

INFLUÊNCIA DE MODOS DE APLICAÇÃO DA CO-INOCULAÇÃO NO DESEMPENHO AGRÔNOMICO DE SOJA

BÁRBARO-TORNELLI, Ivana Marino¹; **FINOTO**, Everton Luis²; **TOKUDA**, Flávio Sueo³; **MEDEIROS**, Cibele Nataliane Facioli⁴; **GASPARINO**, Adriano Custódio⁵; **BORGES**, Wander Luis Barbosa⁶; **FREITAS**, Rogério Soares de⁶; **MATEUS**, Gustavo Pavan⁷; **HIPOLITO**, Jorge Luiz⁸; **CAZENTINI-FILHO**, Gerson⁹; **CASTELETI**, Marcelo Luiz¹⁰

ISSUE DOI: 10.3738/1982.2278.3008

RESUMO: Objetivou-se avaliar a eficiência agrônômica da co-inoculação em soja com o uso de inoculantes comerciais, em diferentes modos de aplicação. Os experimentos foram conduzidos em campo, na safra 2017/18, em Riolândia, SP e Pindorama, SP. Os tratamentos foram 1: testemunha; 2: 200 kg de nitrogênio ha⁻¹; 3: inoculação tradicional das sementes com Biomax[®] Premium Líquido Soja (A); 4: inoculação no sulco de semeadura com A; 5: co-inoculação nas sementes [A + Biomax[®] Premium Líquido Milho (B)]; 6: co-inoculação A nas sementes + B no sulco de semeadura; 7: co-inoculação A + B no sulco de semeadura; 8 e 9: testemunha da co-inoculação com o inoculantes da concorrência, respectivamente, nas sementes e sulco. O delineamento foi em blocos casualizados, com cinco repetições, em esquema fatorial de 2 locais e 9 tratamentos, sendo os dados submetidos a análise de variância pelo teste F e comparação das médias pelo teste de Scott-Knott a 5%. Foram avaliados alguns caracteres agrônômicos e produtividade de grãos em R8. Para efeito de locais, Riolândia destacou-se mostrando maiores valores médios para estande final, altura de planta na maturação e produtividade de grãos. Para efeito de tratamentos, verificou-se alta significância estatística apenas para produtividade de grãos. A co-inoculação A + B no sulco de semeadura (tratamento 7) produziu 4590 kg ha⁻¹ e proporcionou incrementos significativos, de respectivamente, 279, 554 e 967 kg ha⁻¹ em relação às médias de produtividade do segundo grupo formado pelos tratamentos 2, 3, 4, 6 e 9, do terceiro grupo com os tratamentos 5 e 8 e do quarto grupo representado pela testemunha (tratamento 1).

Palavras-chave: *Glycine max* L. *Azospirillum*. Sulco de semeadura. Tratamento de sementes

INFLUENCE OF MODES OF APPLICATION OF CO-INOCULATION IN THE AGRONOMIC PERFORMANCE OF SOYBEAN

SUMMARY: The objective was to evaluate the agronomic efficiency of co-inoculation in soybean with the use of commercial inoculants, in different modes of application. The experiments were conducted in field, crop 2017/18, in Riolândia, SP and Pindorama, SP. The treatments were: 1: control; 2: 200 kg of nitrogen ha⁻¹; 3: traditional seed inoculation with Biomax[®] Premium Liquid Soybean (A); 4: inoculation in the sowing furrow with A; 5: co-inoculation in seeds [A + Biomax[®] Premium Liquid Maize (B)]; 6: co-inoculation A in seeds + B in the sowing furrow; 7: co-inoculation A + B in the sowing furrow; 8 and 9: control of the co-inoculation with the competition inoculants, respectively, in the seeds and furrow. The experimental design was a randomized complete block design with five replications, in a factorial scheme of 2 local and 9 treatments. The data were submitted to analysis of variance by the F test and a comparison of the means by the Scott-Knott test at 5%. Some agronomic characters and grain yield were evaluated in R8. For local effect, Riolândia stood out showing higher average values for stand, plant height at maturity and grain yield. For the purpose of treatments, high statistical significance was verified only for

¹ Pesquisadora Científica, Dra. - APTA - PRDTA da Alta Mogiana, Colina, SP;

² Pesquisador Científico, Dr. - APTA - PRDTA Centro Norte, Pindorama, SP;

