



## Eficiência agrônômica de diferentes formulações de inoculantes contendo *Bradyrhizobium* na cultura da soja em Roraima<sup>1</sup>

*The effectiveness of different formulations of inoculants containing Bradyrhizobium on the soybean crop in Roraima.*

Jerri Édson Zilli<sup>2</sup>, Oscar José Smiderle<sup>3</sup>, Paulo Ivan Fernandes Júnior<sup>4</sup>

**Resumo** - A tecnologia da inoculação tem permitido obter elevadas produtividades de soja sem a aplicação de nitrogênio mineral no Brasil. Para o maior sucesso desta tecnologia é importante avaliar a eficiência de diferentes formulações de inoculantes, principalmente em áreas de primeiro cultivo. Objetivou-se com este trabalho avaliar os efeitos da inoculação da soja com *Bradyrhizobium* nas formulações de veículo turfoso e líquido. Foram conduzidos dois experimentos em condições de campo nos anos de 2005 e 2006 com inoculação de sementes da soja da cultivar BRS Tracajá na semeadura com inoculante turfoso, inoculante líquido, um controle sem inoculação, além de um tratamento com a aplicação de 200 kg ha<sup>-1</sup> de N. Aos 35 dias após a emergência das plantas foram avaliados o número e massa de nódulos, a massa seca e N-total da parte aérea, e, na colheita o rendimento de grãos e o acúmulo de N nos grãos. O inoculante turfoso proporcionou maior número e massa de nódulos, enquanto o fertilizante nitrogenado mineral propiciou maior massa seca e N-total da parte aérea e ambos foram superiores ao controle. A inoculação das sementes de soja com *Bradyrhizobium* proporcionou rendimento de grãos semelhante ao fertilizante nitrogenado com 200 kg ha<sup>-1</sup> de N, independentemente do veículo do inoculante, evidenciando assim a eficiência da tecnologia de inoculação com ambas as formulações testadas.

**Palavras-chave** - *Glycine max.* Cerrado. FBN. Veículo de inoculação. Rizóbio.

**Abstract** - The inoculation technology has resulted in obtaining high yields of soybean grains without the application of mineral nitrogen in Brazil. The evaluation of different inoculant formulations, especially in new areas, is important to improve the success of this technology. Consequently, the aim of this study was evaluate the effects of soybean inoculation with *Bradyrhizobium* in the peat and liquid carrier. Two field experiments were conducted in 2005 and 2006 using soybean (cultivar BRS Tracajá) seeds inoculated with peat or liquid inoculant, a control without inoculation, and another treatment with the application of 200 kg ha<sup>-1</sup> of N. Thirty five days after the emergence of the plants the nodules number and dry weight, dry weight and Total N in aerial plant matter, and at the harvest, grains yield and N in the grains were evaluated. The peat inoculant provided high number of nodules and dry weight, while mineral nitrogen fertilizer provided the largest plant dry matter and total N; both of these treatments were significant superior relative to the control. The soybean seeds inoculation with *Bradyrhizobium* provided grains yield similar to mineral nitrogen fertilization with 200 kg ha<sup>-1</sup> of N, independently of the inoculant carrier, thereby suggesting the efficiency of this technology for both formulations tested.

**Key words** - *Glycine max.* Cerrado. BNF. Inoculant carrier. Rhizobia.

<sup>1</sup>Recebido para publicação em 17/10/2010 e aprovado em 23/11/2010.

<sup>2</sup>Embrapa Roraima, Rod. BR 174, Km 08, Distrito Industrial, CEP 69301-970, Boa Vista, RR. zilli@cpafrr.embrapa.br

<sup>3</sup>Embrapa Roraima, Rod. BR 174, Km 08, Distrito Industrial, CEP 69301-970, Boa Vista, RR. ojsmider@cpafrr.embrapa.br

<sup>4</sup>Embrapa Semiárido, Rod. BR 428, Km 152, Zona Rural, CEP 56302-970, Petrolina, PE, paulo.ivan@cpatsa.embrapa.br

## Introdução

A soja (*Glycine max* Merr.) é uma cultura que apresenta grande demanda de nutrientes, especialmente de nitrogênio, sendo este predominantemente obtido através da fixação biológica de nitrogênio (FBN). Nessa cultura este processo é realizado principalmente por bactérias do gênero *Bradyrhizobium*, as quais fornecem eficientemente N para a planta de soja podendo chegar a mais de 90% do nitrogênio requerido pelas cultivares mais produtivas (HUNGRIA *et al.*, 2005).

