

ACÚMULO DE NITROGÊNIO E DE MASSA SECA EM PLANTAS DE TRIGO INOCULADAS COM *AZOSPIRILLUM BRASILENSE*¹

AGOSTINHO DIRCEU DIDONET², OSMAR RODRIGUES³ e MÁRCIA HELENA KENNER⁴

RESUMO - Foi conduzido, em condições de campo, um ensaio com o objetivo de testar o efeito da inoculação de duas estirpes de *Azospirillum brasilense*, 245 e JA04, sob as formas de inoculante com turfa em pó e turfa granulada, na produção de massa seca, no acúmulo de N-total e na produção de grãos em plantas de trigo da cultivar BR 23. Os tratamentos inoculados e inoculados acrescidos de 15 kg N.ha⁻¹, testemunha absoluta e 60 kg N.ha⁻¹ (15 kg N.ha⁻¹ na semeadura e 45 kg N.ha⁻¹ no afinamento) foram distribuídos em blocos ao acaso, com quatro repetições. Aos 20 dias após a antese e na maturação, efetuaram-se avaliações do acúmulo de massa seca e de N-total, bem como da produção de grãos. A variação de biomassa de colmo e folhas entre as duas avaliações efetuadas foi positiva em todos os tratamentos inoculados, enquanto, nos tratamentos sem inoculação, essa variação foi negativa, indicando acúmulo em vez de perda de massa seca de palha nos tratamentos com inoculação. A inoculação promoveu maior absorção de N na fase pós-antese, período em que a maior disponibilidade de N não promoveu aumento na produção de grãos. O inoculante com turfa em pó da estirpe JA04, acrescido de 15 kg N.ha⁻¹ aplicados na semeadura, substituiu a adubação nitrogenada de 45 kg N.ha⁻¹, feita em cobertura, sem prejuízo no rendimento de grãos.

Termos para indexação: inoculação, acúmulo de N, acúmulo de biomassa.

NITROGEN AND DRY MATTER ACCUMULATION IN WHEAT PLANTS INOCULATED WITH *AZOSPIRILLUM BRASILENSE*

ABSTRACT - Aiming at assessing the effect of inoculation with two strains of *Azospirillum brasilense*, 245 and JA04, under the forms of powder and granulate inoculant on dry matter production, total N accumulation, and grain production of wheat plants of cultivar BR 23, a trial was carried out under field conditions. Inoculated treatments and inoculated treatments plus 15 kg N.ha⁻¹, absolute control, and 60 kg N.ha⁻¹ (15 kg N.ha⁻¹ at sowing and 45 kg N.ha⁻¹ at tillering) were distributed in blocks at random with four replications. Dry matter and total N accumulation, as well as grain production, were evaluated 20 days after anthesis and at maturity. Straw biomass variation between both evaluations was positive for all inoculated treatments, while such variation was negative in the non-inoculated treatments, indicating straw biomass accumulation instead of loss in the treatments with inoculation. Inoculation promoted a greater absorption of N at post-anthesis stage period, in which a higher availability of N did not contribute to an increase in grain production. Powder peat inoculant of strain JA04, plus 15 kg N.ha⁻¹ at sowing, replaced nitrogen fertilization of 45 kg N.ha⁻¹, applied as topdressing, without any negative effect on yield.

Index terms: inoculation, N accumulation, biomass accumulation.

¹ Aceito para publicação em 15 de maio de 1996.

² Eng. Agr., Dr., EMBRAPA-Centro Nacional de Pesquisa de Trigo (CNPQ), Caixa Postal 569, CEP 99001-970 Passo Fundo, RS. Bolsista do CNPq.

³ Eng. Agr., M.Sc., EMBRAPA-CNPQ.

⁴ Estudante de Agronomia da Universidade de Passo Fundo e bolsista de Iniciação Científica do CNPq, Câmpus Universitário, Bairro São José s/n, Passo Fundo, RS.

