

CIRCULAR TÉCNICA

190

Londrina, PR  
Novembro, 2022

# Coinoculação da soja com *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* na safra 2021/2022 no Paraná

André Mateus Prando, Arnold Barbosa de Oliveira, Divania de Lima, Edivan José Possamai, Eliana Aparecida Reis, Marco Antonio Nogueira, Mariangela Hungria, Roberta Aparecida Carnevalli



## Coinoculação da soja com *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* na safra 2021/2022 no Paraná<sup>1</sup>

A fixação biológica do nitrogênio (FBN) é um dos pilares de sustentabilidade do sistema de produção de soja no Brasil. Resulta em grandes benefícios para o produtor e para o meio ambiente, por dispensar o uso de fertilizantes nitrogenados na cultura, diminuindo os custos e, conseqüentemente, aumentando a competitividade do produto no mercado externo com menor impacto ambiental. Esse processo se dá pela simbiose entre bactérias do gênero *Bradyrhizobium* e as plantas de soja, formando os nódulos radiculares, nos quais as plantas hospedeiras abrigam, protegem e nutrem as bactérias. Em troca, as bactérias capturam o nitrogênio atmosférico (N<sub>2</sub>) que, pela ação da enzima nitrogenase é reduzido a amônia e na seqüência, é convertida em compostos nitrogenados que são exportados para a planta hospedeira.

O emprego de estirpes selecionadas de *Bradyrhizobium* nos inoculantes, em pesquisas conduzidas por décadas, assegura o suprimento do nitrogênio (N) necessário para a cultura, mesmo em altos níveis de produtividade (Hungria; Nogueira, 2019). Cabe salientar a grande exigência da soja pelo nitrogênio, cerca de 80 kg para cada tonelada de grãos produzidos (Hungria; Nogueira, 2020).

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 N<sub>2</sub> estão em baixa população ou ausentes no solo. Entretanto, mesmo em áreas frequentemente cultivadas com soja, é vantajoso realizar a inoculação a cada safra, durante a instalação da cultura, via sementes ou sulco de semeadura. Pesquisas mostram ganhos médios na ordem de 8% em produtividade, resultante da inoculação anual da soja com *Bradyrhizobium*, em áreas tradicionais de cultivo (Hungria et al., 2007; Hungria; Nogueira, 2019), representando um grande retorno econômico e ambiental frente ao baixo custo do inoculante.

---

<sup>1</sup> **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 e zootecnista, doutora, pesquisadora da Embrapa Soja, Londrina, PR; **Edivan José Possamai**, engenheiro-agrônomo, doutor, extensionista do IDR-Paraná, Pato Branco, PR; **Eliana Aparecida Reis**, engenheira-agrônoma, mestre, extensionista do IDR-Paraná, 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; **Roberta Aparecida Carnevalli**, engenheira-agrônoma, doutora, pesquisadora da Embrapa Soja, Londrina, PR.

Além da inoculação anual com *Bradyrhizobium*, a Embrapa passou a indicar, a partir da safra 2013/2014, o uso conjunto de uma segunda bactéria para a inoculação da soja, em um processo denominado de coinoculação (Hungria et al., 2013) com duas estirpes selecionadas da espécie *Azospirillum brasilense* que já eram recomendadas para as culturas de milho, trigo e arroz desde 2009/2010 (Hungria, 2011; Hungria; Nogueira, 2019). A capacidade de FBN dessas estirpes de *A. brasilense* é modesta quando comparada à de *Bradyrhizobium*; contudo, o principal processo microbiano pelo qual elas beneficiam as plantas consiste na síntese de fitormônios, que promovem o crescimento vegetal, principalmente o sistema radicular. Esse processo favorece, inclusive, a nodulação por *Bradyrhizobium* e a FBN, pela ampliação do sistema radicular, além de aumentar o volume de solo explorado, favorecendo a absorção de água e nutrientes, incluindo maior aproveitamento dos fertilizantes químicos (Rondina et al., 2020; Barbosa et al., 2021). As plantas de soja coinoculadas com *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* apresentam nodulação mais abundante e precoce (Chibeba et al., 2015; Hungria et al., 2015), com ganho médio de produtividade de 16% (Hungria et al., 2013), 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 que em áreas cultivadas por várias safras consecutivas ocorre a formação de nódulos nas raízes da soja pela população estabelecida de *Bradyrhizobium* no solo, mesmo sem inocular. Entretanto, ao não usar inoculante nessas áreas o produtor deixa de ganhar em produtividade (Hungria et al., 2007; Hungria; Nogueira, 2019). Já a coinoculação, embora seja uma tecnologia mais recente, encontra-se em franca expansão e já é empregada em 29% das áreas cultivadas com soja no Brasil, segundo a Associação Nacional dos Produtores e Importadores de Inoculantes – ANPII em levantamento realizado pela Spark<sup>2</sup>. Para aumentar a eficiência desse processo, é importante que os produtores que adotam a inoculação ou a coinoculação observem as boas práticas recomendadas pela pesquisa, tais como:

- 1) usar apenas inoculantes de *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* registrados para a cultura da soja no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa).

---

<sup>2</sup> CASTRO, J. R. P. **Atualizações sobre o mercado de inoculantes no Brasil**. Palestra realizada no XX RELARE, Foz do Iguaçu, em 16 maio 2022.

