

CIRCULAR TÉCNICA

156

Londrina, PR
Novembro, 2019

Coinoculação da soja com *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* na safra 2018/2019 no Paraná

André Mateus Prando
Arnold Barbosa de Oliveira
Divania de Lima
Edivan José Possamai
Eliana Aparecida Reis
Marco Antonio Nogueira
Mariangela Hungria
Nelson Harger
Osmar Conte



Coinoculação da soja com *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* na safra 2018/2019 no Paraná¹

A fixação biológica do nitrogênio (FBN) é um dos pilares de sustentabilidade do sistema de produção de soja no Brasil e resulta em um grande benefício para o produtor e para o ambiente, por dispensar o uso de fertilizantes nitrogenados na cultura, aumentando a competitividade do produto no mercado externo. Esse processo se dá pela simbiose entre bactérias do gênero *Bradyrhizobium* e as plantas de soja, formando os nódulos radiculares, nos quais as bactérias se abrigam e recebem proteção e alimento da planta hospedeira. Em troca, capturam o nitrogênio atmosférico (N₂) e, pela ação da enzima nitrogenase produzida pela bactéria, o reduzem a amônia que, na sequência, é transformada em compostos nitrogenados exportados para a planta. O emprego de estirpes elite de *Bradyrhizobium* nos inoculantes, que foram selecionadas pela pesquisa ao longo de décadas, assegura o suprimento do N necessário para a cultura, mesmo em altos níveis de produtividade (Hungria et al., 2006). Cabe salientar a grande exigência da soja por N, mais de 80 kg do nutriente para cada tonelada de grãos produzidos (Tecnologias..., 2013).

A inoculação é essencial em áreas de primeiro ano de cultivo de soja ou onde a leguminosa não é cultivada há muito tempo, pois as bactérias fixadoras de N₂ estão ausentes ou em baixa população no solo. Entretanto, mesmo em áreas frequentemente cultivadas com soja, é vantajoso realizar a inoculação a cada safra, durante a instalação da cultura, seja via sementes ou via sulco de semeadura. A pesquisa mostra que o ganho médio da inoculação anual da

¹**André Mateus Prando**, engenheiro-agrônomo, doutor, pesquisador da Embrapa Soja, Londrina, PR.
Arnold Barbosa de Oliveira, engenheiro-agrônomo, mestre, analista da Embrapa Soja, Londrina, PR.
Divania de Lima, engenheira-agrônoma, doutora, pesquisadora da Embrapa Soja, Londrina, PR.
Edivan José Possamai, engenheiro-agrônomo, extensionista do Instituto Emater, Pato Branco, PR.
Eliana Aparecida Reis, engenheira-agrônoma, extensionista do Instituto Emater, Toledo, PR.
Marco Antonio Nogueira, engenheiro-agrônomo, doutor, pesquisador da Embrapa Soja, Londrina, PR.
Mariangela Hungria, engenheira-agrônoma, doutora, pesquisadora da Embrapa Soja, Londrina, PR.
Nelson Harger, engenheiro-agrônomo, doutor, diretor técnico do Instituto Emater, Curitiba, PR.
Osmar Conte, engenheiro-agrônomo, doutor, pesquisador da Embrapa Soja, Londrina, PR.

soja com *Bradyrhizobium* em áreas tradicionais de cultivo é de 8% (Hungria et al., 2006), que representa um grande retorno, frente ao baixo custo do inoculante.

Além da inoculação anual com *Bradyrhizobium*, a Embrapa passou a indicar, a partir de 2013, o uso conjunto de uma segunda bactéria para a inoculação da soja, em um processo denominado de coinoculação (Hungria et al., 2013). Essa bactéria, pertencente ao gênero *Azospirillum*, já era recomendada para as culturas de milho e de trigo desde 2004. Diferentemente do *Bradyrhizobium*, o *Azospirillum* sintetiza fitormônios que promovem o crescimento vegetal, principalmente do sistema radicular, o que favorece a nodulação e a FBN realizada pelo *Bradyrhizobium*, além de trazer outros benefícios, como ampliação do volume de solo explorado. As plantas de soja coinoculadas com *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* apresentam uma nodulação mais abundante e precoce (Chibeba et al., 2015; Hungria et al., 2015), com ganho médio de produtividade de 16% (Hungria et al., 2013), que é o dobro do proporcionado pela inoculação anual apenas com *Bradyrhizobium*.

Embora os benefícios da inoculação anual sejam comprovados, muitos agricultores ainda não utilizam tal prática, por observarem em áreas cultivadas por várias safras consecutivas, na soja não inoculada, a formação de nódulos pela população estabelecida de *Bradyrhizobium* no solo. Assim, eles perdem o ganho médio de 8%, conforme já mencionado. Já a coinoculação, por ser uma tecnologia mais recente, embora em franca expansão, ainda é pouco conhecida por muitos agricultores. Outra preocupação é de que nem todos os produtores que adotam a inoculação ou a coinoculação as executam por meio de “boas práticas”. Nesse sentido, a Embrapa Soja, em parceria com o Instituto Emater, vem realizando desde a safra 2015/2016 ações de transferência de tecnologia com o objetivo de demonstrar e difundir os benefícios da FBN e, assim, intensificar a adoção e o uso adequado dessas práticas na cultura da soja no estado do Paraná. Esse trabalho continuado consiste em quatro etapas:

- (i) treinamento de técnicos extensionistas;
- (ii) instalação e acompanhamento de unidades de referência técnica (URs);

(iii) encontros técnicos para a divulgação da tecnologia;

(iv) coleta, tabulação, análise e compartilhamento dos resultados obtidos (Prando et al., 2016).