A FBN tem possibilitado a redução dos custos de produção na cultura da soja com aumento da competitividade do produto no mercado internacional (ALVES *et al.*, 2003). A importância desse processo transformou a inoculação com bactérias nas sementes em uma necessidade tecnológica com ganhos econômicos pela supressão de fertilizantes nitrogenados, de aproximadamente 3 bilhões de dólares anuais ao país, considerando a recomendação técnica de 240 kg de N para produzir 3.000 kg ha<sup>-1</sup> (HUNGRIA *et al.*, 2005).

Entretanto, a eficiência desse processo, especialmente em regiões tropicais, é afetada negativamente por fatores edafoclimáticos, assim como práticas de manejo, como o tratamento de sementes com fungicidas antes da inoculação (HUNGRIA *et al.*, 2007; CAMPO *et al.*, 2009; ZILLI *et al.*, 2009; ZILLI *et al.*, 2010). Para que a estirpe inoculada estabeleça nodulação satisfatória com a planta hospedeira, diversos fatores adversos devem ser superados, o que nem sempre é possível se o veículo inoculante não oferecer condições de sobrevivência e proteção para a bactéria. Neste sentido, o veículo utilizado para inocular uma estirpe deve proteger as células bacterianas proporcionando a manutenção de grande quantidade de células viáveis no solo e na semente até o período em que surgem as raízes (DEAKER *et al.*, 2004).

Ao longo das últimas décadas, a maioria dos inoculantes comercializados no Brasil e, também em outros países, utiliza a turfa como veículo e, ainda hoje este veículo é considerado adequado, especialmente porque além de possibilitar a manutenção de elevado número de bactérias viáveis, oferece proteção física contra as adversidades do solo (LUPWAYI *et al.*, 2005). Os inoculantes turfosos são vendidos no Brasil desde a década de 1950 e representam uma tecnologia já aceita pelos produtores (FREIRE; VERNETTI, 1999).

Contudo, este recurso está cada vez mais escasso, sendo que no Brasil, por exemplo, há poucas turfeiras de qualidade adequada a produção de inoculantes havendo, portanto, a necessidade de importação deste substrato, o que acarreta na elevação do custo de produção (FERNANDES JÚNIOR *et al.*, 2009). Além disso, há

grande variabilidade nas propriedades físicas e químicas das turfas necessitando assim de homogeneização desse material colaborando também, para a elevação do custo de produção (FERNANDES JÚNIOR *et al.*, 2009).

Com o intuito de reduzir o custo do inoculante e de produzir inoculantes com maior qualidade, diversos estudos têm sido conduzidos no sentido de desenvolver veículos alternativos à turfa. Diversos materiais já foram avaliados para esse fim como minerais (DAZA *et al.*, 2000), resíduos industriais (BEN REBAH *et al.*, 2002; BEN REBAH *et al.*, 2007), polímeros naturais e sintéticos (DENARDIN; FREIRE, 2000; FERNANDES JÚNIOR *et al.*, 2009) e inoculantes líquidos (TITTABUTR *et al.*, 2007; ALBAREDA *et al.*, 2008). Para a cultura da soja os inoculantes líquidos se destacam uma vez que são adequados a aplicação em grandes plantios por facilitar a semeadura mecanizada (LUPWAYI *et al.*, 2005).

O Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) não restringe a utilização de nenhum material como veículo de inoculante no Brasil, desde que o mesmo seja capaz de atender as determinações técnicas do MAPA. O desempenho de formulações de inoculantes pode variar de acordo com as condições edafoclimáticas (KYEI-BOAHEN *et al.*, 2002). No caso do Cerrado de Roraima, com altas temperaturas e solos com altos teores de areia e baixa capacidade de retenção de água, as condições ambientais são desfavoráveis à sobrevivência de rizóbios inoculados, exigindo que o veículo inoculante proporcione a manutenção das células inoculadas. Nestes solos ainda não foram realizados estudos que avaliem a eficiência de inoculantes em diferentes formulações para a cultura da soja.

Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de comparar a eficiência agronômica de inoculantes líquido e turfoso para a cultura da soja em solo arenoso e com baixo teor de matéria orgânica no cerrado de Roraima.