INTRODUÇÃO

Bactérias do gênero *Azospirillum* são organismos fixadores de nitrogênio, os quais podem viver em associação com a rizosfera de plantas, podendo estar presentes tanto dentro quanto fora das raízes. A contribuição da fixação biológica de nitrogênio atmosférico pelo *Azospirillum* localizado no sistema radicular das plantas tem menor significado agro-

nômico do que inicialmente se esperava, uma vez que os efeitos dessas bactérias estão na promoção do crescimento radicular das plantas, pela produção de substâncias promotoras do crescimento (Okon & Labandera-Gonzalez, 1994). Em trigo e em outros cereais, o principal efeito de *Azospirillum* parece ser na promoção do crescimento radicular, que, em condições favoráveis, beneficia a absorção de nutrientes e de água (Lin et al., 1983; Kapulnik et al., 1985; Okon, 1985; Michiels et al., 1989; Bashan & Levanony, 1990; Dubrovsky et al., 1994), aumentando, em alguns casos, a assimilação de nitrato (Ferreira et al., 1987). Técnicas que utilizam ^{15}N têm demonstrado que a inoculação de estirpe homóloga de *Azospirillum* no trigo aumenta o percentual de nitrogênio nos grãos (Boddey et al., 1986), efeito observado quando a planta de trigo absorve nitrogênio mineral na fase de desenvolvimento pós-antese (Langer & Liew, 1973). Em milho, há evidências de que a inoculação com *Azospirillum brasilense* aumenta a taxa de acúmulo de massa seca, principalmente em altas doses de nitrogênio, nas fases fenológicas mais adiantadas do desenvolvimento da planta, o que parece estar relacionado com aumento na atividade das enzimas fotossintéticas (Stancheva et al., 1992).

Vários resultados experimentais têm demonstrado efeitos benéficos expressivos da inoculação em sementes de trigo com a estirpe de *Azospirillum brasilense* 245, no que se refere a aumento de produtividade de grãos (Boddey et al., 1986; Baldani et al., 1987; Boddey & Döbereiner, 1988). Este aumento na produção de grãos foi correlacionado à presença dessa bactéria no interior da raiz de trigo, e não à presença da bactéria na superfície radicular (Baldani et al., 1983). Nos últimos 20 anos, 60 a 70% dos experimentos conduzidos com inoculação de *Azospirillum*, em várias culturas, mostraram aumentos de produtividade de até 30% (Okon & Labandera-Gonzalez, 1994). Nas condições de Passo Fundo, RS, têm sido encontrados aumentos de produção de grãos de trigo, não mais do que 20% superior à da testemunha sem nitrogênio, bem abaixo da produtividade normal com adubação nitrogenada de 60 kg N.ha⁻¹. Uma das possíveis causas para a obtenção desses pequenos aumentos de rendimento é a forma de aplicação do inoculante, que pode difi-

cultar o estabelecimento das bactérias inoculadas no sistema radicular do trigo em ensaios de campo.