³ Assistente Agropecuário - CATI - CA Riolândia, Riolândia, SP;

⁴ Empresa Vittia Fertilizantes e Biológicos Ltda;

⁵ Assistente Agropecuário - CATI - CA Pontes Gestal, Pontes Gestal, SP;

⁶ Pesquisadores Científicos, Drs. - IAC - CAP Seringueira e Sistemas Agroflorestais, Votuporanga, SP;

⁷ Pesquisador Científico, Dr. - APTA - PRDTA Extremo Oeste, Andradina, SP;

⁸ Assistente Agropecuário - CATI - DSMM - NPS, Araçatuba, SP;

⁹ Assistente Agropecuário - CATI - DSMM - NPS, Manduri, SP;

¹⁰ Assistente Agropecuário - CATI - DSMM - NPS, Fernandópolis, SP.

grain yield. The co-inoculation A + B in the sowing furrow (treatment 7) produced 4589 kg ha⁻¹ and provided significant increases, respectively, 278, 554 and 967 kg ha⁻¹ in relation to the means of grain yield of the second group formed by treatments 2, 3, 4, 6 and 9; third group with treatments 5 and 8 and fourth group represented by the control (treatment 1).

Keywords: *Glycine max* L. *Azospirillum*. Seed treatment. Sowing furrow.

INTRODUÇÃO

Novas técnicas de inoculação e co-inoculação estão sendo aprimoradas, visando facilitar a aplicação de insumos biológicos em soja, sendo atualmente validada a aplicação de inoculante líquido no sulco de semeadura de soja, embora exija uma dose maior que a normal utilizada no tratamento de sementes (FONSECA, 2011; BÁRBARO-TORNELI et al., 2017). Por outro lado, a pré-semeadura é outro processo inovador que traz a possibilidade de inocular sementes de soja num período maior que 24 horas antes do plantio, sem que haja perdas comparada à inoculação tradicional (ZILLI et al., 2010; RUFINO, 2013).

Para incremento da eficiência da fixação biológica de nitrogênio (FBN) em soja, tem-se vislumbrado como alternativa o uso da co-inoculação que é uma tecnologia mais recente no Brasil, também em sintonia com a abordagem atual da agricultura, que respeita as demandas de altos rendimentos, todavia com sustentabilidade agrícola, econômica, social e ambiental. Combina uma prática já bem conhecida pelos produtores que consiste na inoculação de *Bradyrhizobium*, com o uso do *Azospirillum*, uma bactéria até então conhecida por sua ação promotora de crescimento em gramíneas (FERLINI, 2006; BÁRBARO et al., 2008; BÁRBARO et al., 2009; BÁRBARO et al., 2011; HUNGRIA; NOGUEIRA; ARAUJO, 2013; EMBRAPA, 2014; BÁRBARO-TORNELI et al., 2017).

O *Azospirillum* spp. está entre as mais importantes bactérias envolvidas na fixação de N em gramíneas (CÁCERES, 1982). Essas bactérias se encaixam no grupo dos diazotróficos endofíticos facultativos, pois colonizam tanto o interior das raízes quanto a rizosfera de plantas e ocorrem frequentemente em solos de clima tropical e subtropical (BALDANI et al., 1997). A exemplo, considera-se que de 30 a 90% das amostras de solo coletadas em todo o mundo apresentam *Azospirillum brasilense* ou *A. lipoferum* (DÖBEREINER; DAY, 1976).

Pesquisas envolvendo bactérias do gênero *Azospirillum* relatam que além da capacidade de fixação biológica de nitrogênio, ocorre o aumento da atividade da redutase do nitrato quando crescem endofiticamente nas plantas, e produção de hormônios como auxinas, citocininas, giberilinas e etileno (CASSÁN et al., 2008; HUERGO et al., 2008). Segundo Hungria (2011), atualmente os *Azospirillum* spp. são comercializados para inoculação em trigo e milho, com aumentos de 31 e 26% na produtividade de grãos, respectivamente, porém, com fornecimento de parte do nitrogênio requerido pela planta pelo fertilizante mineral.

Estudos conduzidos a campo mostram que a co-inoculação em soja proporciona vários benefícios sendo: aumento da área radicular, possibilitando maior aproveitamento dos fertilizantes além de favorecer a planta em situações de estresse hídrico, e incremento da produtividade devido a maior capacidade de absorção de água e nutrientes pelas raízes (HUNGRIA; NOGUEIRA, 2014).