## Material e métodos

Nas safras agrícolas de 2005 e 2006 foram conduzidos dois experimentos em condições de campo em área de cerrado em primeiro cultivo de soja no Campo Experimental Água Boa pertencente a Embrapa Roraima, município de Boa Vista - RR (W 60°39'54" e N 02°15'00"). O preparo da área foi realizado em 2004 com gradagem e aplicação de 1,5 t ha<sup>-1</sup> de calcário dolomítico (PRNT 80%), 100 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (superfósforo simples) e 50 kg ha<sup>-1</sup> de FTE BR-12. Após este preparo o solo permaneceu em pousio até 2005, quando se realizou o cultivo convencional na área do experimento e, semeou-se milho, na área destinada para 2006. Cerca de 20 dias

antes da semeadura da soja no ano de 2006, a vegetação presente foi dessecada com glyphosate seguindo a recomendação técnica do fabricante.

A análise química do solo realizada antes do plantio, na profundidade de 0 a 20 cm, apresentava as seguintes características, respectivamente para os anos de 2005 e 2006: pH em  $\text{CaCl}_2$  – 5,3 e 5,5; alumínio – não detectado; potássio – 0,02 e 0,03  $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ; cálcio – 0,94 e 0,90  $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ; magnésio – 0,32 e 0,32  $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ; matéria orgânica – 9,80 e 9,75  $\text{g dm}^{-3}$ ; fósforo – 29,97 e 26,87  $\text{mg dm}^{-3}$ ; células de rizóbio nodulantes de soja avaliada pelo método de infecção em planta – 21 e 50 unidades formadoras de colônias (UFC) por grama de solo; textura em ambos os anos – 852  $\text{g kg}^{-1}$  de areia, 138  $\text{g kg}^{-1}$  de argila e 11  $\text{g kg}^{-1}$  de silte.

Como adubação de plantio foram aplicados no plantio, com o auxílio de uma semeadeira, 90  $\text{kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$  (superfosfato simples) e 50  $\text{kg ha}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$  (cloreto de potássio). Aos 35 dias após a emergência das plantas (DAE), aplicou-se em cobertura 50  $\text{kg ha}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$  (cloreto de potássio), 2,5  $\text{g ha}^{-1}$  de Co (cloreto de cobalto) e 20,0  $\text{g ha}^{-1}$  de Mo (molibdato de sódio). Os demais tratamentos culturais foram realizados de acordo com a recomendação para a região (Embrapa Roraima, 2007).

Em ambos os anos, avaliou-se a inoculação das sementes com produto comercial em veículo turfoso que continha as estirpes de *Bradyrhizobium japonicum* SEMIA 5079 (CPAC-15) e SEMIA 5080 (CPAC-7), na dose de 1,2 milhão de células bacterianas por semente de soja (T1); inoculação com inoculante comercial em veículo líquido, contendo as mesmas estirpes e dose que o veículo turfoso (T2); um tratamento controle sem nitrogênio e sem inoculação (T3) e sem inoculação e com 200  $\text{kg ha}^{-1}$  de N mineral (T4) na forma de uréia (50% aplicados no plantio e 50% aplicados aos 35 DAE).

A inoculação com o veículo turfoso foi realizada com aplicação de 5  $\text{mL kg}^{-1}$  de solução açucarada a 10% nas sementes de soja, seguida de homogeneização, aplicação do inoculante e nova homogeneização. Para a inoculação em veículo líquido aplicou-se uma quantidade de bactérias suficiente para atingir o desejado, seguindo-se de homogeneização.

Os experimentos foram conduzidos em blocos ao acaso com seis repetições (parcelas de 5 m × 4 m), e a semeadura consistiu na distribuição manual das sementes de soja (cv. BRS Tracajá) no espaçamento de 0,45 m entre linhas e 14 a 15 sementes por metro linear. Aos 35 DAE foram avaliados o número e massa de nódulos secos, massa seca da parte aérea e N total na parte aérea pelo método de Kjeldahl (LIAO, 1981). Para a determinação da massa seca a parte aérea foi separada da raiz na altura do nó cotiledonar, acondicionadas em sacos de papel e

secos em estufa de circulação forçada de ar a 65°C até peso constante. Para avaliar a nodulação, as raízes foram lavadas, e secas conforme descritos para a parte aérea, os nódulos foram destacados e contados.