O presente trabalho teve como objetivo verificar o efeito da inoculação, em sementes de trigo, de duas estirpes de *Azospirillum brasilense*, 245 e JA04, nas formas de inoculante com turfa em pó e turfa granulada, no acúmulo de nitrogênio e biomassa, da parte aérea da planta e dos grãos.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi instalado no ano agrícola de 1989, no campo experimental da EMBRAPA-CNPT, Passo Fundo, RS, em solo LVE, com as seguintes características: pH=5,8; Al⁺⁺⁺=0,05 me.100 g⁻¹; Ca⁺⁺+Mg⁺⁺=7,6 me.100 g⁻¹; P=20 ppm; K=122 ppm; e MO=2,4%. A adubação com PK foi efetuada antes da sementeira, conforme recomendação da Comissão Sul-brasileira de Pesquisa de Trigo, utilizando-se adubo na formulação 0-20-30. Utilizaram-se a cultivar de trigo BR-23 e as estirpes de *Azospirillum brasilense* 245 e JA04, estas como inoculante, que foi preparado com turfa em pó e turfa granulada, na base de 10⁹ células de bactérias por g de inoculante. A inoculação foi efetuada no momento da sementeira, utilizando-se 1,8 g de inoculante turfoso em pó para 150 g de sementes e 5 g.m⁻¹ linear de inoculante granulado distribuído no sulco de plantio. Cada parcela foi constituída de 10 linhas de 6 m de comprimento, perfazendo 12 m², com densidade de 320 sementes aptas por m². Os tratamentos, distribuídos em blocos ao acaso, com quatro repetições, foram os seguintes: T1 - Testemunha absoluta (sem inoculação e sem nitrogênio); T2 - Inoculação com turfa em pó, estirpe 245; T3 - Inoculação com turfa em pó, estirpe JA04; T4 - Inoculação com turfa granulada, estirpe 245; T5 - Inoculação com turfa granulada, estirpe JA04; T6 - Inoculação com turfa em pó, estirpe 245, acrescida de 15 kg N.ha⁻¹, aplicados na sementeira; T7 - Inoculação com turfa em pó, estirpe JA04, acrescida de 15 kg N.ha⁻¹, aplicados na sementeira; T8 - Testemunha nitrogenada, 15 kg N.ha⁻¹, aplicados na sementeira, e 45 kg N.ha⁻¹, aplicados no afilhamento. O nitrogênio foi aplicado aos tratamentos correspondentes, na forma de uréia. Aos 20 dias após a antese e na maturação, foram feitas coletas de 0,5 m linear de plantas para avaliação da massa seca e do nitrogênio total acumulado na parte aérea das plantas, separando-se as espigas dos colmos e folhas. A massa seca foi obtida após secagem do material em estufa ventilada a 65°C, por quatro dias, material que, após moído, foi utilizado para a determinação de N-total, pelo método semimicro Kjeldhal. Na colheita final, avaliaram-se a pro-

dução de grãos, o peso de 1.000 sementes, o número de espigas.planta⁻¹ e o teor de N nos grãos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em avaliação efetuada 20 dias após a antese, nenhum tratamento foi estatisticamente superior ao tratamento testemunha, no que se refere ao acúmulo total de massa seca da parte aérea da planta (Tabela 1). Porém, somente os tratamentos inoculados com a estirpe 245, turfa em pó e a estirpe JA04, turfa granulada acumularam estatisticamente menos massa seca total do que o tratamento com 15 kg N.ha⁻¹ na sementeira e 45 kg N.ha⁻¹ no afilhamento (Tabela 1). Na maturação, somente os tratamentos com inoculante turfoso granulado sem nitrogênio das estirpes 245 e JA04 e inoculante com turfa em pó da estirpe 245 acrescido de 15 kg N.ha⁻¹ na sementeira apresentaram rendimento de massa seca total estatisticamente igual ao da testemunha sem N (Tabela 1). Nessa avaliação, vale ressaltar que, à exceção do tratamento testemunha, todos os demais foram estatisticamente iguais entre si, indicando que a inoculação tem efeito semelhante, no acúmulo de massa seca total final das plantas de trigo, ao tratamento com 60 kg N.ha⁻¹ (Tabela 1).

O nitrogênio total acumulado na planta, avaliado 20 dias após a antese e na maturação, teve, de forma geral, o mesmo comportamento observado em relação à massa seca (Tabela 2). Aos 20 dias após a antese, somente os tratamentos 15 kg N.ha⁻¹ na sementeira e 45 kg N.ha⁻¹ no afilhamento (60 kg N.ha⁻¹) e inoculante com turfa em pó da estirpe JA04 acrescido de 15 kg N.ha⁻¹ acumularam significativamente mais N-total na planta do que o tratamento testemunha sem N. Na maturação, todos os tratamentos com inoculação foram estatisticamente iguais entre si, porém somente os tratamentos com turfa em pó da estirpe 245 e o tratamento com 60 kg N.ha⁻¹ acumularam significativamente mais N-total na massa seca da parte aérea do que o tratamento testemunha. Com relação ao acúmulo de N-total no grão, apenas os tratamentos inoculante em pó da estirpe 245 e inoculante com turfa granulada de ambas as estirpes não diferiram estatisticamente do tratamento testemunha; porém o único tratamento que acumulou idêntica quantidade de N-total no grão ao tratamento com 60 kg N.ha⁻¹ foi o tratamento com inoculante de turfa em pó da estirpe JA04 acrescido de 15 kg N.ha⁻¹ na sementeira (Tabela 2). Esses resultados indicam a existência de diferenças fisiológicas importantes no acúmulo de nitrogênio na parte aérea da planta e sua remobilização para os grãos, entre

TABELA 1. Produção de massa seca da parte aérea de plantas de trigo, cultivar BR 23, cujas sementes receberam inoculante turfoso em pó e granulado das estirpes de *Azospirillum brasilense* 245 e JA04¹.