- 2) utilizar o inoculante dentro do prazo de validade, estabelecido na embalagem.
- 3) assegurar-se de que o produto tenha sido transportado e armazenado em local protegido do sol e com temperaturas inferiores a 30 °C.
- 4) aplicar em dose adequada conforme a condição e a modalidade de uso. Em áreas tradicionais de cultivo, no mínimo, 1 dose por hectare de inoculante à base de *Bradyrhizobium* via sementes ou 2,5 a 3 doses por hectare via sulco de semeadura. Uma dose de *Bradyrhizobium* deve ser suficiente para fornecer, no mínimo, 1,2 milhão de células por semente, sendo possível aumentar o número de doses. Para *Azospirillum*, em coinoculação, somente 1 dose por hectare via sementes, que deve ser suficiente para fornecer 120.000 células por semente, ou 2 doses por hectare via sulco de semeadura, ou o que constar no rótulo do produto conforme registro no Mapa para a cultura da soja. A dose de *Azospirillum* não deve ser aumentada sem critério, pois pode resultar em excesso de fitormônios e prejudicar o crescimento das plantas.
- 5) evitar o uso do inoculante turfoso diretamente na caixa da semeadora. O correto é preparar uma solução açucarada a 10% e usar 200 mL 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.
- 6) 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, o que deve ser garantido pelo fabricante. Nesse caso, as sementes pré-inoculadas precisam ser armazenadas sob temperaturas amenas, preferencialmente abaixo de 20 °C, até o momento da semeadura.
- 7) quando usar produtos químicos no tratamento de sementes, aplicar o inoculante na última operação antes da semeadura e jamais misturar o inoculante diretamente com esses produtos durante a aplicação.
- 8) em área de primeiro ano de cultivo, ou há muito tempo sem cultivo de soja, o cuidado com a compatibilidade com produtos químicos no tratamento de sementes deve ser redobrado e a dose do inoculante com *Bradyrhizobium* deve ser aumentada.

- 9) para evitar a incompatibilidade com produtos químicos no tratamento de sementes, pode-se realizar a inoculação no sulco de semeadura, com a utilização de tanque exclusivo para o(s) inoculante(s). Nesse caso, aumentar a dose conforme especificado acima, no item (iv). *Bradyrhizobium* e *A. brasilense* são totalmente compatíveis e podem ser misturados; contudo, para outros microrganismos, verificar a compatibilidade com o fabricante.
- 10) inoculação após a emergência das plantas só deve ser feita em último caso, quando não houver boa nodulação e, ainda assim, quando houver condições de boa umidade no solo e temperatura amena no momento da aplicação. A inoculação após a emergência não substitui a inoculação via sementes ou via sulco de semeadura e exige, pelo menos, seis doses por hectare de *Bradyrhizobium*, aplicadas no final do dia para evitar os raios solares, com jato dirigido à superfície do solo úmido e, preferencialmente, com previsão de chuva.
- 11) aplicar o cobalto e o molibdênio (CoMo) via sementes ou, de preferência, via foliar, no estágio V3-V5 quando a inoculação for via sementes, diminuindo o impacto de produtos químicos sobre as bactérias inoculadas. Atentar para as doses recomendadas, que devem ser de 2-3 g/ha de Co e 12-25 g/ha de Mo seja nas sementes ou via foliar.
- 12) não semear “no pó”, ou seja, em solo seco, pois as bactérias morrem rapidamente nessas condições, principalmente quando as sementes são tratadas com químicos, além de diminuir o vigor das sementes (Pinto et al., 2023).
- 13) a garantia da concentração de células, da pureza e da eficiência das bactérias presentes no inoculante é fundamental para o sucesso da inoculação. Essas condições dificilmente são alcançadas em produções caseiras de inoculantes, também conhecidas como produções *on farm*. Além disso, há grande risco de contaminação com microrganismos patogênicos nessas condições. Análises realizadas pela pesquisa têm verificado que inoculantes caseiros não apresentaram qualidade mínima para uso, além do risco sanitário, inclusive aos trabalhadores (Bocatti et al., 2022). Esses produtos não são submetidos, como os inoculantes comerciais, a um controle de qualidade conforme estabelecido pelo Mapa, 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. O inoculante é um insumo de baixo custo e de alto retorno econômico, portanto, não vale a pena arriscar com produtos sem a garantia da qualidade mínima necessária.

Visando divulgar os benefícios da coinoculação, a Embrapa Soja, em parceria com o Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná – IAPAR-EMATER (IDR-Paraná), vem realizando, desde a safra 2015/2016, ações de transferência de tecnologia com o objetivo de demonstrar e difundir os benefícios dessa tecnologia em termos de FBN e da promoção de crescimento vegetal. Com essas ações, busca-se intensificar a adoção e o uso adequado da coinoculação na cultura da soja no estado do Paraná. Esse trabalho continuado consiste em quatro etapas:

- 1) treinamento de técnicos extensionistas.
- 2) instalação e acompanhamento de unidades de referência técnica (URs) em áreas comerciais de produção de soja de agricultores atendidos pelo IDR-Paraná.
- 3) encontros técnicos junto aos agricultores para a divulgação da tecnologia.
- 4) coleta, tabulação, análise e compartilhamento dos resultados obtidos (Prando et al., 2016).

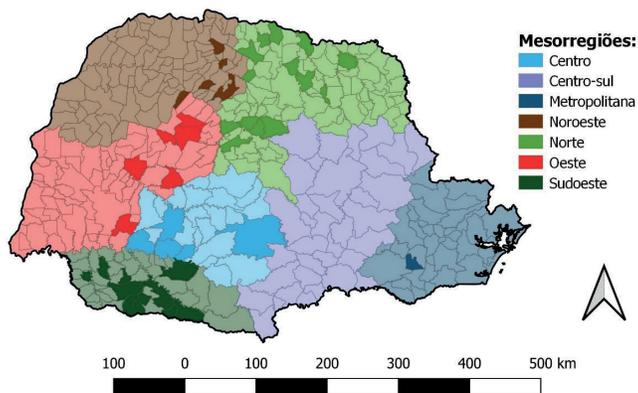
## **Instalação e resultados das URs**

Antes do início da safra 2021/2022 foi realizada, de forma virtual, para os extensionistas do Programa Grãos do IDR-Paraná, uma atualização sobre os resultados do trabalho de boas práticas de inoculação e coinoculação da soja e do protocolo de implantação e avaliação das URs. Essa ação constou de instruções sobre a instalação, as boas práticas de inoculação e coinoculação, bem como a avaliação da nodulação e da produtividade da soja, o que possibilitou a elaboração deste documento para registro e divulgação dos resultados.