As avaliações foram realizadas tendo-se coletado 10 plantas linearmente na segunda linha de plantio de cada parcela, sendo desconsiderado 1 m em cada bordadura. Na colheita avaliou-se a produtividade de grãos da soja (13% de umidade) e N total nos grãos utilizando-se uma área útil da parcela de 5,4  $\text{m}^2$  (3 m das 4 linhas centrais de cada parcela, tendo-se descartado 1 m em cada bordadura).

Para análise estatística dos dados, realizou-se análise conjunta dos dois experimentos e submeteu-se os dados a análise de variância e comparação de médias pelo teste de Tukey em nível de 5% de significância com auxílio do SISVAR V. 5 (Universidade Federal de Lavras).

## Resultados e discussão

O solo onde os experimentos foram conduzidos apresentava reduzido número de bactérias nodulantes de soja, estimado em, no máximo, 50 unidades formadoras de colônia por grama de solo. Com esta condição, as plantas do tratamento controle sem inoculação formaram poucos nódulos, mostrando a necessidade de fazer inoculação com *Bradyrhizobium* (Tabela 1).

Quando realizada a inoculação com as estirpes SEMIA 5079 e SEMIA 5080, recomendadas para a produção de inoculantes destinados a cultura da soja, tanto na inoculação com a formulação líquida quanto com a turfosa houve a formação de número médio de nódulos superior a 20 e massa de nódulos secos acima de 250 mg por planta, exceto para a inoculação na semente com veículo líquido em 2005, sendo significativamente superior ao controle, nos dois anos de estudo. O tratamento turfoso apresentou melhores resultados na média dos dois anos, sendo que em 2006 não diferiu do tratamento líquido, mas foi superior ao nitrogenado e ao controle (Tabela 1).

Comparada com outros estudos, a nodulação observada neste trabalho, mostrou-se adequada, uma vez que um número de nódulos entre 15 e 30 e massa entre 100 a 200 mg é suficiente para garantir o fornecimento de N requerido por uma planta de soja para seu desenvolvimento normal (HUNGRIA *et al.*, 2007). Além disso, foi observada diferença entre os anos de cultivo para número e massa de nódulos secos, onde o tratamento nitrogenado e líquido apresentaram valores inferiores em 2005 em relação a 2006, sendo em média, uma nodulação considerada satisfatória para o tratamento líquido (HUNGRIA *et al.*, 2007).

**Tabela 1** - Número e massa de nódulos secos das plantas de soja aos 35 dias após emergência, em avaliações conduzidas no cerrado de Roraima nos anos de 2005 e 2006

Tratamentos	Nº de nódulos por planta						Massa de nódulos secos (mg planta <sup>-1</sup> )					
	2005		2006		Médias		2005		2006		Médias	
Nitrogenado	3,03	Cb	19,2	Ba	9,50	C	36	Cb	194	Ba	99,1	C
Turfoso	26,78	Aa	29,97	Aa	28,06	A	396	Aa	328	Aa	368,8	A
Líquido	12,02	Bb	29,12	ABa	18,86	B	241	Bb	313	Aa	269,7	B
Controle	2,23	Ca	1,03	Ca	1,83	D	50	Ca	22	Ca	40,6	C
DMS	8,41		10,78		6,60		84,72		108,09		66,53	
CV(%)			35,33						26,70			

Médias seguidas de mesma letra em uma mesma variável, maiúsculas na coluna, minúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Em outros estudos de comparação de veículos, também foi possível observar nodulação superior para o inoculante turfoso (SCHUH *et al.*, 2005). Avaliando a nodulação de soja inoculada com inoculantes turfosos e líquidos, Temprano *et al.* (2002) observaram igualdade estatística nos tratamentos inoculados com inoculantes líquidos e turfosos, ambos se diferenciando dos tratamentos controle total e nitrogenado, assim como observado no presente estudo na safra de 2006.

Nas condições de campo, em que muitos fatores interagem e as características edafoclimáticas nem sempre são ideais para o estabelecimento da simbiose entre as plantas de soja e rizóbio, provavelmente houve redução no número de células viáveis da bactéria quando utilizado o inoculante líquido. Ao contrário, a turfa pode ter proporcionado maior proteção das células rizobianas, uma vez que é considerada um veículo adequado principalmente por sua capacidade de proteger as células rizobianas devido a capacidade de reter água (SMITH, 1992).

