



Embrapa
Soja

ISSN 1517-1752

Comunicado Técnico

Nº 61, ago/1999, p.1-7

INOCULAÇÃO DE SEMENTES DE SOJA: EFEITO DA DOSE DE INOCULANTE TURFOSO E DO USO DE AÇÚCAR COMO ADERENTE DA TURFA¹

Oswaldino Brandão Junior¹
Mariangela Hungria²
Rubens José Campo²

► **Introdução**

A associação simbiótica da soja com bactérias das espécies *Bradyrhizobium japonicum* e *B. elkanii* resulta na formação de nódulos nas raízes, onde ocorre o processo de fixação biológica do N₂ (FBN). Esse processo biológico é de grande importância para a cultura da soja, pois o nitrogênio é o nutriente requerido em maior quantidade pela cultura que, para produzir 2.500 kg/ha, requer 250 a 300 kg de N, dos quais 70%, ou mais, são retirados da lavoura pelos grãos. Esse N poderia ser fornecido pela matéria orgânica, mas os teores encontrados nos nossos solos são baixos e, rapidamente, o reservatório de N do solo seria esgotado. O uso de fertilizantes nitrogenados também é inviável pois, além

do custo elevado, normalmente mais de 50% é perdido por lixiviação, nitrificação e desnitrificação, o que exigiria a aplicação de 300 a 400 kg de N/ha para atingir esses níveis de produtividade.

A inoculação com estirpes selecionadas de *Bradyrhizobium*, porém, garante a maximização do processo biológico. Essas estirpes devem ser mantidas em suportes que permitam o seu transporte e armazenamento até o momento da semeadura e a turfa constitui um dos melhores veículos para a elaboração de inoculantes comerciais. No Brasil, são comercializadas, anualmente, cerca de 12 milhões de doses de inoculantes, a maioria a base de turfa e as doses recomendadas em diversos trabalhos de pesquisa variam, de 250 a 1000 g/50 kg de

¹ Parte da tese de mestrado em agronomia do primeiro autor na Universidade Estadual de Londrina, PR.

² Eng. Agr., Ph.D., Pesquisador da Embrapa Soja, Londrina.

CT/61, Embrapa Soja, ago/1999, p.2.

sementes. Tem sido recomendado, também, em diversos países que, no caso de condições ambientais desfavoráveis, sejam empregadas doses mais elevadas de inoculante turfoso. Dúvidas sobre a melhor dose a ser empregada estão surgindo, ainda, como resultado da nova legislação que está entrando em vigor e que especifica que os inoculantes devem estar isentos de contaminantes na diluição 10^{-5} e devem conter uma população mínima de 10^8 células/g ou mL do inoculante, permitindo uma população de 80.000 células/semente. Desse modo, será que, ao utilizar um inoculante de melhor qualidade, a dose pode ser reduzida?

Apesar de a turfa ser considerada como o melhor veículo para carregar as estirpes, a sua aderência às sementes é baixa, requerendo o emprego de adesivos. Durante muitos anos, a recomendação foi o uso de solução açucarada (açúcar comercial) a 25%, mas sempre eram levantadas dúvidas sobre a utilização dessa concentração elevada, que poderia reduzir o vigor e aumentar a incidência de doenças nas sementes.

Neste comunicado, são relatados os resultados obtidos em experimentos conduzidos em laboratório, em casa de vegetação e a campo para definir a dose do inoculante turfoso e a concentração de solução açucarada mais adequadas para a inoculação de sementes de soja.

► Dose do Inoculante Turfoso

As doses estudadas foram de 250g, 500g, 750g e 1000g de inoculante/50 kg de sementes. As doses de 250g e 500g de inoculante permitiram a aderência máxima do inoculante turfoso às sementes, com uma queda drástica na dose de 1000g, com adesão de somente 66% do inoculante. (Tabela 1). Constatou-se que as sementes conseguiram aderir entre 500g e 600g de inoculante, consequentemente, fica claro que doses superiores implicam em perda de grande parte do inoculante adicionado e, pelas dificuldades relacionadas a essas doses, como o depósito no fundo da semeadora, dificultando a operacionalização da semeadura, não devem ser recomendadas.

TABELA 1. Efeito da dose do inoculante turfoso (g de inoculante/50 kg de sementes) na porcentagem de aderência do inoculante às sementes de soja, cv. BR-37. Experimento conduzido em laboratório utilizando, como aderente, 500 ml/50 kg da solução açucarada a 25%.