Foram instaladas 52 URs em lavouras comerciais na safra 2021/2022, no estado do Paraná, nas mesorregiões: centro, metropolitana, norte, noroeste, oeste e sudoeste, seguindo as boas práticas de inoculação e amostradas para coleta de dados de nodulação e produtividade. Ao final da safra, foram

coletados dados de 47 URs localizadas em 43 municípios (Figura 1). Esses locais são representativos de diferentes tipos de solo, de manejo de solo, clima, sistemas de cultivo, em sucessão a diferentes culturas (milho segunda safra, trigo, aveia, azevém, etc.), épocas de semeadura (antecipada, normal ou tardia) e níveis de tecnologias empregadas pelo produtor (Figura 2).

Elaboração: Rubson Natal Ribeiro Sibaldelli.



**Figura 1.** Localização dos municípios, em destaque, nas mesorregiões administrativas do IDR-Paraná onde foram implantadas as Unidades de Referência sobre coinoculação da soja na safra 2021/2022.

Foto: Daiani Hartman (IDR-Paraná).



**Figura 2.** Aspecto de uma lavoura de soja onde foi instalada uma Unidade de Referência de coinoculação de soja em Catanduvas, PR na safra 2021/2022.

Os encontros técnicos denominados de “Giro técnico da soja: parceria IDR-Paraná/Embrapa” realizados nas URs de cada regional assistida pelo IDR-Paraná foram retomados na forma presencial na safra 2021/2022. Foram realizados em 17 locais com público total de 1.300 participantes e foram coletadas informações de 555 produtores sobre as práticas agrícolas que envolvem a inoculação. Foram realizadas coletas de plantas para comparar o crescimento das raízes e a nodulação nas mesmas (Figura 3), assim como a observação da coloração interna e a distribuição dos nódulos ativos na região da coroa das raízes, o que possibilita visualizar a efetividade da coinoculação em relação às plantas testemunha não inoculadas. As fotos registradas *in loco* pelos técnicos serviram de suporte para demonstrar aos produtores a vantagem da nodulação precoce e intensa na fase inicial de desenvolvimento da cultura da soja quando se realiza a coinoculação.

Foto: Karina Aline Alves (IDR-Paraná).



**Figura 3.** Comparação do sistema radicular e do número de nódulos na raiz principal de 10 plantas de soja da testemunha sem inoculação (direita) e de plantas coinoculadas com *Bradyrhizobium* + *Azospirillum* (esquerda) na Unidade de Referência de Andará.

Nas 47 URs foram realizadas avaliações da nodulação entre 25 e 35 dias após a emergência (DAE), entretanto, a produtividade foi avaliada nas parcelas coinoculadas e não inoculadas em apenas 36 dessas URs (Tabela 1). Na grande maioria dos casos, foram observados incrementos de nodulação e de produtividade com a coinoculação.

**Tabela 1.** Produtividade de grãos e número médio de nódulos de soja avaliados nas URs, de acordo com os tratamentos de coinoculação com *Bradyrhizobium* + *Azospirillum* (Brady + Azo) e na testemunha, sem coinoculação, obtidas em 47 URs de produtores de soja assistidos pelo IDR-Paraná, na safra 2021/2022, no estado do Paraná.

Município	Produtividade (kg/ha)		Nodulação (nº nódulos por planta)	
	Brady + Azo	Testemunha	Brady + Azo	Testemunha
Alvorada do Sul	3.071	3.067	26,3	21,2
Ângulo	-	-	12,5	9,8
Assaí	3.300	2.760	9,3	6,1
Bandeirantes	5.925	4.338	11,6	10,1
Bela Vista da Caroba_1	1.333	1.119	1,5	1,5
Bela Vista da Caroba_2	1.710	1.487	2,6	2,3
Borrazópolis	-	-	12,5	9,6
Campo Mourão	2.747	2.602	25,3	15,9
Catanduvas_1	2.436	2.007	33,4	29,7
Catanduvas_2	2.823	2.774	21,3	16,4
Chopinzinho	3.888	3.020	15,8	11,9
Clevelândia	3.124	2.922	14,3	9,7
Contenda	3.450	3.223	8,3	7,7
Cruzmaltina	1.197	1.018	10,5	8,3
Enéas Marques	1.490	1.350	15,0	11,7
Faxinal	3.942	3.570	13,0	11,7
Florestópolis	-	-	6,3	4,0
Francisco Beltrão	2.008	1.838	8,9	5,8
Guarapuava	4.110	4.090	2,1	2,2
Itapejara D'Oeste	1.840	1.302	13,4	14,0
Jaguapitã	2.488	2.573	8,2	8,2
Jardim Alegre	-	-	11,7	8,1
Jussara_1	-	-	7,1	7,1
Jussara_2	-	-	7,2	7,0
Mariópolis_1	2.117	2.064	15,8	13,9
Mariópolis_2	3.013	2.064	13,7	8,4
Marmeleiro	1.350	1.275	19,2	15,9

Continua...

**Tabela 1.** Continuação

Município	Produtividade (kg/ha)		Nodulação (no nódulos por planta)	
	Brady + Azo	Testemunha	Brady + Azo	Testemunha
Nova Cantu	3.842	2.727	24,9	13,7
Nova Laranjeiras	3.025	2.436	27,6	19,7
Paiçandu	1.310	1.290	7,1	4,0
Pato Branco_1	4.260	4.020	21,5	21,0
Pato Branco_2	3.102	2.752	12,3	7,1
Porto Barreiro	-	-	26,1	25,3
Renascença_1	3.784	3.200	12,8	8,6
Renascença_2	1.640	1.450	15,4	9,6
Rio Bonito do Iguaçu	-	-	14,4	12,2
Sabáudia_1	3.201	3.011	13,1	11,7
Sabáudia_2	2.455	2.532	15,4	12,7
Santa Izabel do Oeste	1.762	1.728	18,0	15,0
São João do Ivaí	-	-	9,7	8,0
Sertaneja	2.164	1.999	32,0	25,0
Sto Antônio do Paraíso	3.719	3.421	15,0	9,0
Ubiratã	-	-	16,8	12,7
Média	2.743	2.442	14,5	11,2

A nodulação média da raiz principal foi de 14,5 nódulos por planta nas áreas coinoculadas e de 11,2 nódulos por planta nas não inoculadas. Portanto, houve um aumento médio de 29,3% no número de nódulos, resultado um pouco abaixo do obtido na safra 2020/2021, que foi de 37% de aumento médio em 65 URs (Prando et al., 2022), porém bastante significativo, demonstrando o efeito positivo da coinoculação sobre a nodulação. Na safra 2017/2018, em 37 URs implantadas em 31 municípios paranaenses, Nogueira et al. (2018) constataram aumento médio de 33% no número de nódulos por planta com a coinoculação, similar ao obtido na atual safra.