Os inoculantes líquidos apresentam substâncias que favorecem a estabilização osmótica da célula para aumentar a sobrevivência de rizóbios em inoculantes

(TITABUTR *et al.*, 2007), onde a atividade de água e o potencial hídrico é muito elevado, porém esses osmoprotetores podem não ter o efeito protetor no nível em que a turfa apresenta após a inoculação, possivelmente devido à abrupta queda na atividade de água.

Em relação à massa seca da parte aérea das plantas de soja, observou-se que o tratamento com fertilizante nitrogenado proporcionou em média maior massa, sendo superior a todos os tratamentos no ano de 2005 e apenas o tratamento com inoculante turfoso foi igual ao líquido em 2006 (Tabela 2). Comparativamente ao controle, o qual produziu, em média, 3,2 g de matéria seca por planta, os tratamentos inoculados apresentaram valores médios acima de 4,4 g para essa variável (Tabela 2). Isto mostra que os baixos teores de matéria orgânica encontrados nos solos do cerrado de Roraima (MELO *et al.*, 2003) não suprem as necessidades de N da cultura.

Quanto ao N-total verificado na parte aérea, nos dois anos isoladamente, o tratamento nitrogenado e turfoso apresentaram resultados semelhantes, tendo, no entanto, o inoculante líquido proporcionado menores acúmulos deste nutriente, sendo inferior a adubação com nitrogênio mineral

**Tabela 2** - Massa da matéria seca da parte aérea e acúmulo de N na parte aérea em plantas de soja aos 35 dias após emergência, em avaliações conduzidas no cerrado de Roraima nos anos de 2005 e 2006

Tratamentos	Massa seca da parte aérea (g planta <sup>-1</sup> )						Acúmulo de N na parte aérea (mg planta <sup>-1</sup> )					
	2005		2006		Médias		2005		2006		Médias	
Nitrogenado	7,3	Aa	7,1	Aa	7,2	A	205	Aa	224	Aa	212,6	A
Turfoso	4,3	Ba	5,1	ABa	4,6	B	154	ABa	157	ABa	155,3	B
Líquido	4,3	Ba	4,6	Ba	4,4	Bc	137	Ba	140	BCa	138,4	BC
Controle	3,6	Ba	2,2	Ca	3,2	C	104	Ba	63	Ca	90,3	C
DMS	1,7		2,2		1,3		64,0		81,6		50,3	
CV%			21,47						26,58			

Médias seguidas de mesma letra em uma mesma variável, maiúsculas na coluna, minúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

(Tabela 3). Este acúmulo inferior de N na planta para os tratamentos com o inoculante líquido e no tratamento controle, principalmente, pode ser explicado pelos menores quantitativos de nódulos verificados (Tabela 1).

Houve menor aporte de N para a parte aérea da planta, que por sua vez, possivelmente, apresentava menores teores de clorofila nas folhas (ARGENTA *et al.*, 2001) reduzindo a eficiência fotossintética das plantas. O teor de nitrogênio na parte aérea de plantas inoculadas com rizóbios oriundos de diferentes formulações pode variar uma vez que o veículo pode afetar a competitividade da estirpe inoculada (reduzindo assim a nodulação) e conseqüentemente o teor de nitrogênio na parte aérea (DEAKER *et al.*, 2004).

Na colheita, verificou-se que o rendimento de grãos, nos dois anos de cultivo, foi menor no tratamento controle em relação aos demais tratamentos (Tabela 3). Nos dois anos os tratamentos inoculados e o nitrogenado

não apresentaram diferenças significativas. Apenas no tratamento inoculado com líquido a produtividade de grãos foi inferior em 2006 com relação a 2005 (Tabela 3). Além disso, os valores obtidos para o tratamento nitrogenado e controle foram elevados (acima de 3.800 kg ha<sup>-1</sup> em 2005 e 3.300 em 2006) apresentando superioridade em relação ao controle e mostrando eficácia da tecnologia de inoculação.

Em estudos avaliando a eficácia de inoculantes líquidos e turfosos para a cultura da soja, Albareda *et al.* (2008) também observaram igualdade estatística na produção de grãos entre os tratamentos que receberam inoculantes líquidos e turfosos. Embora, os inoculantes turfosos também tenham apresentado maior nodulação quando comparados com o inoculante líquido testado, na safra de 2005. Tittabutr *et al.* (2007) demonstraram que diversas formulações de inoculantes líquidos podem prover nodulação e produtividade semelhantes aos proporcionados pelos inoculantes turfosos.