Dose do Inoculante (g)	Aderência às Sementes (%)	Total do Inoculante Aderido (g/50 kg)
250	92,2 a ¹	230,4
500	88,6 a	442,8
750	80,0 b	600,0
1000	66,2 c	666,2
CV (%)	31,0	

¹ Médias de quatro repetições e, quando seguidas pela mesma letra, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (5%).

CT/61, Embrapa Soja, ago/1999, p.3.

Em casa de vegetação, em substrato estéril, portanto na ausência de competição com outros rizóbios, a dose de 250 g já assegurou boa nodulação. Nessas condições, não houve diferença estatística, em relação ao N total acumulado na parte aérea (Tabela 2). Ao contrário, para as plantas crescendo em vasos contendo solo não esterilizado, com uma população de 10^5 células de *Bradyrhizobium*/g de solo, as doses de 500g e 750g permitiram maior nodulação, refletindo em um conteúdo maior de N na parte aérea (Tabela 2). Desse modo, a inoculação com as doses 500g e 750g resultou em incrementos no N total da parte aérea de 35% e 43%, em relação à população naturalizada do solo, enquanto que a aplicação de N mineral reduziu a nodulação sem resultar em incrementos no N acumulado na parte aérea (Tabela 2).

No experimento conduzido no latossolo roxo distrófico (LRd) de Londrina, safra 1994/1995, não foram detectadas diferenças estatísticas, entre os tratamentos, em todos os parâmetros analisados, pois a população naturalizada do solo permitiu boa nodulação e fixação do N_2 , resultando em produtividade e N total dos grãos elevados (Tabela 3). Contudo, no latossolo vermelho escuro (LVe) de Ponta Grossa, safra 1994/1995, o maior rendimento foi obtido com a dose de 500g de inoculante, superior em 31%, em relação à população naturalizada do solo e em 26%, em relação à dose de 250g. No tratamento com 500g houve, também, incremento de 34% no N total acumulado nos grãos, em relação ao tratamento com a população naturalizada do solo (Tabela 3). Na safra 1995/1996, em Londrina, a reinoculação resultou em ganhos no

TABELA 2. Efeito da dose do inoculante turfoso (g de inoculante/50 kg de sementes), contendo as estirpes SEMIA 587 e SEMIA 5019 (10^8 células/g de inoculante), na nodulação e no N total da parte aérea de soja, cultivar BR-37. Como aderente, foram utilizados 500 ml/50 kg da solução açucarada a 25%. Experimentos conduzidos em frascos contendo solução nutritiva isenta de N e esterilizada e em solo (LRd com 10^5 células de *Bradyrhizobium*/g de solo). Plantas coletadas cinco semanas após a emergência.

Dose do Inoculante (g)	Substrato estéril		Vasos com solo	
	Massa de nódulos (mg/pl.)	N total (mg N/pl.)	Massa de nódulos (mg/pl.)	N total (mg N/pl.)
250	47,6 a ²	17,2 a	57,7 a	19,1 b
500	34,5 a	16,2 a	75,6 a	25,2 a
750	47,1 a	19,8 a	75,6 a	26,8 a
1000	42,1 a	16,1 a	61,1 a	18,7 b
T ¹	0 ³	2,2 b	60,6 a	18,7 b
T ¹ + N	0 ³	16,9 a	32,3 b	25,2 a
CV (%)	22,8	9,9	28,9	11,7

¹ Testemunha não inoculada, sem e com 40 mg N (KNO_3)/planta/semana.

² Médias de cinco (substrato estéril) e quatro (solo) repetições e, quando seguidas pela mesma letra, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (5%).

³ Dados não considerados na análise estatística.

CT/61, Embrapa Soja, ago/1999, p.4.

TABELA 3. Efeito da dose de inoculante turfoso (g de inoculante/50 kg de sementes), contendo as estirpes SEMIA 587 e SEMIA 5019 (10^8 células/g de inoculante), no rendimento e no N total dos grãos (NTG) de soja, cultivar BR-37. Experimentos conduzidos na safra 1994/1995, em Londrina, em um LRd com população naturalizada (10^5 células de *Bradyrhizobium*/g de solo) e em Ponta Grossa, em um LVe com população naturalizada (10^3 células de *Bradyrhizobium*/g de solo). Como aderente, foram utilizados 500 ml/50 kg da solução açucarada a 25%.