O número de nódulos em cada UR foi expresso em porcentagem em relação ao controle não inoculado e as respostas foram organizadas em ordem crescente, indicando variação entre -5% a 89% (Figura 4). A coinoculação aumentou o número de nódulos por planta em 89% dos locais, o que indica o favorecimento no estabelecimento da simbiose pelo uso da tecnologia,

mesmo em áreas já cultivadas com soja há vários anos, como foi o caso das lavouras onde as URs foram instaladas.

A massa de nódulos não foi avaliada em razão de dificuldades logísticas para realizar a pesagem em balança de precisão em todos os locais. Contudo, ressalta-se que a coinoculação também aumenta a massa de nódulos, conforme observado na safra 2018/2019, em que houve quase 50% de aumento nas URs coinoculadas avaliadas entre 25 e 35 DAE (Prando et al., 2019) e de 77% aos 30 DAE em condições experimentais (Chibeba et al., 2015). Em meta-análise de 51 estudos realizados a campo nas diversas regiões produtoras, Barbosa et al. (2021) constataram incrementos médio significativos pela coinoculação de 5,4% e 10,6% no número e na massa de nódulos, respectivamente.

A produtividade média de grãos com a coinoculação foi de 2.743 kg/ha, enquanto nas testemunhas não inoculadas, foi de 2.442 kg/ha (Tabela 1). A produtividade média das URs foi bastante prejudicada, principalmente as localizadas nas mesoregiões oeste e noroeste do estado, devido à forte estiagem ocorrida, sendo que nessa safra 11 URs foram excluídas da análise por não terem sido colhidas ou pelo fato de as produtividades ficarem abaixo de 1.000 kg/ha. A produtividade média nas URs com coinoculação, na safra 2021/2022, foi superior à média paranaense de 2.161 kg/ha, mas inferior à média nacional de 3.029 kg/ha (Conab, 2022).

Com a coinoculação, a variação de produtividade de grãos nos 36 locais ficou entre -3,3% a 46% e o incremento médio foi de 12,4%, sendo superior a 5% em 75% das áreas (27 locais), chegando a 46% de ganho em Mariópolis\_2 (Figura 5). Nas URs conduzidas em safras anteriores, também foram constatadas variações na resposta da produtividade nos diferentes locais. Entretanto, o incremento médio na produtividade devido à coinoculação foi de 6,6% na safra 2020/2021 (Prando et al., 2022), de 6,9% na safra 2019/2020 (Prando et al., 2020), de 8,3% na safra 2018/2019 (Prando et al., 2019) e de 8,4% na safra 2017/2018 (Nogueira et al., 2018) (Tabela 2).

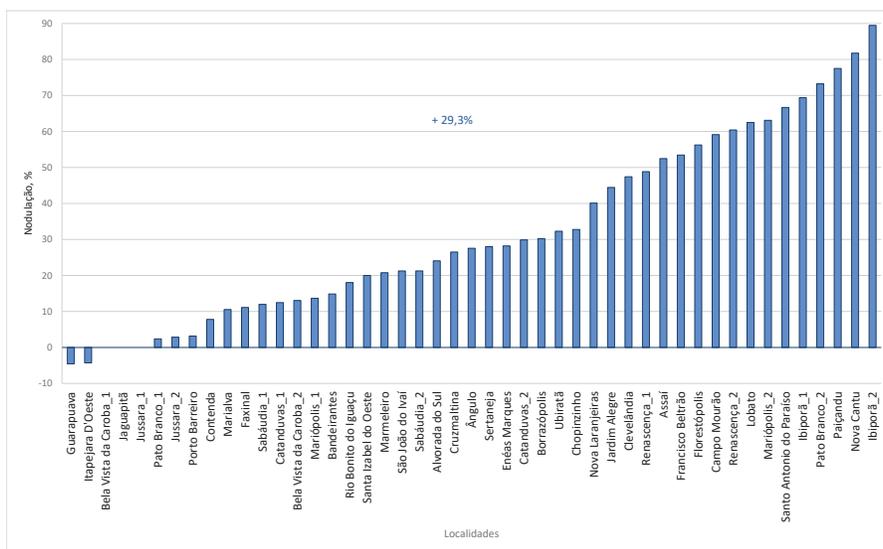
A aplicação foliar de cobalto e molibdênio foi registrada em 19 URs (Figura 5), ou seja, pouco mais da metade das URs. O objetivo do trabalho não foi acompanhar a aplicação de CoMo, mas é de conhecimento que esses dois micro-

nutrientes são benéficos ao processo de FBN, sobretudo quando se realiza a coinoculação, resultando em maior número de nódulos e produtividade.

