8371 b	1266 b	145	525	2,35 bc	226 <sup>a</sup>	135 b
8) Graminante + fertilizante N (cobertura)	7859 bc	1240 b	134	543	2,33 cd	172 bc	186a
C.V. (%)	25,7	23,2	19,5	19,9	3,3	20,1	19,8

<sup>(1)</sup> semeadura: 20kg de N/ha; cobertura: 50kg de N/ha.

<sup>(2)</sup> Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Duncan em nível de 5%.

<sup>(3)</sup> ns = não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade.

elemento para as culturas posteriores, principalmente as gramíneas. Entretanto, este comportamento não ocorreu na produção de massa seca da aveia, pois esta foi ligeiramente maior na área de resteva de milho quando comparada à área de resteva de soja. Mesmo assim, conforme já mencionado, neste parâmetro houve uma maior resposta à aplicação de N na resteva de milho do que na resteva de soja. Salienta-se que a comparação das restevas foi prejudicada pelas diferentes épocas de semeadura e corte nas duas áreas, podendo influenciar o comportamento da cultura.

DUTTO *et al.* (1996) citam que a aveia é sensível à inoculação com *Azospirillum*, embora sejam variáveis as respostas da cultura à inoculação. Estes autores não encontraram resposta da aveia ao uso da inoculação em experimento no campo, além da produção de raízes e da parte aérea das plantas inoculadas terem sido inferiores à testemunha sem inoculação.

FAGES (1994), com base em uma ampla revisão da literatura concernente ao uso de inoculantes à base de *Azospirillum* em experimentos de campo, enfatiza que o uso agrônomico desta bactéria foi extensivamente testado durante o final dos anos 70 e nos anos 80, mostrando os primeiros resultados promissores no desenvolvimento das plantas. Entretanto, o autor salienta que a análise global dos experimentos de campo, durante este período, conduz ao entendimento de que apesar de vários resultados positivos, a falta de consistência dos mesmos impede um significativo desenvolvimento comercial de produtos à base de *Azospirillum*. Para este autor, é necessária uma mudança nos programas de pesquisa, os quais devem focar prioritariamente o estudo da associação *Azospirillum*-planta, permitindo aumento significativo do conhecimento básico da genética e fisiologia desta espécie e dos mecanismos moleculares de interação com as raízes. Neste mesmo sentido, SUMNER (1990) relata que, apesar do número ex-

pressivo de trabalhos, falta clareza com relação aos mecanismos que resultam no melhor crescimento e performance da planta hospedeira e a ausência de resposta é muitas vezes observada no campo. Por outro lado, DIDONET *et al.* (1996) citam que vários resultados experimentais têm mostrado efeitos benéficos expressivos da inoculação em sementes de trigo com a estirpe 245 de *Azospirillum brasilense*, resultando em aumento de produtividade de grãos, principalmente relacionado à presença da bactéria no interior da raiz do trigo e não na superfície radicular. Em trabalho realizado no campo, os mesmos autores concluíram que os inoculantes à base de turfa em pó das estirpes de *Azospirillum brasilense* 245 e JA04 promoveram maior acúmulo de massa seca total da planta de trigo, no período compreendido entre 20 dias após a antese e a maturação. Todavia, apenas a inoculação com a estirpe JA04 resultou em aumento na produção de grãos em relação à testemunha sem nitrogênio.

Um dos aspectos que deve merecer a atenção permanente da pesquisa refere-se à seleção de estirpes adaptadas às condições locais e às culturas e cultivares usados na região (DÖBEREINER & PEDROSA, 1987; MARTIN & DIDONET, 1996; SAUBIDET & BARNIEX, 1996). É preciso testar as estirpes e buscar aquelas melhor adaptadas a cada região, em termos de clima e sistema de manejo e posteriormente, introduzi-las no produto comercial Graminante, pois a estirpe presente, além de não especificada pelo fabricante, não foi eficiente. Uma vantagem verificada no produto é a sua formulação. O veículo a seco, o qual facilita a aplicação do produto na semente, se associado a estirpes eficientes, certamente, permitirá uma maior aceitação por parte do agricultor.

## CONCLUSÃO

O produto comercial "Graminante" não é eficiente nas culturas de trigo e aveia.

## AGRADECIMENTOS

Ao funcionário Jorge Antônio de Moraes, demais funcionários, colegas e estagiários que colaboram para realização deste trabalho. À AZOTEC pelo financiamento do trabalho na safra 1997 e pela bolsa de iniciação científica do aluno Sergiomar Theisen.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVAREZ, M.I., SUELDO, R.J., BARASSI, C.A. Effect of *Azospirillum* on coleoptile growth in wheat seedlings under water stress. **Cereal Research Communications**, Szeged, v. 24, n. 1, p. 101-107, 1996.
- 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**, Brasília, v. 31, p. 645-651, 1996.
- DÖBEREINER, J. Fixação de nitrogênio em gramíneas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 1., n. 1, p. 1-9, 1977.
- 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, 155 p.
- DÖBEREINER, J., PAULA, M.A. de, MONTEIRO, E.M.S. A pesquisa em microbiologia do solo no Brasil. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 50, p. 841-854, 1990.
- DUTTO, P., LABANDERA, C., CANZANI, F. Inoculación de *Avena* sp. con *Azospirillum*. In: REUNIÓN LATINOAMERICANA DE RHIZOBIOLOGÍA, 28., Santa Cruz de la Sierra, 1996. **Memorias**. Santa Cruz de la Sierra: Asociación Latinoamericana de Rhizobiología, 1996, 347 p. p. 291-292.
- FAGES, J. *Azospirillum* inoculants and field experiments. In: OKON, Y. ***Azospirillum/plant associations***. Boca Raton: CRC, 1994. p. 87-109.
- MARTIN, C.C.G., DIDONET, A.D. Acumulación de nitrito y N<sub>2</sub>O en aislados de *Azospirillum* sp. de raíces de trigo (*Triticum aestivum*). In: REUNIÓN LATINOAMERICANA DE RHIZOBIOLOGÍA, 28., Santa Cruz de la Sierra, 1996. **Memorias**: Santa Cruz de la Sierra, Asociación Latinoamericana de Rhizobiología, 1996. 547 p. p. 291-292.
- OKON, Y., LABANDERA-GONZALEZ, C.A. Agronomic applications of *Azospirillum*: an evaluation of 20 years worldwide field inoculation. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 26, p. 1591-1601, 1994.
- RUSCHEL, A.P., PONTES, M.C.F. Fixação biológica de nitrogênio por microrganismos assimbióticos. In.: CARDOSO, E.J.B.N., TSAI, S.M., NEVES, M.C.P. **Microbiologia do Solo**. Campinas: SBCS, 1992. p. 181-200.
- SAUBIDET, M.I., BARNIEX, A.J. Crecimiento y fijación de nitrógeno en plantas de trigo con *Azospirillum* sp. In: REUNIÓN LATINOAMERICANA DE RHIZOBIOLOGÍA, 28., Santa Cruz de la Sierra, 1996. **Memorias**. Santa Cruz de la Sierra, Asociación Latinoamericana de Rhizobiología, 1996. 547 p. p. 533-535.
- SUMNER, M.E. Crop Responses to *Azospirillum* inoculation. **Advances in Soil Science**, New York, v. 12, p. 53-123, 1990.
- TEDESCO, M., WOLKWEISS, S.J., BOHNEN, H. **Análise de solos, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: UFRGS, 1985. 188 p. Boletim Técnico, 20.