Dose do Inoculante (g)	Londrina		Ponta Grossa	
	Rend. ¹ (kg/ha)	NTG (kg N/ha)	Rend. ¹ (kg/ha)	NTG (kg N/ha)
0	2.816 ²	141,4	1.942 c	102,7 b
250	2.647	138,4	2.008 c	108,8 b
500	2.868	139,7	2.538 a	137,8 a
750	2.746	135,4	2.326 ab	126,5 ab
1000	2.898	150,7	2.164 bc	119,0 ab
CV (%)	10,5	13,1	12,2	13,3

¹ Rendimento de grãos corrigido para 13% de umidade.

² Os valores representam médias de seis repetições e, quando seguidos pela mesma letra, não diferem estatisticamente, pelo teste de Duncan, ao nível de 5%.

rendimento e no N total dos grãos. O maior rendimento foi obtido com a dose de 500g de inoculante, embora não houvesse diferença estatística em relação às demais doses. O emprego de 500g permitiu um ganho de 1.151kg de grãos e 87,6kg de N total nos grãos por hectare, em rela-

ção à população naturalizada do solo (Tabela 4). Resultados semelhantes foram obtidos, nessa safra, no experimento de Ponta Grossa, também com destaque para a dose de 500g de inoculante/50kg de sementes. Em Ponta Grossa, as diferenças foram estatisticamente significativas, com

TABELA 4. Efeito da dose de inoculante turfoso (g de inoculante/50 kg de sementes), contendo as estirpes SEMIA 587 e SEMIA 5019 (10^8 células/g de inoculante), no rendimento e no N total dos grãos (NTG) de soja, cultivar BR-37. Experimentos conduzidos na safra 1995/1996, em Londrina, em um LRd com população naturalizada (10^5 células de *Bradyrhizobium*/g de solo) e em Ponta Grossa, em um LVe com população naturalizada (10^3 células de *Bradyrhizobium*/g de solo). Como aderente, foram utilizados 500 ml/50 kg da solução açucarada a 25%.

Dose do Inoculante (g)	Londrina		Ponta Grossa	
	Rend. ¹ (kg/ha)	NTG (kg N/ha)	Rend. ¹ (kg/ha)	NTG (kg N/ha)
0	2.555 b ²	153,3 b	2.855 b	169,7 b
250	3.566 a	221,1 a	3.186 ab	169,4 ab
500	3.706 a	240,9 a	3.372 a	189,7 a
750	3.605 a	219,9 a	3.075 ab	169,6 ab
1000	3.653 a	224,6 a	3.101 ab	167,4 b
CV (%)	8,2	8,5	6,9	7,1

¹ Rendimento de grãos corrigido para 13% de umidade.

² Os valores representam médias de seis repetições e, quando seguidos pela mesma letra, não diferem estatisticamente, pelo teste de Duncan, ao nível de 5%.

CT/61, Embrapa Soja, ago/1999, p.5.

incrementos, pela inoculação com 500g, de 18% no rendimento de grãos e de 12% no N total dos grãos, em relação à população naturalizada do solo (Tabela 4).

Esses resultados foram confirmados em outros experimentos conduzidos na Embrapa Soja. A dose de 500g de inoculante/50kg de sementes fornece uma população aproximada de 160.000 células por semente, portanto, superior às exigências da lei. Os benefícios dessa dose elevada, porém, provavelmente residem em fatores físicos da turfa na proteção às estirpes de *Bradyrhizobium*, por exemplo, contra efeitos de dessecação em solos secos, proteção contra temperaturas elevadas, etc.

► **Concentração da Solução Açucarada como Aderente do Inoculante Turfoso**

Foram testadas as doses de 10%, 15%, 20% e 25% de solução açucarada (açúcar comercial). A solução a 10% já foi suficiente para

aderir o inoculante turfoso às sementes, incrementando em 90% (de 48,2% para 91,5%) a aderência em relação à inoculação exclusivamente com água. Não foram detectadas diferenças estatísticas entre os níveis de solução açucarada testados, embora maior aderência tenha ocorrido nos níveis de 10% e 15% (Tabela 5). Pelos resultados obtidos, portanto, não restam dúvidas sobre a importância da solução açucarada como aderente, visto que a quantidade de inoculante turfoso aderido às sementes aumentou de 241 g, quando somente água foi utilizada, para 458g, na concentração de 10% (Tabela 5).

A campo, em Londrina, o maiores rendimentos e N total dos grãos foram obtidos no tratamento com solução açucarada a 10%, na safra 1994/1995 e com as soluções a 10% e 15%, na safra 1995/1996 (dados não mostrados). Em Ponta Grossa, em 1994/1995, verificou-se que a inoculação sempre resultou em incremento no rendimento dos grãos e, embora não diferindo estatisticamente do tratamento com água, a

TABELA 5. Efeito da concentração de solução açucarada na aderência do inoculante turfoso às sementes de soja, cv. BR-37. Experimento conduzido em laboratório, utilizando a proporção de 500 ml de solução açucarada: 500 g de inoculante turfoso: 50 kg de sementes.