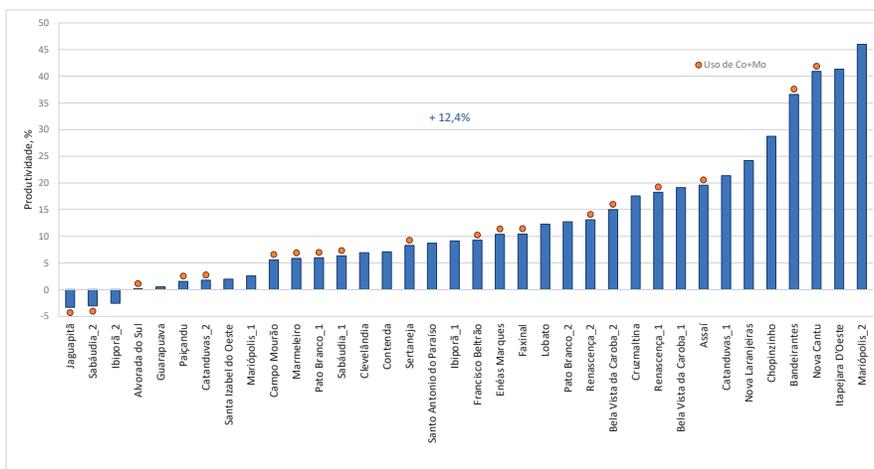
Tomando-se por base a média de produtividade da Tabela 1, a coinoculação proporcionou o aumento de 301 kg/ha, ou seja, cinco sacas por hectare, resultado superior ao obtido na safra anterior que foi de quatro sacas por hectare (Prando et al., 2022). A fim de se obter a receita em reais por hectare, foi considerado o valor médio de R\$ 190,63 por saca de 60 kg praticado no Paraná, em março de 2022, de acordo com dados do DERAL (Paraná, 2022), bem como o custo da dose dos inoculantes à base de *Bradyrhizobium* e de *Azospirillum* a R\$ 22,63/ha. Assim, o retorno da coinoculação nessa safra foi equivalente a R\$ 935,64/ha, enquanto na safra 2020/2021 foi de R\$ 603,03/ha e na safra 2019/2020 foi de R\$ 348,23/ha (Prando et al., 2019, 2020, 2022). Esse expressivo aumento do retorno obtido nessa safra deve-se ao aumento do preço da soja pago ao produtor e ao baixo custo de aquisição do inoculante. Dessa forma, a coinoculação se torna ainda mais rentável ao produtor, pois aumenta a produtividade, além de ser uma tecnologia amigável ao ambiente por dispensar o uso de fertilizantes nitrogenados na soja.

Em adição ao que tem sido demonstrado pela pesquisa em áreas experimentais (Hungria et al., 2013, 2015; Hungria; Nogueira, 2019; Barbosa et al., 2021), os resultados aqui apresentados enfatizam a viabilidade da coinoculação na cultura da soja, de modo a contribuir para aumentar a renda do produtor e a sustentabilidade do sistema de produção. Em condições experimentais, o potencial médio de resposta da produtividade à coinoculação foi de 16% (Hungria et al., 2013) e, na média de 51 estudos e ensaios conduzidos em 39 locais no Brasil, de 3,6% (Barbosa et al., 2021).

A média das respostas observadas nas cinco safras avaliadas foi de 8,2% (Tabela 2) embora, em vários locais, tenham sido observadas respostas superiores a 20%. Essa constatação indica que há possibilidade de aumentar as respostas à coinoculação em áreas comerciais de soja. Para que esses benefícios sejam atingidos, deve-se sempre levar em conta o emprego das boas práticas de inoculação, para que a sobrevivência das bactérias coinoculadas e a qualidade dos inoculantes sejam asseguradas para promover os benefícios esperados.



**Figura 4.** Variação da nodulação da soja (%) devido à coinoculação com *Bradyrhizobium* + *Azospirillum* em relação à testemunha sem coinoculação. Resultado de 47 URs assistidas pelo IDR-Paraná na safra 2021/2022.



**Figura 5.** Variação da produtividade da soja (%) devido à coinoculação com *Bradyrhizobium* + *Azospirillum* em relação à testemunha sem coinoculação; (●) uso de CoMo via tratamento de sementes ou foliar. Resultado de 36 URs assistidas pelo IDR-Paraná na safra 2021/2022.

**Tabela 2.** Resumo dos resultados das Unidades de Referência (URs) sobre coinoculação de soja com *Bradyrhizobium* + *Azospirillum* em áreas de produtores assistidos pelo IDR-Paraná, nas safras 2017/2018, 2018/2019, 2019/2020, 2020/2021 e 2021/2022.

Variáveis	Safras					Média
	2017/2018	2018/2019	2019/2020	2020/2021	2021/2022	
N° URs	37	61	63	62	36	(259) <sup>2</sup>
Coinoculação (sc/ha)	71,9	56,0	68,9	64,6	45,7	61,4
Sem coinoculação (sc/ha)	66,4	51,7	64,4	60,6	40,7	56,8
Diferença (sc/ha)	5,6	4,3	4,4	4,0	5,0	4,7
Incremento <sup>1</sup> (%)	8,4	8,3	6,9	6,6	12,3	8,2

<sup>1</sup> Incremento em relação a testemunha; <sup>2</sup>Soma das URs nas cinco safras.

## Levantamento de adoção das tecnologias

Na safra 2021/2022, foi realizado um levantamento, durante o giro técnico, com 555 produtores presentes, a fim de avaliar o nível de adoção de tecnologias no cultivo da soja e, entre elas, as relacionadas ao uso de inoculantes e CoMo (Tabela 3). Houve ampla variação na taxa de adoção da tecnologia nos diferentes municípios. A maior taxa de adoção foi registrada em Araucária, na mesorregião metropolitana, onde 100% dos produtores consultados afirmaram ter utilizado inoculante em soja. Os mesmos resultados foram obtidos durante o giro técnico em entrevista com produtores do município da Lapa por Prando et al. (2020), que pertence à mesma mesorregião. Por outro lado, os municípios de Iracema do Oeste e Rio Bonito do Iguazu apresentaram adoção de 30% e 41%, respectivamente. Na média estadual, 65% dos produtores consultados afirmaram ter utilizado inoculante na cultura da soja na safra 2021/2022, muito similar ao obtido pelo levantamento da ANP/Spark que foi de 62% na mesma safra.