Tratamento	20 dias após a antese			Maturação		
	Colmo+folhas (P)	Espiga (E)	(P+E)	Colmo+folhas (P)	Espiga (E)	(P+E)
	----- g. m ⁻² -----					
Testemunha, sem inoculante e sem nitrogênio	333,1 ab	178,6 ab	511,7 ab	284,7 b	286,1 b	570,8 b
Inoculante turfa em pó, estirpe 245	305,5 b	158,7 b	464,2 b	448,8 a	430,6 a	879,4 a
Inoculante turfa em pó, estirpe JA04	342,3 ab	180,8 ab	523,1 ab	414,7 a	410,7 ab	825,4 a
Inoculante turfa granulada, estirpe 245	337,9 b	171,7 ab	509,6 ab	344,5 ab	328,2 ab	672,7 ab
Inoculante turfa granulada, estirpe JA04	298,0 b	150,0 b	448,0 b	376,3 ab	349,0 ab	725,3 ab
Inoculante turfa em pó, estirpe 245 e 15 kg N.ha ⁻¹ na sementeira	384,8 ab	202,7 ab	587,5 ab	403,9 ab	390,1 ab	794,0 ab
Inoculante turfa em pó, estirpe JA04 e 15 kg N.ha ⁻¹ na sementeira	435,8 a	214,9 ab	650,7 a	456,3 a	421,6 a	877,9 a
15 kg N.ha ⁻¹ na sementeira e 45 kg N.ha ⁻¹ no afilhamento	485,3 a	239,2 a	724,5 a	467,4 a	457,6 a	925,0 a

¹ Valores seguidos da mesma letra, na mesma coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

TABELA 2. Acúmulo de N-total na massa seca da parte aérea e nos grãos de plantas de trigo, cujas sementes receberam inoculante turfoso em pó e granulado das estirpes de *Azospirillum brasilense* 245 e JA04¹.

Tratamento	20 dias após a antese			Maturação			Colheita final
	Colmo+folhas (P)	Espiga (E)	(P+E)	Colmo+folhas (P)	Espiga (E)	(P+E)	Grão
	----- kg N.ha ⁻¹ -----						
Testemunha, sem inoculante e sem nitrogênio	20,9 b	27,3 ab	48,2 b	13,5 b	39,4 a	52,9 b	38,7 d
Inoculante turfa em pó, estirpe 245	20,4 b	24,8 b	45,2 b	23,5 ab	61,4 a	84,9 a	46,7 bcd
Inoculante turfa em pó, estirpe JA04	22,7 b	27,0 ab	49,7 b	21,8 ab	57,9 a	79,7 ab	53,0 b
Inoculante turfa granulada, estirpe 245	22,3 b	25,5 b	47,9 b	16,8 ab	44,5 a	61,2 ab	44,4 cd
Inoculante turfa granulada, estirpe JA04	19,4 b	24,0 b	43,4 b	17,4 ab	46,4 a	63,8 ab	49,4 bcd
Inoculante turfa em pó, estirpe 245 e 15 kg N.ha ⁻¹ na semeadura	26,6 b	31,3 ab	57,9 ab	18,9 ab	52,9 a	71,8 ab	51,5 bc
Inoculante turfa em pó, estirpe JA04 e 15 kg N.ha ⁻¹ na semeadura	25,4 b	35,1 a	60,5 a	24,8 a	58,9 a	83,7 ab	59,3 a
15 kg N.ha ⁻¹ na semeadura e 45 kg N.ha ⁻¹ no aflilhamento	38,5 a	38,1 a	76,6 a	26,9 a	60,8 a	87,7 a	68,4 a