**Tabela 3** - Rendimento de grãos e acúmulo de N nos grãos de soja em avaliações conduzidas no cerrado de Roraima nos anos de 2005 e 2006

Tratamentos	Rendimento de grãos (kg ha <sup>-1</sup> )			Acúmulo de N nos grãos (kg ha <sup>-1</sup> )		
	2005	2006	Médias	2005	2006	Médias
Nitrogenado	4042 Aa	3619 Aa	3872 A	265 Aa	232 Aa	252 A
Turfoso	3832 Aa	3591 Aa	3735 A	274 Aa	215 Ab	250 A
Líquido	3965 Aa	3311 Ab	3703 A	260 Aa	206 Ab	238 A
Controle	2247 Ba	2060 Ba	2184 B	148 Ba	131 Ba	143 B
DMS	595	758	467	43	54	33
CV(%)	10,93			11,95		

Médias seguidas de mesma letra em uma mesma variável, maiúsculas na coluna, minúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Cabe destacar que nesse estudo obteve-se rendimento de grãos no tratamento controle próximo a 2.100 kg ha<sup>-1</sup>, que é considerado alto para condições de primeiro ano de cultivo no cerrado. Isto provavelmente esteve relacionado à mineralização da matéria orgânica incorporada ao solo um ano antes do plantio da soja e, também, a mineralização da palhada do milho cultivado antes da soja. Além disso, a colheita da soja foi realizada manualmente por arranquio das plantas, proporcionando redução de perdas mesmo em plantas de baixa estatura. Ao contrário, em condições de lavouras mecanizadas provavelmente haveria perdas importantes devido ao tamanho reduzido apresentado pelas plantas.

Em relação ao acúmulo de N nos grãos, constatou-se que, apenas o tratamento controle acumulou menos N que os tratamentos inoculados e com N mineral, não havendo diferença estatística entre esses tratamentos (Tabela 3). O

acúmulo de nitrogênio igual em plantas inoculadas com inoculantes turfosos e alternativos pode ser um indicativo da eficiência da tecnologia da inoculação (FERNANDES JÚNIOR *et al.*, 2009). A inoculação das sementes em 2005 apresentou melhores valores em relação a 2006, sendo que os resultados obtidos no tratamento controle foram inferiores aos dos demais tratamentos nos dois cultivos.

Entre os tratamentos inoculados não foram observadas diferenças em ambas as safras avaliadas, o que demonstra a eficiência da tecnologia de inoculação com ambas as formulações de inoculante no cerrado de Roraima. Contudo, a menor nodulação ocasionada pelo inoculante líquido mostra que poderia haver problemas na nodulação de plantas de soja em situações em que o produtor não realizasse a inoculação de forma adequada ou, caso houvesse o tratamento de sementes com fungicida incompatível (ZILLI *et al.*, 2009).



A avaliação de diferentes formulações de inoculantes nas condições do cerrado de Roraima pode gerar resultados que subsidiem a recomendação de uma determinada tecnologia para o produtor. A eficiência de estirpes de *Bradyrhizobium* no cerrado de Roraima já foi comprovada (ZILLI *et al.*, 2010). Porém, até o presente momento não havia estudos avaliando a eficiência de diferentes formulações de inoculantes para soja no estado de Roraima. Os resultados obtidos no presente trabalho permitem a recomendação de inoculantes líquidos e turfosos a serem utilizadas de acordo com as características do sistema de produção empregado pelo produtor.

## Conclusões

No cerrado de Roraima o inoculante turfoso proporcionou maior nodulação nas plantas de soja comparada ao inoculante líquido.

A inoculação de soja com inoculantes líquidos e turfosos proporcionou expressivo aumento no rendimento de grãos semelhante a adubação nitrogenada mineral com 200 kg ha<sup>-1</sup> de N.

## Literatura científica citada

ALBAREDA, M. *et al.* Alternatives to peat as a carrier for rhizobia inoculants: solid and liquid formulations. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 40, p. 2771-2779, 2008.

ALVES, B. J.; BODDEY, R. M.; URQUIAGA. The success of BNF in soybean in Brazil. **Plant and Soil**, v. 252, p. 1-9, 2003.