Antes do início da safra 2018/2019 foi realizado, na Embrapa Soja, treinamento para os extensionistas do projeto Grãos da Emater sobre boas práticas de inoculação e coinoculação. Ao final do treinamento, atualizou-se o protocolo das URs contendo instruções sobre a instalação, boas práticas de inoculação e coinoculação, avaliações da nodulação e da produtividade da soja. Durante a safra, a Emater e a Embrapa Soja organizaram encontros de produtores nas áreas onde as URs foram instaladas para a divulgação de práticas agrícolas sustentáveis. No início da fase reprodutiva e ao final do ciclo da cultura, os técnicos e produtores avaliaram, respectivamente, a nodulação e a produtividade nas URs e, em algumas unidades, o peso médio de nódulos coletados em 10 plantas de soja também foi avaliado. Essa publicação apresenta os resultados da coinoculação em URs estabelecidas em áreas de produtores de soja assistidos pela Emater, na safra 2018/2019, no estado do Paraná.

Instalação das URs e Giro Técnico

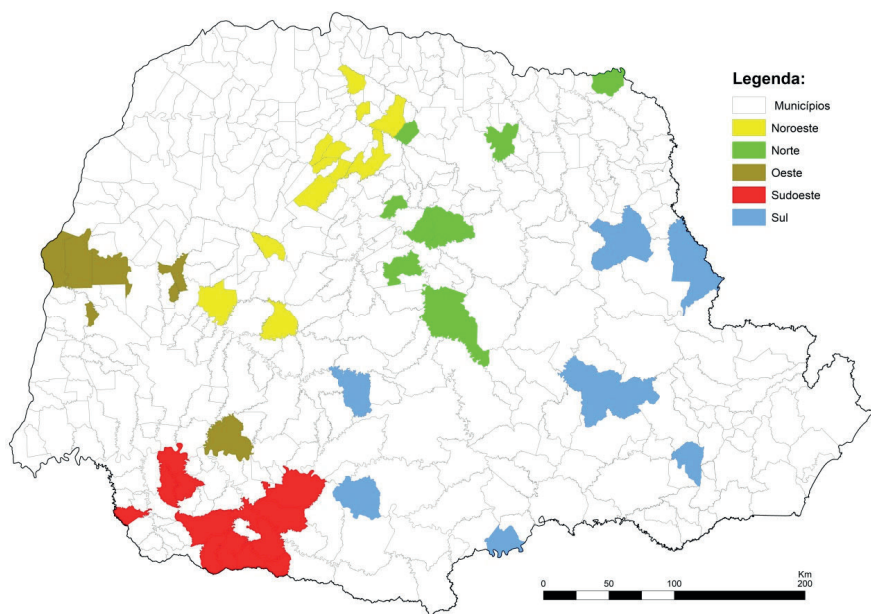
As URs foram implantadas conforme o protocolo, em lavouras comerciais distribuídas nas seguintes Regionais da Emater: Apucarana, Campo Mourão, Cornélio Procopio, Curitiba, Dois Vizinhos, Francisco Beltrão, Guarapuava, Ivaiporã, Laranjeiras do Sul, Londrina, Maringá, Pato Branco, Ponta Grossa, Toledo e União da Vitória. Ao todo foram 46 municípios, totalizando 61 URs (Figura 1). Esses locais são representativos de diferentes tipos de solo, clima, condições de manejo (rotação e sucessão de culturas), sucedendo diferentes culturas (milho segunda safra, trigo, aveia, azevém, etc.), épocas de semeadura (antecipada, normal ou tardia) e níveis de tecnologia empregada pelo produtor.

Entre novembro e dezembro de 2018 foram realizados eventos denominados de “Giro técnico: Parceria Emater/Embrapa” em pelo menos uma UR de cada regional assistida pela Emater. Nesses eventos participaram agrônomos, técnicos agrícolas e agricultores, e foram abordados temas relativos

às boas práticas agrícolas no sistema de produção de grãos (Figura 2). Nas URs foi possível observar o aspecto da lavoura e, sobretudo, comparar o padrão de raízes e nodulação das plantas coinoculadas em relação às não inoculadas (Figura 3), assim como a coloração interna e a distribuição dos nódulos ativos na região da coroa das raízes. Com o passar das safras em que esse trabalho vem sendo realizado, um maior número de URs passou a avaliar e registrar a nodulação, conforme mostrado na Figura 3. Esta prática possibilita visualizar e acompanhar a efetividade da inoculação e comparar com as plantas testemunha não inoculadas. As fotos registradas *in loco* pelos técnicos servem de suporte para demonstrar aos produtores a vantagem da nodulação precoce e intensa na fase inicial da cultura da soja.

Figura 1. Municípios de instalação das URs sobre coinoculação da soja no Paraná safra 2018/2019.

Figura 3. Avaliação do número de nódulos nas raízes de plantas de soja sem inoculação e coinoculadas com *Bradyrhizobium* + *Azospirillum* na UR de Arapongas, PR.