¹ Valores seguidos da mesma letra, na mesma coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

os tratamentos inoculados e os tratamentos sem inoculação. Efeito da inoculação na assimilação de nitrogênio pela planta de trigo foi observado por Baldani et al. (1983), que demonstraram a ocorrência de um aumento no N-total maior do que o incremento de massa seca. Esse aumento na incorporação de nitrogênio pela planta de trigo inoculado com a estirpe Sp 245 foi atribuído à atividade da redutase do nitrato da bactéria presente na raiz (Boddey et al., 1986; Ferreira et al., 1987), como também pode ser no presente caso. Nossos resultados indicam ainda que esta incorporação de nitrogênio ocorre em maior grau, num período de desenvolvimento da planta subsequente à antese.

O incremento de massa seca de palha sem a espiga entre 20 dias após a antese e a maturação foi positivo em todos os tratamentos inoculados; já nos tratamentos sem inoculação, essa variação foi negativa, indicando perda de massa seca de palha nesses tratamentos e ganho nos tratamentos inoculados (Tabela 3). Nas espigas, incluindo grãos, o incremento na massa seca, no período de tempo compreendido entre as duas avaliações, variou de 107,5 a 271,9 g.m⁻², correspondendo a 45,1 e a 94,2% do

peso final dos grãos, respectivamente. O incremento do N-total na planta, considerado como o N absorvido nesse período, contribuiu com 12,1 e 16,1% para o N-total final dos grãos nos tratamentos não-inoculados, testemunha e 60 kg N.ha⁻¹, respectivamente, enquanto, nos tratamentos inoculados, essa contribuição variou de 27,0 a 85,0% (Tabela 3). Esses dados indicam que os tratamentos inoculados acumularam mais massa seca e N-total na parte aérea no período entre 20 dias após a antese e a maturação do que nos tratamentos sem inoculação. O acúmulo de massa seca nesse período deve ser basicamente proveniente de uma maior atividade fotossintética da planta nos tratamentos inoculados, uma vez que a massa seca de palha (colmos + folhas) incrementou nesse período, enquanto, nos tratamentos sem inoculação, houve perda de massa seca de palha. Essa observação está de acordo com resultados observados em milho inoculado com *Azospirillum* por Stancheva et al. (1992), que detectaram um incremento na atividade das enzimas relacionadas com a atividade fotossintética em período mais tardio do desenvolvimento da planta. Esse aumento na fotossíntese corrente após a antese pa-

rece ser um efeito típico do aumento de absorção e de assimilação tardia de N, que reduz momentaneamente o teor de carboidratos da planta, o qual é compensado posteriormente por altas taxas de fotossíntese e pela duração de área foliar verde (Bäzinger et al., 1994). Assim, se for considerada a contribuição do incremento do N-total da planta nesse período com o N-total do grão, pode-se observar que, nos tratamentos inoculados, o nitrogênio absorvido nesse período tem maior participação no N-total dos grãos, enquanto, nos tratamentos não-inoculados, é o nitrogênio absorvido até 20 dias após a antese que tem maior participação no N-total do grão (Tabela 3).

Normalmente, o percentual do nitrogênio total dos grãos proveniente das partes vegetativas pode variar de 60 a 80%, determinado pelas condições ambientais (Spiertz, 1977; Simmons & Moss, 1978; Papakosta & Gagianas, 1991), nitrogênio este absorvido pela planta antes da antese (Austin et al., 1977; Perez et al., 1983). Esses valores estão de acordo com as observações feitas neste ensaio, no que

se refere aos tratamentos sem inoculação, cujo nitrogênio absorvido até 20 dias após a antese seguramente teve significativa contribuição para o total de N presente nos grãos. Já nos tratamentos inoculados, essa contribuição deve ter sido bem menor, indicando que a presença da bactéria no sistema radicular promoveu expressiva absorção de nitrogênio pela planta em período posterior à antese (Tabela 3). Como a absorção desse nitrogênio ocorreu em período mais tardio do desenvolvimento da planta, esse elemento não influenciou nem o número de grãos por espiga nem o número de grãos por m² (Peltonen, 1992), principais componentes associados ao rendimento, podendo influenciar no peso individual e no teor de nitrogênio do grão (Langer & Liew, 1973; Altman et al., 1983; Cox et al., 1986).