Solução Açucarada (%)	Aderência às Sementes (%)	Total do Inoculante Aderido (g/50 kg)
0	48,2 b ¹	241,0 b
10	91,5 a	457,5 a
15	92,0 a	460,0 a
20	88,0 a	440,0 a
25	80,9 a	404,5 a
CV (%)	13,0	14,0

¹ Médias de quatro repetições e, quando seguidas pela mesma letra, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (5%).

CT/61, Embrapa Soja, ago/1999, p.6.

solução açucarada proporcionou rendimentos e N total dos grãos mais elevados. Na safra seguinte, os incrementos no rendimento, pela adição de solução açucarada, em relação à testemunha com população naturalizada, chegaram a 23% (solução açucarada a 20%) e de 16% em relação ao teor de N total nos grãos (dados não mostrados).

Foi realizada, então, uma análise conjunta, para cada local, dos experimentos conduzidos por duas safras. Em Londrina, incrementos significativos no rendimento de grãos foram obtidos pelo uso de solução açucarada a 10% (Tabela 6). Em Ponta Grossa, foi detectado o efeito benéfico da inoculação, mas não houve incremento estatisticamente significativo pela adição de açúcar, embora os rendimentos tenham sido numericamente superiores ao da inoculação com água (Tabela 6).

Considerando os quatro experimentos conduzidos a campo, durante duas safras, a reinoculação com solução açucarada a 10% resultou em incremento de 8,6%, em relação à reinoculação com água e de 17,5%, em relação ao controle com a população estabelecida do solo. Em nenhum dos experimentos a campo foi constatada perda do poder de germinação ou maior incidência de doenças pela adição de solução açucarada.

Os benefícios da reinoculação, em relação à população naturalizada do solo, foram evidenciados nesses experimentos, confirmando resultados que vêm sendo obtidos na Embrapa Soja e em outras instituições. Não utilizar uma prática simples, a reinoculação com o uso de adesivos pode, portanto, comprometer a maximização do fornecimento de N pelo processo biológico e o rendimento da cultura.

TABELA 6. Efeito da concentração de solução açucarada, como aderente de inoculante turfoso contendo as estirpes SEMIA 587 e SEMIA 5019 (10^8 células/g de inoculante), no rendimento de grãos (corrigido para 13% de umidade) de soja, cv. BR-37, em solos do Paraná com população estabelecida de *Bradyrhizobium*. A inoculação foi realizada na proporção de 500 ml de solução açucarada: 500 g de inoculante: 50 kg de sementes.

Solução Açucarada (%)	Rendimento (kg/ha)	
	Londrina	Ponta Grossa
0	2.734 b ¹	2.764 a
10	3.106 a	2.866 a
15	2.938 ab	2.806 a
20	2.815 ab	2.950 a
25	2.904 ab	2.804 a
T ²	2.686 b	2.398 b
CV (%)	10,8	11,3

¹ Os dados representam médias de dois experimentos conduzidos, em cada local, com seis repetições, nas safras de 1994/1995 e 1995/1996. Quando seguidos pela mesma letra, não diferem estatisticamente, pelo teste de Duncan, ao nível de 5%.

² Testemunha sem inoculação.

CT/61, Embrapa Soja, ago/1999, p.7.

► **Conclusões**

1. A recomendação de inoculantes turfosos (contendo 10^8 células/g de inoculante) para a cultura da soja deve ser de 500g de inoculante/50 kg de sementes, usando solução açucarada como adesivo.
2. A solução açucarada a 10% é suficiente para garantir a aderência do inoculante turfoso, a boa

nodulação, fixação do nitrogênio e rendimento da soja.

► **Agradecimentos**

Aos técnicos agrícolas José Zucca de Moraes e Rubson N. R. Sibaldelle, pelo auxílio na condução dos experimentos. Pesquisa apoiada pela FINEP/CNPq/MICT, Programa de Grupos de Excelência, PRONEX, 41.96.0884.00.



impresso



Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro Nacional de Pesquisa de Soja
Ministério da Agricultura e do Abastecimento
Rod. Carlos João Strass Acesso Orlando Amaral
Distrito de Warta 86001-970 Londrina, PR
Telefone (0XX43) 371-6000 Fax (0XX43) 371-6100