Elaboração: Rubson Natal Ribeiro Sibaldelli

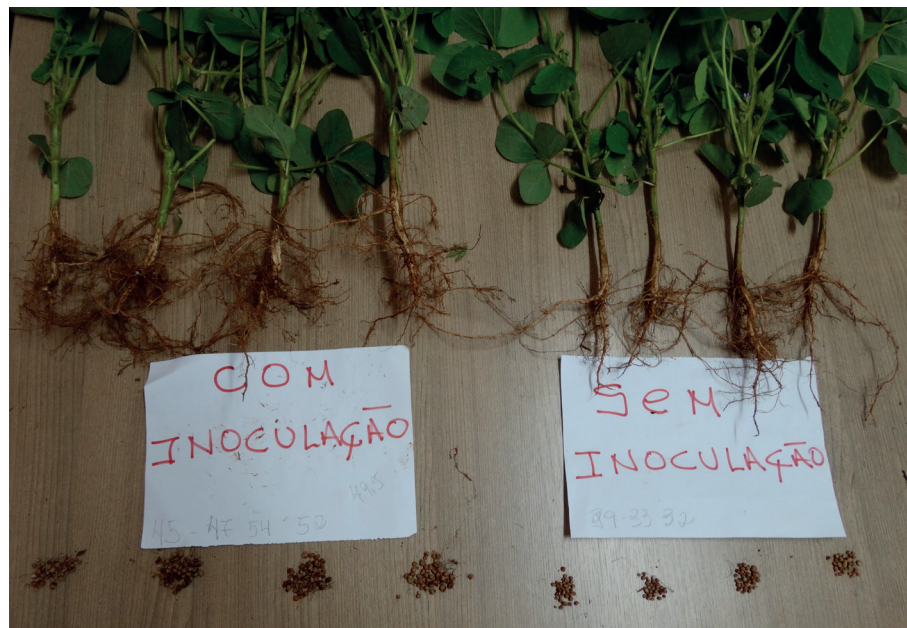
Durante os giros técnicos foi realizado um levantamento junto a 925 produtores presentes, a fim de avaliar o nível de adoção e formas de uso de inoculan-

Foto: André Mateus Prando



Figura 2. Giro técnico com a integração de produtores e técnicos na UR em Arapoti, PR na safra 2018/2019.

Foto: Antonio Bodnar



tes na cultura da soja (Tabela 1). Houve ampla variação na taxa de adoção da tecnologia nos municípios trabalhados. A maior taxa de adoção foi em Tibagi,

onde 100% dos produtores consultados afirmaram ter adotado a inoculação. Por outro lado, Marialva foi o município com menor taxa de adoção (18%). Na média, 60% dos produtores presentes utilizaram inoculante na cultura da soja na safra 2018/2019, enquanto que em levantamentos similares, realizados nas safras anteriores, a média de utilização foi de 58,8% em 2017/2018 (Nogueira et al., 2018), e 44,4% em 2016/2017 (Prando et al., 2018). Entre os motivos alegados pelos produtores que não fizeram uso da tecnologia, destacam-se:

- (i) falta de praticidade;
- (ii) temor em perder a garantia do tratamento industrial de sementes;
- (iii) pouco tempo para fazer uma inoculação adequada;
- (iv) insuficiente esclarecimento sobre a importância da inoculação na soja;
- (v) entendimento equivocado de que não é necessário inocular todo ano em áreas onde a soja já vem sendo cultivada por anos seguidos.

Por outro lado, dentre os que adotaram a prática, nem todos fizeram a inoculação de forma adequada. Dentre os principais relatos de uso inadequado estão:

- (i) aplicação do inoculante na mesma operação junto com produtos químicos para o tratamento de sementes, conhecido como “sopão”;
- (ii) aplicação de inoculante turfoso diretamente na caixa de sementes e sem uso de solução adesiva, o que resulta em má uniformidade de aplicação e perda do inoculante, que não fica aderido às sementes e acumula no fundo da caixa (Figuras 4A e 4B). Isso também ocorre no momento da semeadura, causando desuniformidade na aplicação.

A aplicação na caixa de sementes, na safra 2018/2019, contabilizou 44% dos que usaram inoculante, contra 56,5% na safra 2017/2018. Esses resultados evidenciam os avanços obtidos junto aos produtores ao longo das duas últimas safras quanto ao uso de boas práticas de inoculação.

Na safra 2018/2019, também foi registrada a quantidade de produtores que fazem a inoculação no sulco de semeadura e a coinoculação. Nota-se que o uso de ambas as tecnologias está aumentando. A média de uso da coino-

culação foi de 20%, chegando a 60% em Ourizona. Mas ainda há muito o que avançar, pois há municípios com pouco uso, como é o caso de Salto do Lontra, com baixa taxa de adoção (3%). Observa-se que a divulgação dos resultados obtidos pela pesquisa tem grande impacto. Mesmo em regiões onde o uso de inoculantes é baixo, o produtor já está usando a tecnologia de coinoculação.

Tabela 1. Dados do levantamento em números absolutos e porcentagem (%) sobre uso de inoculantes realizado durante os giros técnicos em vários municípios na safra 2018/2019 no estado do Paraná.