A produção de grãos nos tratamentos inoculados variou de 14,4 a 47,8% superior à da testemunha, enquanto, no tratamento nitrogenado, 60 kg N.ha⁻¹, esse valor foi de 76,8% (Tabela 4). Vale ressaltar que somente o tratamento com inoculante de turfa em pó da estirpe JA04 acrescido de 15 kg N.ha⁻¹

TABELA 3. Incremento (+) ou perda (-) de massa seca e N-total acumulado na parte aérea, no período compreendido entre 20 dias após a antese e a maturação, e o percentual do N-total presente no grão que foi absorvido pela planta nesse período, em plantas de trigo cujas sementes receberam inoculante turfoso em pó e granulado das estirpes de *Azospirillum brasilense* 245 e JA04.

Tratamento	Incremento (+) ou perda (-) de massa seca no período entre 20 dias após a antese e a maturação			Incremento (+) ou perda (-) de N-total no período entre 20 dias após a antese e a maturação			Contribuição do incremento do N-total da planta (Pmf+Emf) para o N-total do grão ¹
	Colmo+folhas (P)	Espiga (E)	total da planta (P+E)	Colmo+folhas (Pmf)	Espiga (Emf)	Total da planta (Pmf+Emf)	
	g.m ⁻²			g N.m ⁻²			%
Testemunha sem inoculante e sem nitrogênio	-48,4	+107,5	+59,1	-0,74	+1,21	+0,47	12,1
Inoculante turfa em pó, estirpe 245	+143,3	+271,9	+415,2	+0,31	+3,66	+3,97	85,0
Inoculante turfa em pó, estirpe JA04	+72,4	+229,9	+302,3	-0,09	+3,09	+3,00	56,6
Inoculante turfa granulada, estirpe 245	+6,6	+156,5	+163,1	-0,56	+1,89	+1,33	29,9
Inoculante turfa granulada, estirpe JA04	+78,3	+199,0	+277,3	-0,20	+2,24	+2,04	41,3
Inoculante turfa em pó, estirpe 245 e 15 kg N.ha ⁻¹ na semeadura	+19,1	+187,4	+206,3	-0,77	+2,16	+1,39	27,0
Inoculante turfa em pó, estirpe JA04 e 15 kg N.ha ⁻¹ na semeadura	+20,5	+206,7	+227,2	-0,06	+2,38	+2,32	39,1
15 kg N.ha ⁻¹ na semeadura e 45 kg N.ha ⁻¹ no afilhamento	-17,9	+218,4	+200,5	-1,16	+2,26	+1,10	16,1

¹ Calculado tomando-se o incremento líquido do N-total da planta no intervalo de tempo compreendido entre 20 dias após a antese e a maturação, representado por Pmf+Emf, e o N total presente na semente por ocasião da colheita, Ngrão, transformado em gN.m⁻² conforme Tabela 2; Pmf = incremento ou perda de N-total de colmo + folhas no período compreendido entre 20 dias após a antese e a maturação; Emf = incremento ou perda de N total da espiga no período compreendido entre 20 dias após a antese e a maturação.

TABELA 4. Produção de grãos e eficiência de utilização do nitrogênio adicionado de plantas de trigo, cujas sementes receberam inoculante turfoso em pó e granulado das estirpes de *Azospirillum brasilense* 245 e JA04¹.