Em levantamentos similares, realizados em safras anteriores, a média de uso de inoculantes foi de 68% dos produtores em 2019/2020 (Prando et al., 2020), de 60% em 2018/2019 (Prando et al., 2019), 59% em 2017/2018 (Nogueira et al., 2018) e 44% em 2016/2017 (Prando et al., 2018), o que indica que o uso vem crescendo. O decréscimo observado na safra 2020/2021 (53%)

pode estar associado ao método de coleta dos dados, devido ao fato de a pesquisa não incluir agricultores assistidos pelo IDR-Paraná. Apesar disso, é perceptível que a taxa de uso de inoculantes tem apresentado um crescimento relevante e parte desse resultado pode ser creditado ao trabalho de divulgação da importância dessa tecnologia no sistema de produção de soja. Por outro lado, ainda existe espaço para aumentar o uso da tecnologia, visto que, segundo a ANPIL/Spark, a média nacional de inoculação da soja é de 82% enquanto a da coinoculação é ainda de apenas 29%.

Entre os motivos alegados pelos produtores paranaenses que não fizeram uso da tecnologia, destacam-se:

- 1) falta de praticidade.
- 2) temor em perder a garantia do tratamento industrial de sementes.
- 3) pouco tempo para fazer uma inoculação adequada.
- 4) insuficiente esclarecimento sobre a importância da inoculação e coinoculação da soja.
- 5) entendimento equivocado de que não é necessário inocular todo ano em áreas onde a soja já vem sendo cultivada por anos seguidos.
- 6) falta de recomendação de uso pela assistência técnica.

Dentre os que realizaram a coinoculação, nem todos a fizeram de forma correta ou adotaram procedimentos inadequados, tais como:

- 1) mistura do inoculante junto com agrotóxicos para o tratamento de sementes.
- 2) aplicação de inoculante turfosos diretamente na caixa de distribuição de sementes e sem uso de solução adesiva, o que resulta em desuniformidade de aplicação e perda do inoculante, que não fica aderido às sementes e se acumula no fundo da caixa.

**Tabela 3.** Dados do levantamento sobre uso e forma de inoculação, uso de coinoculação com *Azospirillum* e aplicação de cobalto (Co) e molibdênio (Mo) na cultura da soja, realizado durante o giro técnico da soja em vários municípios no estado do Paraná, na safra 2021/2022.

Município	Mesorregião administrativa	Nº produtores	Uso de inoculante (%) <sup>2</sup>	Inoculante na caixa (%) <sup>3</sup>	Inoculação no sulco (%) <sup>4</sup>	Coinoculação (%) <sup>5</sup>	Uso de CoMo (%) <sup>6</sup>
Rio Bonito do Iguaçu	Centro	41	41	59	0	20	5
Guamiranga	Centro-sul	12	83	10	10	8	25
Guarapuava	Centro-sul	6	100	50	0	33	33
Paula Freitas	Centro-sul	22	95	0	48	27	55
Ponta Grossa	Centro-sul	18	89	31	6	44	61
Araucária	Metropolitana	21	100	0	38	57	81
Alvorada do Sul	Norte	32	78	8	12	56	81
Assaí	Norte	41	83	29	18	39	80
Ivaiporã	Norte	8	88	14	43	38	75
Céu Azul	Oeste	30	70	76	19	43	57
Goiouré	Oeste	29	86	36	16	34	76
Iracema do Oeste	Oeste	90	30	59	11	9	13
Itapejara D'Oeste	Sudoeste	57	47	48	-	-	11
Nova Prata do Iguaçu	Sudoeste	51	88	56	4	31	22
Santa Izabel do Oeste	Sudoeste	97	61	58	15	25	32
(Total) Média		(555)	65	40	15	26	38

<sup>1</sup>Produtores participantes do levantamento; <sup>2</sup>Produtores que usaram inoculante; <sup>3</sup>Produtores que aplicaram inoculante turfosamente na caixa da semeadora; <sup>4</sup>Inoculação no sulco de semeadura e <sup>5</sup>Coinoculação com *Azospirillum*; <sup>6</sup>Produtores que usaram cobalto e molibdênio (CoMo) via sementes e/ou foliar.

A aplicação de inoculante turfoso diretamente sobre as sementes na caixa não proporciona uma boa aderência às sementes. Essa prática, na safra 2021/2022, contabilizou média estadual de 40% entre os produtores que usaram inoculante, frente a 56,5% na safra 2017/2018 (Prando et al., 2018). Ainda que tenha havido tendência de diminuição de uso dessa prática comparado ao primeiro levantamento, esse número ainda é alto, o que evidencia que as boas práticas de inoculação precisam ser mais divulgadas entre os produtores, chamando a atenção sobre a importância da homogeneidade da inoculação e da adesão dos inoculantes turfosos às sementes. O município de Céu Azul, da mesorregião oeste, apresentou a maior taxa de uso de inoculante na caixa da semeadora. Tal prática normalmente ocorre devido à falta de informação técnica e de análise econômica sobre a tecnologia, juntamente com escassez de mão de obra ou a urgência em semear a soja. Já os municípios de Araucária e Paula Freitas, das mesorregiões metropolitana e centro-sul, respectivamente, apresentaram melhores práticas de inoculação, corroborando os levantamentos realizados em anos anteriores (Prando et al., 2020, 2022).

A média de uso da coinoculação com *Azospirillum* tem sido registrada desde a safra 2018/2019, quando foi de 12% (dados ajustados em relação ao número de produtores consultados) (Prando et al., 2019), chegando a 21% na safra 2019/2020 e 17% na safra 2020/2021, quando o levantamento foi realizado somente com produtores não assistidos pelo IDR-Paraná. Na safra 2021/2022, o valor apurado foi de 26% (Tabela 3), um pouco superior ao valor obtido pela ANP/Spark no Paraná nessa mesma safra (20%). No entanto, o campo para transferência da tecnologia ainda está aberto pois, conforme observado por Prando et al. (2020) e neste trabalho, há municípios onde a porcentagem de produtores que utilizam essa tecnologia ainda é muito baixa e, mesmo nos que há certo uso, ainda há espaço para o aumento. Embora haja um incremento na adoção dessa tecnologia, para as próximas safras, esperam-se melhores resultados nos locais onde já foram realizados os eventos de transferência de tecnologia, como os giros técnicos, nos quais a informação foi disponibilizada. É possível observar que a condução das URs, a divulgação dos resultados e o esclarecimento ao produtor têm impacto positivo na adoção da tecnologia nas safras subsequentes.