Município	Prod. ¹	Usa Inoculante ²		Inoculante na caixa ³		Uso Adequado ⁴		Inoculação no sulco ⁵		Coinocul. ⁶	
Ângulo	46	25	54%	21	84%	4	16%	1	4%	3	12%
Arapoti	26	24	92%	5	21%	19	79%	0	0%	8	33%
Bela Vista do Paraíso	45	23	51%	13	57%	10	43%	3	13%	8	35%
Chopininho	87	45	52%	23	51%	22	49%	3	7%	4	9%
Ivaiporã	30	22	73%	19	86%	3	14%	6	27%	6	27%
Kalore	15	12	80%	7	58%	5	42%	0	0%	1	8%
Manborê	76	41	54%	20	49%	21	51%	1	2%	9	22%
Marialva	44	8	18%	3	38%	5	63%	2	25%	4	50%
Ourizona	22	5	23%	1	20%	4	80%	0	0%	3	60%
Palmeira	19	7	37%	4	57%	3	43%	1	14%	2	29%
Paula Freitas	48	44	92%	9	20%	35	80%	2	5%	9	20%
Peabiru	57	31	54%	16	52%	15	48%	3	10%	14	45%
Realeza	102	77	75%	24	31%	53	69%	3	4%	9	12%
Salto do Lontra	66	38	58%	21	55%	17	45%	0	0%	1	3%
Santa Mariana	56	39	70%	15	38%	24	62%	8	21%	16	41%
Tibagi	11	11	100%	1	9%	10	91%	0	0%	1	9%
Toledo	102	77	75%	24	31%	53	69%	3	4%	9	12%
Três Barras	73	24	33%	19	79%	5	21%	0	0%	6	25%
Total / Média	925	553	60%	245	44%	308	56%	36	7%	113	20%

¹Produtores participantes do levantamento; ²Produtores que usaram inoculante; ³Produtores que aplicaram inoculante turfosso diretamente na caixa da semeadora; ⁴Uso adequado do inoculante; ⁵Inoculação no sulco de semeadura e ⁶Coinoculação com *Azospirillum*.

A inoculação no sulco de semeadura, por meio de equipamentos acoplados às semeadoras, tem crescido. Tal prática apresenta vantagens, como maior



Fotos: Marco Antonio Nogueira

Figura 4. Sementes de soja sem inoculação (esquerda); apenas inoculante turfoso (centro); inoculante turfoso aplicado após umedecimento das sementes com solução açucarada a 10% (direita) (A); má distribuição e sedimentação do inoculante aplicado sem solução açucarada (B).

agilidade na semeadura e menor manuseio das sementes já tratadas industrialmente, além de evitar problemas de incompatibilidade pelo uso simultâneo de produtos químicos e inoculantes nas sementes. A adoção da inoculação no sulco ocorreu, em média, em 7% das propriedades, porém, com grande variação entre os municípios. Enquanto Ivaiporã e Santa Mariana registraram os maiores valores absolutos de produtores que fazem inoculação no sulco, há muitas regiões onde ainda não se utiliza esse equipamento. Dentre os principais motivos destacam-se o custo, o pouco conhecimento do equipamento e a preferência por utilizar o inoculante nas sementes, mesmo sob o risco de incompatibilidade com outros produtos químicos empregados no seu tratamento.

Durante as conversas com os produtores, foi enfatizada a importância das boas práticas de inoculação, ressaltando-se que inoculantes contêm organismos que precisam permanecer vivos, para promover os benefícios desejados à cultura. Assim, deve-se atentar para:

- (i) usar apenas inoculantes de *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* registrados para a cultura no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA);
- (ii) utilizar o inoculante dentro do prazo de validade, estabelecido na embalagem;
- (iii) assegurar-se de que o produto tenha sido transportado e armazenado em local protegido do sol e de temperaturas não superiores a 30 °C;
- (iv) aplicar em dose adequada conforme a condição e a modalidade de uso. A saber, em áreas tradicionais de cultivo, no mínimo 1 dose/ha de inoculante à base de *Bradyrhizobium* via sementes ou 2,5 a 3 doses/ha via sulco de semeadura. Para *Azospirillum*, em coinoculação, somente 1 dose/ha via sementes, ou 2 doses/ha via sulco de semeadura, ou o que constar no rótulo do produto conforme registro no MAPA;
- (v) não usar inoculante turfoso diretamente na caixa da semeadora. O correto é preparar uma solução açucarada a 10% e usar 200 a 300 mL/50 kg de sementes para umedecer e dar aderência; na sequência, adicionar o inoculante turfoso, misturar bem e deixar as sementes secarem à sombra, antes de abastecer a semeadora;

(vi) se forem empregados inoculantes “longa vida” em inoculação antecipada à semeadura (pré-inoculação), a pesquisa recomenda que devem ser recuperadas de 80 mil a 100 mil células viáveis de *Bradyrhizobium* por semente no momento da semeadura. Nesse caso, as sementes pré-inoculadas precisam ser armazenadas sob temperaturas amenas, preferencialmente abaixo de 20 °C, até o momento da semeadura;

(vii) quando usar químicos no tratamento de sementes, aplicar o inoculante na última operação antes da semeadura e jamais misturar o inoculante diretamente com os químicos durante a aplicação;

(viii) em área de primeiro ano de cultivo, ou há muito tempo sem cultivo de soja, o cuidado com a compatibilidade com químicos no tratamento de sementes deve ser dobrado e a dose do inoculante com *Bradyrhizobium* deve ser aumentada;

(ix) para evitar a incompatibilidade com químicos no tratamento de sementes, pode-se realizar a inoculação no sulco de semeadura, mas deve-se deixar o tanque para uso exclusivo com o(s) inoculante(s). Nesse caso, aumentar a dose conforme especificado em (iv);