Tratamento	Produção de grãos (kg.ha ⁻¹)	Produção de grãos acima da testemunha (%)	kg grão acima da testemunha/kg N adicionado (kg/kg)	Aumento do N-total do grão acima da testemunha (%)
Testemunha, sem inoculante e sem nitrogênio	2382 d	0,0	0,0	0,0
Inoculante turfa em pó, estirpe 245	2886 bcd	21,1	-	20,7
Inoculante turfa em pó, estirpe JA04	3075 bc	29,1	-	36,9
Inoculante turfa granulada, estirpe 245	2726 cd	14,4	-	14,7
Inoculante turfa granulada, estirpe JA04	2935 bcd	23,2	-	27,6
Inoculante turfa em pó, estirpe 245 e 15 kg N.ha ⁻¹ na semeadura	3155 b	32,4	51,5	33,1
Inoculante turfa em pó, estirpe JA04 e 15 kg N.ha ⁻¹ na semeadura	3520 a	47,8	75,9	53,2
15 kg N.ha ⁻¹ na semeadura e 45 kg N.ha ⁻¹ no afilamento	4211 a	76,8	30,5	76,7

¹ Valores seguidos da mesma letra, na mesma coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

teve a produção de grãos estatisticamente igual ao tratamento com 60 kg N.ha⁻¹. Em média, os tratamentos inoculados com inoculante de turfa em pó sem N produziram 25,1% mais grãos em relação à testemunha, enquanto, na média dos tratamentos com inoculante de turfa granulada sem N, esse incremento foi de 18,8% (Tabela 4). Essas observações indicam que o inoculante à base de turfa em pó tem melhor comportamento do que o inoculante à base de turfa granulada.

Considerando a quantidade de grãos produzida acima da testemunha, relacionada com a quantidade de adubo nitrogenado aplicado ao solo, verificase que cada kg de N produziu 30,5 kg de grão no tratamento com 60 kg N.ha⁻¹ e sem inoculação, ao passo que, nos tratamentos inoculados, cada kg de N aplicado produziu 51,5 kg de grão, com a estirpe 245, e 75,9 kg de grão, com a estirpe JA04 (Tabela 4). O percentual de aumento no N-total do grão acima da testemunha acompanhou o aumento percentual na produção de grãos acima da testemunha, com exceção dos tratamentos em que a estirpe JA04 participou do inoculante, no qual o N-total do grão acima da testemunha foi maior do que a produção de grãos acima da testemunha. Esses resultados indicam que, nas condições deste ensaio, o inoculante turfoso em pó da estirpe JA04 acrescido

de 15 kg N.ha⁻¹ substituiu 45 kg N.ha⁻¹, tendo maior eficiência na utilização do nitrogênio do que o tratamento com 60 kg N.ha⁻¹, 75,9 contra 30,5 kg de grão por kg de N adicionado, respectivamente.

CONCLUSÕES

1. Os inoculantes de turfa em pó das estirpes de *Azospirillum brasilense* 245 e JA04 promovem maior acúmulo de massa seca total da planta de trigo no período compreendido entre 20 dias após a antese e a maturação.

2. O acúmulo de massa seca de palha e de nitrogênio no período pós-antese, proporcionado pela inoculação das bactérias, não se reflete na produção de grãos.

3. A inoculação de *Azospirillum* em sementes de trigo aumenta a produção de grãos em relação à testemunha sem nitrogênio.

REFERÊNCIAS

ALTMAN, D.W.; MCCUISTION, W.L.; KRONSTAD, W.E. Grain protein percentage, kernel hardness, and grain yield of winter wheat with foliar applied urea. *Agronomy Journal*, v.75, p.87-91, 1983.