ARGENTA, G. *et al.* Relação entre teor de clorofila extraível e leitura do clorofilômetro na folha de milho. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 13, n.2, p. 158-167, 2001.

BEN REBAH, F. *et al.* Agro-industrial waste materials and wastewater sludge for rhizobial inoculant production: a review. **Bioresource Technology**, v. 98, n.18, p. 3535-3546, 2007.

BEN REBAH, F.; TYAGI, R. D.; PRÉVOST, D. Wastewater sludge as a substrate for growth and carrier for rhizobia: the effect of storage conditions on survival of *Sinorhizobium meliloti*. **Bioresource Technology**, v. 83, n.2, p. 145-151, 2002.

CAMPO, R. J.; ARAUJO, R. S.; HUNGRIA, M. Nitrogen fixation with the soybean crop in Brazil: Compatibility between seed treatment with fungicides and bradyrhizobial inoculants. **Symbiosis**, v. 48, p. 154-163, 2009.

DAZA, A. *et al.* Perlite as carrier for bacterial inoculants. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 32, n.4, p. 567-572, 2000.

DEAKER, R.; ROUGHLEY, R.; KENNEDY, I. Legume seed inoculation technology - a review. **Soil Biology and Biochemistry**, v.36, n. 8, p. 1275-1288, 2004.

DENARDIN, N. D.; FREIRE, J. R. J. Assessment of polymers for the formulation of legume inoculants. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**, v. 16, p. 215-217, 2000.

EMBRAPA RORAIMA. Cultivo da soja no cerrado de Roraima. Boa Vista, Embrapa Roraima, 2007. 84p. (Embrapa Roraima. Sistema de Produção 01).

FERNANDES JÚNIOR, P. I. *et al.* Polymers as carrier for rhizobial inoculant formulations. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 44, n.9, p. 1184-1190, 2009.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; MENDES, I. C. A importância do processo de fixação biológica de nitrogênio para a cultura da soja: componente essencial para a competitividade do produto brasileiro. Londrina, Embrapa Soja, 2007. 80p. (Embrapa Soja. Documentos, 283).

HUNGRIA, M. *et al.* The importance of nitrogen fixation to soybean cropping in South America. In: WERNER, D. & NEWTON, W., ed. Nitrogen fixation in agriculture, forestry, ecology, and the environment. Dordrecht, Springer, 2005. p. 25-42.

JARDIM FREIRE, J. R.; VERNETTI, F. J. A pesquisa com soja, a seleção de rizóbio e produção de inoculantes no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v.5, p. 117-126, 1999.

KYEI-BOAHEN, S.; SLINKARD, A. E.; WALLEY, F. L. Evaluation of rhizobial inoculation methods for chickpea. **Agronomy Journal**. v. 94, n.4, p. 851-859, 2002.

LIAO, C. F. H. Devarda's allow methods for total nitrogen determination. **Soil Science Society of American Journal**, v. 45, p.852-855, 1981.

LUPWAYI, N. Z.; RICE, W. A.; CLAYTON, G. W.; Rhizobial inoculants for legume crops. **Journal of Crop Improvement**, v.15, n.2, p.289-321, 2005.

MELO, V. F.; GIANLUPPI, D.; UCHÔA, S. C. P. Características edafológicas dos solos do Estado de Roraima. Boa Vista: Embrapa Roraima, 2003. 28p. (Embrapa Roraima. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 01).

SCHUH, C. A. Biopolímeros como suporte para inoculantes. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. p.81. 2005. Dissertação de Mestrado.

SMITH R. S. Legume inoculant formulation and application. **Canadian Journal of Microbiology**, v. 38, p. 485-492, 1992.

TEMPRANO, F. J. *et al.* Survival of several *Rhizobium/Bradyrhizobium* strains on different inoculant formulations and inoculated seeds. **International Microbiology**, v. 5, n.2, p. 81-86, 2002.

TITTABUTR, P. *et al.* Growth, survival and field performance of bradyrhizobial liquid inoculant formulations with polymeric additives. **Science Asia**, v. 33, n.1, p. 69-77, 2007.

ZILLI, J.E. *et al.* Influence of fungicide seed treatment on soybean nodulation and grain yield. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, n.4, p. 917-923, 2009.

ZILLI, J. E.; CAMPO, R. J.; HUNGRIA, M. Eficácia da inoculação de *Bradyrhizobium* em pré-semeadura da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, n.3, p. 335-338, 2010.