(x) inoculação “foliar” só deve ser feita em caso de emergência, quando não houver boa nodulação inicial e, ainda assim, quando houver condições de umidade e temperaturas amenas para aplicação. A inoculação “foliar” não substitui a inoculação via sementes ou via sulco de semeadura e exige, pelo menos, 6 doses/ha de *Bradyrhizobium*;

(xi) aplicar Cobalto (Co) e Molibidênio (Mo), de preferência via foliar, em V3-V5, caso a inoculação seja via sementes;

(xii) não semear “no pó”, pois isso equivale a armazenar as sementes inoculadas em um ambiente quente e seco, que é desfavorável à sobrevivência das bactérias, principalmente quando as sementes foram tratadas com químicos, além de diminuir o vigor das sementes;

(xiii) a concentração de células, pureza e a garantia de que as bactérias eficientes estão presentes no inoculante é fundamental para o sucesso da inoculação. Essas condições não são alcançadas em produções caseiras de inoculantes. Além disso, há grande risco de multiplicação de microrganismos patogênicos. Portanto, tentativas de produção de inoculantes “on-farm” não resultam em produtos com qualidades mínimas para uso como

inoculantes, além de apresentar risco sanitário. Esses produtos não são submetidos, como os inoculantes comerciais, a um controle de qualidade, que identifica e impede a comercialização de inoculantes contendo contaminantes ou com concentração de células do microrganismo de interesse abaixo do mínimo estabelecido pela pesquisa como necessário para seu bom funcionamento.

Resultado das URs

Na maioria das URs foram realizadas avaliações da nodulação em torno de 30 dias após a emergência (número de nódulos em 59 URs e massa de nódulos em 48), e de produtividade (55 URs) por ocasião da colheita dos grãos (Tabela 2). Apesar de não seguirem um delineamento estatístico, os resultados foram consistentes, apresentando, na grande maioria, incrementos de nodulação e de produtividade.

Tabela 2. Produtividade e nodulação (massa e número de nódulos) de soja avaliadas nas URs, de acordo com os tratamentos de coinoculação com *Bradyrhizobium* + *Azospirillum* (Brady + Azo) e sem inoculação, em áreas de produtores de soja assistidos pela Emater, na safra 2018/2019, em 61 URs no estado do Paraná.

Município	Produtividade (kg/ha)		Número de nódulos (no/planta)		Massa de nódulos (g/planta)	
	Brady + Azo	Sem inoculação	Brady + Azo	Sem inoculação	Brady + Azo	Sem inoculação
Alvorada do Sul	3125	2778	30,3	24,8	0,20	0,10
Ângulo_1	5096	4814	30,9	23,1		
Ângulo_2	3926	3629	22,2	9,2		
Arapoti	4126	3846	23,1	13,0	0,11	0,05
Araucária_1	3915	4069				
Araucária_2	4748	4557	40,1	23,6		
Assai	3060	3198	13,8	7,5	0,04	0,03
Astorga	3334	3025	11,9	10,4	0,26	0,22
Cambará	1800	1400	13,0	9,8	0,40	0,10
Cândido de Abreu	4800	4000	23,0	19,0	0,40	0,35

Continua...

Tabela 2. Continuação.

Chopinzinho	4998	2724	7,6	5,2		
Coronel Vivida	4563	4463	5,8	4,4		
Cruzmaltina	4148	3716	25,3	20,0	0,21	0,18
Doutor Camargo_1	2561	2540	10,8	8,8	0,17	0,12
Doutor Camargo_2	2371	2481	11,6	11,6	0,16	0,15
Doutor Camargo_3	2342	2427	11,1	8,7	0,24	0,23
Engenheiro Beltrão	3156	3021	23,4	15,2	0,24	0,17
Farol	2559	2396	17,7	12,8	0,23	0,18
Faxinal	2082	1933	12,0	10,2	0,23	0,13
Floresta	2701	2726				
Formosa do Oeste	1980	1950	11,0	9,0	0,18	0,12
Francisco Beltrão	4052	3381	22,8	22,4	0,58	0,54
Goioxim	3322	3206	25,1	14,4	0,15	0,07
Guaíra	2973	2253	11,4	7,6	0,11	0,09
Iracema do Oeste_1	1928	1668	13,0	9,4	0,50	0,40
Iracema do Oeste_2	1955	1675	11,3	7,3	0,23	0,16
Itapejara D'Oeste	3607	3909	15,6	12,7		
Ivaiporã	4059	3884	50,1	43,7	0,50	0,40
Kaloré	1778	1970	21,2	23,1	0,30	0,20
Lobato	2050	2046	11,6	6,8		
Marialva	4156	4076	9,4	8,4	0,16	0,14
Mariópolis	4155	4613	9,1	8,3		
Marmeleiro	3422	3298	31,4	17,7	0,60	0,30
Nova Cantu	2996	2470	31,9	22,3	0,95	0,08
Nova Prata do Iguaçu	3877	3259	10,3	6,4	0,11	0,08
Ourizona	3916	3692	12,6	9,3	0,20	0,10
Paiçandú			16,8	11,1	0,20	0,15
Palotina_1	2798	2591	13,1	5,5	0,16	0,06
Palotina_2	2518	2440	11,5	12,2	0,25	0,24
Pato Branco_1	5560	5008	10,8	7,2		
Pato Branco_2	4182	4581	11,1	8,1		
Pato Branco_3	4398	3525	9,6	4,9		

Continua...