A adoção da inoculação no sulco de semeadura, por meio de equipamentos acoplados às semeadoras, na atual safra foi de 15%, apresentando forte crescimento comparado à safra 2020/2021 que foi de 9%. Entretanto, assim como observado nas últimas safras por Prando et al. (2020, 2022), houve grande variação entre os municípios e regiões, de zero a 48%. Dentre as principais dificuldades relatadas para o uso da inoculação no sulco, destacam-se: o custo do equipamento, a necessidade de outro equipamento para transporte de água, o pouco conhecimento sobre o equipamento e a preferência por utilizar o inoculante nas sementes, mesmo sob o risco de incompatibilidade com produtos químicos empregados no seu tratamento. A inoculação via sulco apresenta vantagens, como maior 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. Por outro lado, há maior custo inicial para adaptação da semeadora e a necessidade de transportar água para a aplicação. A decisão da adoção de uma ou outra modalidade de inoculação deve ser tomada de acordo com a realidade do produtor, de modo a priorizar a sobrevivência das bactérias inoculadas, via sementes ou sulco de semeadura. Em alguns casos, nota-se que o produtor aproveita o equipamento de aplicação via sulco para adicionar outros produtos à calda, o que nem sempre é compatível com os inoculantes (Pinto, 2021), e também reduz a viabilidade das bactérias no tanque.

O uso dos micronutrientes CoMo foi, em média, de 38% na safra 2021/2022. Prando et al. (2022, 2020) relataram 47% e 51% de uso para as safras 2020/2021 e 2019/2020, respectivamente. Esses valores podem estar subestimados, uma vez que alguns produtores adquirem as sementes com tratamento industrial e nem todos verificam quais produtos foram utilizados no tratamento. Contudo, o uso do CoMo via sementes, em alguns casos, acaba sendo negligenciado, ou substituído pela aplicação foliar de outros macro ou micronutrientes. O uso do CoMo é essencial para a FBN, prática recomendada pela Embrapa, podendo ser aplicado via sementes ou via foliar entre os estádios V3 e V5 na quantidade de 2-3 g de Co e 12-25 g de Mo por hectare (Hungria; Nogueira, 2020).

## Considerações finais

As ações de transferência da tecnologia sobre a coinoculação da soja com *Bradyrhizobium* sp. e *Azospirillum brasilense*, na safra 2021/2022, conduzidas em 47 URs em lavouras comerciais em 43 municípios do Paraná indicaram que:

Em média, houve um incremento no número de nódulos de 29,3% e no rendimento de grãos de 12,4% pela coinoculação.

O retorno médio obtido pela adoção da coinoculação foi estimado em R\$ 935,64/ha.

Apesar dos avanços obtidos, muitos agricultores ainda não utilizam a coinoculação em sementes de soja e/ou não seguem boas práticas para inoculação/coinoculação da soja, indicando a necessidade da continuidade de ações de transferência sobre o uso adequado dessa tecnologia.

## Agradecimentos

Aos extensionistas: Aguinaldo José Casagrande, Alberto Nerci Muller, Antônio Eduardo Egydio, Claudimir Masiero, Daiani da Cruz Hartman Cantele, Diego Scapim Pissinati, Ederson Longaretti Soares, Edilson Moreira, Edimilson Moreira, Eduardo Campos Barbosa, Emanuel Sordi, Emerson Crivelaro Gomes, Ericson Fagundes Marx, Fabianderson José Baio de Souza, Fernanda Schubert Marques dos Reis, Fernando Luís M. Costa, Gabriela Weber Andriolli, Geraldo Ermelindo Maronezi, Gustavo Migliorini de Oliveira, Ilvo Antoniazzi, Ivanderson Borelli, Jhonata Mendes Alves, Joélcio de Souza Vigolo, Joelson dos Santos, Karina Aline Alves, Lais Gomes Adamuchio, Lari Maroli, Luiz Carlos de Castro, Luiz Henrique Oliveira Souza, Luiz Marcelo Franzin, Luiz Pasquali, Marco Antônio da Silva Reis, Marcos Antônio Paloschi, Marcos Henrique Pereira de Camargo, Onóbio Vicente Werner, Pascoal Aparecido Palhares, Paulo Eduardo Sipoli Pereira, Rafael Alberto Guollo de Oliveira, Reinaldo Neris dos Santos, Renan Ribeiro Barzan, Roberval Zago, Ronaldo Cesar Woyniak, Sandro Cesar Albrecht, Silvio Cesar dos Santos Ferrari, Thaynara Sola Pozzobon, Thiago Ruppenthal Bobato, Vilmar Natalino Grando.

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.

À Associação Nacional dos Produtores de Inoculantes (ANPII) pelo fornecimento dos inoculantes.

Ao 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 043/2019, CAPES).