No entanto, na literatura existe variabilidade dos resultados encontrados acerca da técnica, sendo que Bárbaro et al. (2009), Hungria, Nogueira e Araujo (2013), Embrapa, 2014, Hungria, Nogueira e Araujo (2015) e Barbáro-Torneli et al. (2017) relataram influências positivas da co-inoculação sobre as características agronômicas, entretanto, Gitti et al. (2012), Zuffo et al. (2015) e Zuffo et al. (2016) não evidenciaram resposta ao uso dessa prática. Visando contornar esse problema torna-se necessário

aprimorar e validar a técnica de co-inoculação com inoculantes recomendados comercialmente através do estudo de melhores doses e modo de aplicação, visando sinergismo na ação das bactérias e, conseqüentemente, melhoria de sua eficiência agrônômica na cultura.

Assim, o presente trabalho objetivou analisar os efeitos da co-inoculação com os inoculantes comerciais Biomax[®] Premium Líquido Soja e Biomax[®] Premium Líquido Milho em diferentes doses e modos de aplicação em caracteres de interesse agrônômico e rendimento de soja cultivada em Riolândia, SP e Pindorama, SP, no ano agrícola 2017/18.

MATERIAL E MÉTODO

Os experimentos foram instalados em condições de campo, sendo um no dia 24/11/2017 no Sítio Córrego da Anta de propriedade do Sr. Luis Carlos Tamura, situado no município de Riolândia, SP e, o outro, no 20/11/2018 no Polo Regional de Desenvolvimento Tecnológico dos Agronegócios do Centro Norte, vinculado a Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios - APTA, localizado no município de Pindorama, SP.

O clima dos locais analisados pode ser considerado do tipo Aw (KÖPPEN, 1948), ou seja, clima tropical com estação seca no inverno e transição para clima subtropical, com chuvas no verão e relativamente seco no inverno.

A colheita dos experimentos foram realizadas em 21/03/2018 em Riolândia e em 27/03/2018 em Pindorama, bem como, os tratamentos estudados estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1. Tratamentos dos experimentos envolvendo diferentes modos de aplicação da co-inoculação em soja. Ano Agrícola 2017/18. Riolândia, SP e Pindorama, SP.

Nº	Tratamentos
1	Testemunha (sem inoculação)
2	200 kg ha ⁻¹ de N (parcelados na base e em cobertura)
3	Inoculação Padrão ⁽¹⁾ com Biomax [®] Premium Líquido Soja (A) semente [*]
4	Inoculação com A sulco ^{**}
5	Co-inoculação [A + Biomax [®] Premium Líquido Milho ⁽²⁾ (B)] semente
6	Co-inoculação A + B, respectivamente semente e sulco
7	Co-inoculação (A + B) sulco
8	Testemunha (co-inoculação com inoculantes da concorrência ^{***}) semente
9	Testemunha (co-inoculação com inoculantes da concorrência) sulco

⁽¹⁾ (A) Inoculante comercial Biomax[®] Premium Líquido Soja; ^{*} tratamento de semente: 0,06 L 50 kg sementes⁻¹; ^{**} no sulco: 0,36 L ha⁻¹; ⁽²⁾ (B) Inoculante comercial Biomax[®] Premium Líquido Milho - dose no tratamento de semente: 0,1 L 50 kg sementes⁻¹; dose no tratamento no sulco: 0,1 L ha⁻¹; ^{***} inoculantes da concorrência: doses estabelecidas de acordo com o recomendado pelo fabricante.

A parcela experimental foi de 4 linhas de 15 m de comprimento, e como área útil considerou-se as duas linhas centrais de 5 m de comprimento e espaçamento entre linhas de 0,45 m (4,5 m²). Desta forma, os experimentos foram analisados em esquema fatorial simples, composto por dois locais

(Riolândia e Pindorama) e os nove tratamentos, no delineamento experimental de blocos ao acaso com 5 repetições, num total de 45 parcelas por experimento.