- AUSTIN, R.B.; FORD, M.A.; EDRICH, J.A.; BLACKWELL, R.D. The nitrogen economy of winter wheat. *Journal of Agricultural Science*, v.88, p.159-167, 1977.
- BALDANI, V.L.D.; BALDANI, J.I.; DÖBEREINER, J. Effects of *Azospirillum* inoculation on root infection and nitrogen incorporation in wheat. *Canadian Journal of Microbiology*, v.29, p. 924-929, 1983.
- BALDANI, V.L.D.; BALDANI, J.I.; DÖBEREINER, J. Inoculation of field-grown wheat (*Triticum aestivum*) with *Azospirillum* sp. in Brazil. *Biology and Fertility of Soils*, v.4, p.37-40, 1987.
- BASHAN, Y.; LEVANONY, H. Current status of *Azospirillum* as a challenge for agriculture. *Canadian Journal of Microbiology*, v.36, p.591-608, 1990.
- BÄZINGER, M.; FEIL, B.; STAMP, P. Competition between nitrogen accumulation and grain growth for carbohydrates during grain filling of wheat. *Crop Science*, v.34, p.440-446, 1994.
- BODDEY, R.M.; BALDANI, V.L.D.; BALDANI, J.I.; DÖBEREINER, J. Effect of inoculation of *Azospirillum* sp. on nitrogen accumulation by field grown wheat. *Plant and Soil*, v.95, p.109-121, 1986.
- BODDEY, R.M.; DÖBEREINER, J. Nitrogen fixation associated with grasses and cereals: recent results and perspectives for future research. *Plant and Soil*, v.108, p. 53-65, 1988.
- COX, M.C.; QUALSET, C.O.; RAINS, D.W. Genetic variation for nitrogen assimilation and translocation in wheat. III. Nitrogen translocation in relation to grain yield and protein. *Crop Science*, v.26, p.737-740, 1986.
- DUBROVSKY, J.G.; PUENTE, M.E.; BASHAN, Y. *Arabidopsis thaliana* as a model system for the study of the effect of inoculation by *Azospirillum brasilense* Sp-245 on root hair growth. *Soil Biology and Biochemistry*, v.26, p.1657-1664, 1994.
- FERREIRA, M.C.B.; FERNANDES, M.S. DÖBEREINER, J. Role of *Azospirillum brasilense* nitrate reductase in nitrate assimilation by wheat plants. *Biology and Fertility of Soils*, v.4, p. 47-53, 1987.
- KAPULNIK, Y.; GAFNY, R.; OKON, Y. Effect of *Azospirillum* spp. inoculation on root development and NO₃-uptake in wheat (*Triticum aestivum* cv. Miriam) in hydroponic systems. *Canadian Journal of Botany*, v.63, p.627-631, 1985.
- LANGER, R.H.M.; LIEW, F.K.Y. Effects of varying nitrogen supply at different stages of reproductive phase on spikelet and grain production and on nitrogen in wheat. *Australian Journal of Agricultural Research*, v.24, p.647-656, 1973.
- 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.
- MICHELIS, K.; VANDERLEYDEN, J.; VAN GOOL, A. *Azospirillum*-plant root associations: a review. *Biology and Fertility of Soils*, v.6, p.356-368, 1989.
- OKON, Y. *Azospirillum* as a potential inoculant for agriculture. *Trends in Biotechnology*, v.3, p.223-228, 1985.
- OKON, Y.; LABANDERA-GONZALEZ, C.A. Agronomic applications of *Azospirillum*: an evaluation of 20 years worldwide field inoculation. *Soil Biology and Biochemistry*, v.26, p.1591-1601, 1994.
- PAPAKOSTA, D.K.; GAGIANAS, A.A. Nitrogen and dry matter accumulation, remobilization, and losses for Mediterranean wheat during grain filling. *Agronomy Journal*, v.83, p.864-870, 1991.
- PELTONEN, J. Ear developmental stage used for timing supplemental nitrogen application to spring wheat. *Crop Science*, v.32, p.1029-1033, 1992.
- PEREZ, P.; MARTINEZ-CARRASCO, R.; PUENTE, L.S. de la. Uptake and distribution of nitrogen in wheat plants supplied with different amounts of nitrogen after stem elongation. *Annals of Applied Biology*, v.102, p.399-406, 1983.
- SIMMONS, S.R.; MOSS, D.M. Nitrate reductase as a factor affecting nitrogen assimilation during the grain filling period in spring wheat. *Crop Science*, v.18, p.584-586, 1978.
- SPIERTZ, J.H.J. The influence of temperature and light intensity on grain growth in relation to the carbohydrate and nitrogen economy of the wheat plant. *Netherland Journal of Agricultural Science*, v.25, p.182-197, 1977.
- STANCHEVA, I.; DIMITROV, I.; KALOYANOVA, N.; DIMITROVA, A.; ANGELOV, M. Effects of inoculation with *Azospirillum brasilense* on photosynthetic enzyme activities and grain yield in maize. *Agronomie*, v.12, p.319-324, 1992.