## Referências

- BARBOSA, J. Z.; HUNGRIA, M.; SENA, J. V. S.; POGGERE, G.; REIS, A. R.; CORRÊA, R. S. Meta-analysis reveals benefits of co-inoculation of soybean with *Azospirillum brasilense* and *Bradyrhizobium* spp. in Brazil. **Applied Soil Ecology**, v. 163, e103913, 2021.
- BOCATTI, C. R.; FERREIRA, E.; RIBEIRO, R. A.; CHUEIRE, L. M. O.; DELAMUTA, J. R. M.; KOBAYASHI, R. K. T.; HUNGRIA, M.; NOGUEIRA, M. A. Microbiological quality analysis of inoculants based on *Bradyrhizobium* spp. and *Azospirillum brasilense* produced “on farm” reveals high contamination with non-target microorganisms. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 53, p. 267-280, 2022. DOI: 10.1007/s42770-021-00649-2.
- CHIBEBA, A. M.; GUIMARÃES, M. 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, 2015.
- CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira**: Tabela de dados - Produção e balanço de oferta e demanda de grãos. [2022]. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras>. Acesso em: 14 set. 2022.
- HUNGRIA, M. **Inoculação com *Azospirillum brasilense***: inovação em rendimento a baixo custo. Londrina: Embrapa Soja, 2011. 36 p. (Embrapa Soja. Documentos, 325).
- HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; MENDES, I. C. **A importância do processo de fixação biológica do nitrogênio para a cultura da soja**: componente essencial para a competitividade do produto brasileiro. Londrina: Embrapa Soja, 2007. 80 p. (Embrapa Soja. Documentos, 283).
- HUNGRIA, M.; NOGUEIRA, M. A. Fixação biológica de nitrogênio. In: SEIXAS, C. D. S.; NEUMAIER, N.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; KRZYZANOWSKI, F. C.; LEITE, R. M. V. B. de C. (ed.). **Tecnologias de produção de soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2020. 347 p. (Embrapa Soja. Sistemas de Produção, 17).
- HUNGRIA, M.; NOGUEIRA, M. A. Tecnologias de inoculação da cultura da soja: mitos, verdades e desafios. In: KAPPES, C. (Ed.). **Boletim de Pesquisa 2019/2020**. Rondonópolis: Fundação MT, 2019. p. 50-62. (Fundação MT. Boletim, 19).

HUNGRIA, M.; NOGUEIRA, M. A.; ARAUJO, R. S. Co-inoculation of soybeans and common beans with rhizobia and Azospirilla: strategies to improve sustainability. **Biology and Fertility of Soils**, v. 49, p. 791-801, 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, 2015.

NOGUEIRA, M. A.; PRANDO, A. M.; OLIVEIRA, A. B.; LIMA, D.; CONTE, O.; HARGER, N.; OLIVEIRA, F. T.; 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. 16 p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 143).

PARANÁ. Secretaria da Agricultura e do Abastecimento. **Relatórios de preços: histórico**. 2022. Disponível em: <http://www.agricultura.pr.gov.br/deral/precos>. Acesso em: 23 set. 2022.

PINTO, D. B. B. **Sobrevivência de *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* em diferentes estratégias de inoculação de soja**. 2021. 81 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina.

PINTO, D. B. B.; FERREIRA, E.; HENNING, F. A.; AMARAL, H. F.; HUNGRIA, M.; NOGUEIRA, M. A. Recovery of *Bradyrhizobium* cells and effects on the physiological quality of soybean seeds sown in dry soil. **Journal of Seed Science**, v. 44, v.45, e202345001, 2023. <http://dx.doi.org/10.1590/2317-1545v45259694>.

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. Editores: Mariângela Hungria, Douglas Fabiano Gomes, Arnaldo Colozzi Filho.

PRANDO, A. M.; OLIVEIRA, A. B. de; LIMA, D. de; CONTE, O.; HARGER, N.; TEIXEIRA, F. T.; 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.

PRANDO, A. M.; OLIVEIRA, A. B. de; LIMA, D. de; POSSAMAI, E. J.; REIS, E. A.; NOGUEIRA, M. A.; HUNGRIA, M. **Coinoculação da soja com *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* na safra 2020/2021 no Paraná**. Londrina: Embrapa Soja, 2022. 24 p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 181).

PRANDO, A. M.; OLIVEIRA, A. B. de; LIMA, D. de; POSSAMAI, E. J.; REIS, E. A.; NOGUEIRA, M. A.; HUNGRIA, M.; CONTE, O. **Coinoculação da soja com *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* na safra 2019/2020 no Paraná**. Londrina: Embrapa Soja, 2020. 21 p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 166).

PRANDO, A. M.; OLIVEIRA, A. B. de; LIMA, D. de; POSSAMAI, E. J.; REIS, E. A.; NOGUEIRA, M. A.; HUNGRIA, M.; HARGER, N.; CONTE, O. **Coinoculação da soja com *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* na safra 2018/2019 no Paraná**. Londrina: Embrapa Soja, 2019. 19 p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 156).

RONDINA, A. B. L.; SANZOVO, A. W. S.; GUIMARÃES, G. S.; WENDLING, J. R.; NOGUEIRA, M. A.; HUNGRIA, M. Changes in root morphological traits in soybean co-inoculated with *Bradyrhizobium* spp. and *Azospirillum brasilense* or treated with *A. brasilense* exudates. **Biology and Fertility of Soils**, v. 56, p. 537-549, 2020.

Exemplares desta edição  
podem ser adquiridos na:

**Embrapa Soja**

Rod. Carlos João Strass, s/n,  
acesso Orlando Amaral  
Caixa Postal 4006 CEP: 86085-981  
Distrito de Warta  
Londrina, PR  
www.embrapa.br  
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

**1ª edição**

PDF digitalizado (2022)



MINISTÉRIO DA  
AGRICULTURA, PECUÁRIA  
E ABASTECIMENTO



**Comitê Local de Publicações**

Presidente

*Adeney de Freitas Bueno*

Secretária-Executiva

*Regina Maria Villas Bôas de Campos Leite*

Membros

*Claudine Dinali Santos Seixas, Edson  
Hirose, Ivani de Oliveira Negrão Lopes,  
José de Barros França Neto, Liliâne  
Márcia Mertz-Henning, Marco Antonio  
Nogueira, Mônica Juliani Zavaglia  
Pereira, Norman Neumaier*

Supervisão editorial

*Vanessa Fuzinatto Dall' Agnol*

Normalização

*Valéria de Fátima Cardoso*

Projeto gráfico

*Carlos Eduardo Felice Barbeiro*

Editoração eletrônica

*Marisa Yuri Horikawa*

Foto da capa

*Thiago Bobato*

Parceria



**IDR-Paraná**

Instituto de Desenvolvimento  
Rural do Paraná - IAPAR-EMATER



**PARANÁ**

**GOVERNO**

**DO ESTADO**

SECRETARIA DA  
AGRICULTURA E DO  
ABASTECIMENTO

Apoio