Tabela 2. Continuação.

Paula Freitas	4012	4085	86,8	48,6	1,40	0,80
Ponta Grossa	4946	4793	22,9	17,2	0,31	0,24
Pranchita	2940	2130	27,0	23,2	0,19	0,16
Quatro Pontes			7,2	3,6	0,45	0,28
Quedas do Iguaçu	4363	3900	44,5	34,8	0,51	0,38
Renascença	3744	3744	19,0	17,0	0,15	0,11
Reserva do Iguaçu	2975	2479	13,0	6,0	0,08	0,03
Sabáudia	3545	3272	37,3	35,1	0,50	0,40
Salto do Lontra	2328	1500	16,0	11,9	0,06	0,05
Santa Isabel do Oeste	4331	3942	29,5	26,9		
Sengés	3960	3680	54,8	43,4	0,37	0,25
Terra Roxa_1			12,8	10,1	0,15	0,15
Terra Roxa_2			14,5	9,6	0,32	0,24
Terra Roxa_3			19,4	11,0	0,32	0,24
Ubiratã_1	1852	1407	30,5	29,0	0,26	0,26
Ubiratã_2	2166	1992	27,9	18,8	0,31	0,24
Ubiratã_3	1852	1407	40,1	32,4	0,10	0,07
Vitorino_1	3232	3223	9,9	9,7		
Vitorino_2	2932	2975	12,5	9,5		
Média	3362	3103	20,85	15,47	0,22	0,15

A nodulação média foi de 20,8 nódulos/planta nas parcelas coinoculadas e 15,5 nódulos/planta nas não inoculadas, um aumento de 34%. A massa de nódulos passou de 0,15 g/planta sem inoculação para 0,22 g de nódulos por planta coinoculada, um aumento de quase 50%. Para melhor ilustrar a resposta à coinoculação, o número de nódulos foi expresso em percentagem em relação ao controle (Figura 5). A coinoculação aumentou o número de nódulos/planta em 97% dos locais, o que indica o favorecimento do estabelecimento da simbiose pelo uso da tecnologia, mesmo em áreas já cultivadas com soja há vários anos, como foi o caso das propriedades onde as URs foram instaladas.

Na safra 2017/2018 em 37 URs implantadas em 31 municípios paranaenses, Nogueira et al. (2018) constataram aumento médio de 33,3% no número de

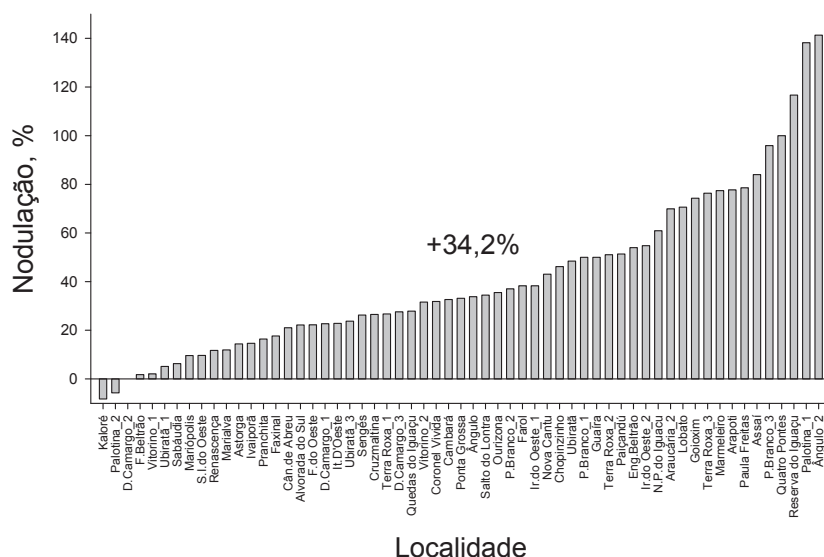


Figura 5. Incremento do número de nódulos da soja (%) em resposta à coinoculação com *Bradyrhizobium* + *Azospirillum* em relação à testemunha não inoculada. Resultado das URs assistidas pela Emater na safra 2018/2019, em 59 municípios no estado do Paraná.

nódulos/plantas coinoculadas com *Bradyrhizobium* + *Azospirillum* em relação às não inoculadas, valores semelhantes aos encontrados na safra 2018/2019 para a mesma comparação. Além disso, a coinoculação resultou em precocidade de nodulação, o que favorece o estabelecimento da cultura.

A produtividade média de grãos com a coinoculação foi de 3.362 kg/ha, enquanto que nos controles não inoculados foram obtidos 3.103 kg/ha (Tabela 2). A produtividade média das áreas com coinoculação foi superior às médias nacional e paranaense na safra 2018/2019, que foram de 3.226 e 2.989 kg/ha, respectivamente (Conab, 2018). As áreas não inoculadas apresentaram produtividade média inferior à média nacional, porém, superior à paranaense. Cabe salientar que a diminuição do potencial produtivo da safra 2018/2019 no Paraná se deu pela ocorrência de períodos de seca na fase crítica de desenvolvimento dos grãos.

Em termos percentuais, a produtividade de grãos apresentou respostas positivas à coinoculação, superior a 5% em 2/3 das áreas (32 locais), chegando

a 83% de ganho em Chopinzinho, com ganho médio de 8,3% entre os 57 locais (Figura 6). Houve ainda casos em que a coinoculação resultou em diminuição da produtividade em mais de 5%, como em Mariópolis (-9,9%), Kaloré (-9,8%), Pato Branco_2 (-8,7%) e Itapejara do Oeste (-7,7%). Essas respostas precisam ser cuidadosamente estudadas para se identificar quais as possíveis causas do efeito negativo da coinoculação. Na safra 2017/2018, a variação havia sido de -2,6% a 22,1% de resposta à coinoculação em 33 locais, com média de 8,4% (Nogueira et al., 2018). Cabe ressaltar que as restrições hídricas na atual safra podem ter influenciado na maior amplitude dos resultados em relação à safra anterior. Na grande maioria dos casos com resposta positiva à coinoculação foi realizada aplicação de Co + Mo (14 casos), enquanto que em apenas um caso em que Co + Mo foi aplicado não houve resposta à coinoculação (Figura 6). Esses dois micronutrientes são fundamentais para o processo de fixação biológica de nitrogênio e podem influenciar positivamente na resposta à coinoculação.

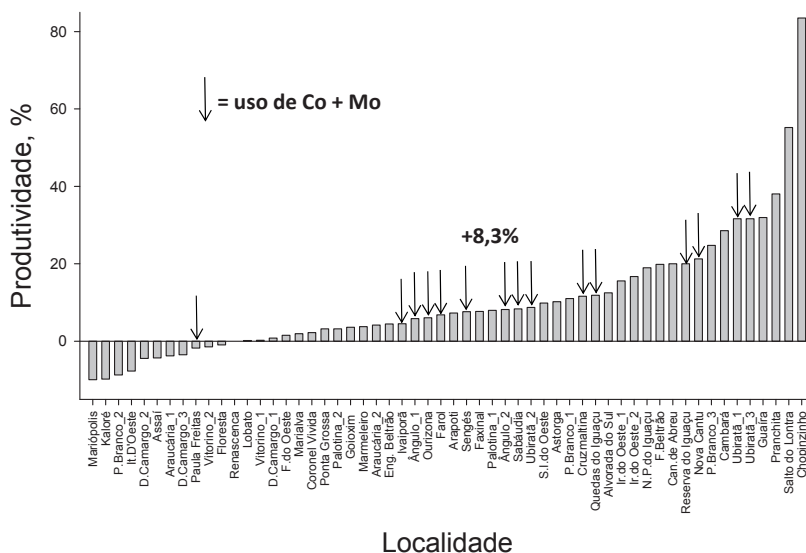


Figura 6. Produtividade da soja (%) em resposta à coinoculação com *Bradyrhizobium* + *Azospirillum* em relação à testemunha não inoculada. Resultado das URs assistidas pela Emater na safra 2018/2019, em 56 locais no estado do Paraná.

Tomando-se por base as médias da Tabela 2, a coinoculação resultou em aumento médio de 259 kg/ha, ou seja, 4,3 sacas/ha. Considerando o valor da saca de soja a R\$ 72,00 e o custo da dose do inoculante à base de *Bradyrhizobium* + *Azospirillum* a R\$ 15,00/ha, o lucro líquido da coinoculação seria equivalente a R\$ 296,00/ha.

Em adição ao que tem sido demonstrado pela pesquisa em áreas experimentais (Hungria et al., 2013; 2015), os resultados aqui apresentados enfatizam a viabilidade da coinoculação da cultura da soja na propriedade, de modo a contribuir para aumentar a renda do produtor e a sustentabilidade do sistema de produção. Entretanto, para que esses benefícios sejam atingidos, deve-se sempre levar em conta o emprego das boas práticas de inoculação, para que a sobrevivência da bactéria e a qualidade dos inoculantes sejam asseguradas para promover os benefícios esperados.

Agradecimentos

Aos extensionistas: Afonso Faccin, Alberto Nerci Muller, Antonio Carlos Rossin, Bernardo Faccin, Carlos Alberto Wust da Silva, Celso Ricardo de Freitas, Claudemir Luis Todescatt, Claudimir Masiero, Danilo Augusto Scharr, Diogo Muller, Éden José Janisch, Ederson Longaretti, Edimilson Moreira, Edson de Oliveira, Eduardo Campos Barbosa, Eduardo Vinicius Staffen Wammes, Eliana Aparecida Reis, Emerson Crivelaro Gomes, Emerson José Polonio, Ericson Fagundes Marx, Fabianderson José Baio, Fernanda Schubert Marques dos Reis, Francine Francisca Araújo Moreira, Germano do Rosário F. Kusdra, Gerson Schiochet, Gervásio Vieira, Gláucia Dias Trevizan, Gustavo Migliorini de Oliveira, Hemerson Bento Alves, Ilvo Antoniazzi, Ivanderson Borelli, João de Ribeiro Reis Junior, João Dozorec, Joao Sergio Canterle, José Alberto de Mendonça, Katerine E. Brero, Lari Maroli, Luiz Carlos de Castro, Luiz Henrique Oliveira Souza, Luiz Marcelo Franzin, Luiz Pasquali, Marcelo Ferreira Hupalo, Marcelo Vicensi, Marcos Antonio Paloschi, Nelson Luiz Kunzler, Nelson Rogério Bueno da Silva, Odimar de Mello, Onóbio Vicente Werner, Osvaldo Matyak, Pablo Luis Sanchez Rodriguez, Pascoal Aparecido Palhares, Paulo Eduardo Sipoli Pereira, Pedro Cecere Filho, Reinaldo Neris dos Santos, Robson Ferreira Brandão, Ronaldo Cesar Woyniak, Rubens Antonio Sieburger Costa, Sandro Cesar Albrecht, Sidney

Carneiro, Silvio Cesar dos Santos Ferrari, Sinaney Delvan de Alencar Bozelli, Valdemar Favreto, Valdir Brischiliari, Vilmar Natalino Grando e Zaqueu Cubines de Souza.

Aos produtores que disponibilizaram suas áreas para a implantação das URs.

À analista do Laboratório de Biotecnologia do Solo da Embrapa Soja, Eduara Ferreira, pelo controle de qualidade e fracionamento das doses dos inoculantes empregados nas URs.

Grupo de pesquisa apoiado pelo INCT - Microrganismos Promotores do Crescimento de Plantas Visando à Sustentabilidade Agrícola e à Responsabilidade ambiental – MPCPAgro - (CNPq 465133/2014-4, Fundação Araucária-STI, CAPES).

Referências

CHIBEBA, A. M.; GUIMARÃES, M. de F.; BRITO, O. R.; NOGUEIRA, M. A.; ARAUJO, R. S.; HUNGRIA, M. Co-inoculation of soybean with *Bradyrhizobium* and *Azospirillum* promotes early nodulation. **American Journal of Plant Sciences**, v. 6, p. 1641-1649, jun. 2015.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos: safra 2017/18: décimo primeiro levantamento**, v. 5, n. 11., p. 106, ago. 2018. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos?start=10>>. Acesso em: 05 set. 2018.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; MENDES, I. C.; GRAHAM, P. H. Contribution of biological nitrogen fixation to the N nutrition of grain crops in the tropics: the success of soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) in South America. In: SINGH, R. P.; SHANKAR, N.; JAIWAL, P. K (Ed.). **Nitrogen nutrition and sustainable plant productivity**. Houston, TX: Studium Press, 2006. p. 43–93.

HUNGRIA, M.; NOGUEIRA, M. A.; ARAUJO, R. S. Co-inoculation of soybeans and common beans with rhizobia and *Azospirillum*: strategies to improve sustainability. **Biology and Fertility of Soils**, v. 49, p. 791-801, jan. 2013.

HUNGRIA, M.; NOGUEIRA, M. A.; ARAUJO, R. S. Soybean seed co-inoculation with *Bradyrhizobium* spp. and *Azospirillum brasilense*: a new biotechnological tool to improve yield and sustainability. **American Journal of Plant Sciences**, v. 6, p. 811-817, abr. 2015.

NOGUEIRA, M. A.; PRANDO, A. M.; OLIVEIRA, A. B. de; LIMA, D. de; CONTE, O.; HARGER, N.; OLIVEIRA, F. T. de; HUNGRIA, M. **Ações de transferência de tecnologia em inoculação/coinoculação com *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* na cultura da soja na safra 2017/18 no estado do Paraná**. Londrina: Embrapa Soja, 2018. 15 p. (Embrapa Soja. Circular técnica, 143).

PRANDO, A. M.; OLIVEIRA, A. B. de; HUNGRIA, M.; OLIVEIRA, F. T. de; HARGER, N. Transferência de tecnologia sobre inoculação em soja em parceria entre Embrapa e Emater.

In: REUNIÃO LATINOAMERICANA DE RIZOBIOLOGIA - RELAR, 27., 2016, Londrina.

Fortalecendo as parcerias Sul-Sul: anais. Curitiba: SBCS-NEPAR, 2016. p. 308.

PRANDO, A. M.; OLIVEIRA, A. B. de; LIMA, D. de; CONTE, O.; HARGER, N.; TEIXEIRA, F. T. de; NOGUEIRA, M. A.; HUNGRIA, M. Ações de transferência de tecnologia sobre inoculação em soja, em parceria entre EMATER Paraná e Embrapa. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 8., 2018, Goiânia. **Inovação, tecnologias digitais e sustentabilidade da soja:** anais. Brasília, DF: Embrapa, 2018. p. 77-79.

TECNOLOGIAS de produção de soja - Região Central do Brasil 2014. Londrina: Embrapa Soja, 2013. 265 p. (Embrapa Soja. Sistemas de Produção, 16).

Exemplares desta edição
podem ser adquiridos na:

Embrapa Soja

Rod. Carlos João Strass, s/n,
acesso Orlando Amaral
C. P. 231, CEP 86001-970
Distrito de Warta
Londrina, PR
www.embrapa.br/soja
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

1ª edição

1ª impressão (2019): 2.000 exemplares



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



**Comitê Local de Publicações
da Embrapa Soja**

Presidente

Ricardo Vilela Abdelnoor

Secretária-Executiva

Regina Maria Villas Bôas de Campos Leite

Membros

*Clara Beatriz Hoffmann-Campo, Claudine Dinali
Santos Seixas, José Marcos Gontijo Mandarinho,
Liliane Márcia Mertz-Henning, Marcelo Hiroshi
Hirakuri, Mariangela Hungria da Cunha, Norman
Neumaier e Vera de Toledo Benassi*

Supervisão editorial

Vanessa Fuzinato Dall' Agnol

Normalização bibliográfica

Valéria de Fátima Cardoso

Projeto gráfico da coleção

Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica

Marisa Yuri Horikawa

Foto da capa

André Mateus Prando

CGPE 15593

Parceria



Apoio