A descrição dos inoculantes utilizados nesses experimentos seguem abaixo:

- Biomax[®] Premium Líquido Soja (inoculante padrão): inoculante líquido para soja, registrado e produzido pela Vittia Fertilizantes e Biológicos Ltda, tendo como garantia as bactérias *Bradyrhizobium* (cepa Semia 5080) e (cepa Semia 5079), na concentração de 7×10^9 unidades formadoras de colônias mL⁻¹.

- Biomax[®] Premium Líquido Milho (inoculante padrão): inoculante líquido para milho, registrado e produzido pela Vittia Fertilizantes e Biológicos Ltda, tendo como garantia as bactérias *Azospirillum brasilense* (cepa AbV5) na concentração de 2×10^8 unidades formadoras de colônias mL⁻¹.

- Total Nitro[®] Soja: inoculante líquido para soja, tendo como garantia as bactérias *Bradyrhizobium* (cepa Semia 5080 e 5079), na concentração de 5×10^9 unidades formadoras de colônias mL⁻¹; dose: 0,1 L 50 kg sementes⁻¹ ou 0,4 L ha⁻¹ no sulco;

- Azo Total[®] Milho: inoculante líquido para milho, tendo como garantia as bactérias *Azospirillum brasilense* (cepas AbV5 e AbV6) na concentração de 2×10^8 unidades formadoras de colônias mL⁻¹; dose: 0,1 L 40 kg de sementes⁻¹ ou 0,1 L ha⁻¹ no sulco.

Antes da instalação dos experimentos foram coletadas amostras de solo das áreas experimentais para posterior análise química e granulométrica.

O solo da área experimental de Riolândia é classificado como Latossolo Vermelho Escuro Eutrófico, A moderado de textura muito argilosa, sendo instalado em semeadura direta na palhada de sorgo, com uso de semeadora manual de parcelas experimentais composta por 1 linha. De acordo com o laudo de análise química e física do solo, obtiveram-se os seguintes resultados: pH (CaCl₂) = 5,35; M.O. = 31,24 g dm⁻³; CO = 18 g dm⁻³; P = 42,74 mg dm⁻³; K = 5,34 mmol_c dm⁻³; Ca = 56,34 mmol_c dm⁻³; Mg = 21,41 mmol_c dm⁻³; H + Al = 32,85 mmol_c dm⁻³; SB = 83,10 mmol_c dm⁻³; CTC = 115,94 mmol_c dm⁻³ e V = 71,67%, S = 16,85 mg dm⁻³; Areia Total = 264 g kg de solo; Argila = 525 g kg de solo e Silte = 209 g kg de solo. Em porcentagem: Areia Total = 26,40% (Areia grossa = 4,30 % + Areia fina = 22,10%); Argila = 52,50%; Silte = 20,90 %.

Em Pindorama, a área experimental tem solo classificado como Argissolo (EMBRAPA, 2013a), considerado profundo, com horizonte A arenoso e horizonte B textural, com alta fertilidade e topografia plana. De acordo com o laudo de análise química e granulométrica do solo, obtiveram-se os seguintes resultados: pH (CaCl₂) = 5,5; M.O. = 10 g dm⁻³; CO = 5,8 g dm⁻³; P = 21 mg dm⁻³; K = 3,8 mmol_c dm⁻³; Ca = 16 mmol_c dm⁻³; Mg = 6 mmol_c dm⁻³; H + Al = 10,00 mmol_c dm⁻³; SB = 25,8 mmol_c dm⁻³; CTC = 35,8 mmol_c dm⁻³ e V = 72,1%, S = 11,25 mg dm⁻³; Areia Total = 843 g kg de solo; Argila = 108 g kg de solo e Silte = 49 g kg de solo. O preparo do solo foi convencional, com histórico da área constando de amendoim em 2015/16 e milho em 2016/17.

A adubação das áreas foi realizada com formulação comercial de adubo 02-20-20, na dose de 250 kg ha⁻¹. Apenas no tratamento T2 (200 kg ha⁻¹ de Nitrogênio) foram aplicados manualmente o restante da dose, ou seja, 198 kg de N, sendo metade na base e metade em cobertura com o uso da fonte sulfato de amônio, aos 35 dias após a emergência.

Utilizou-se a cultivar de soja BRS 1074 RR. Foram semeadas 22 sementes m⁻¹, com a finalidade de se obter 16 plantas m⁻¹, resultando numa população média final de 320000 plantas ha⁻¹. Não foi realizado o desbaste visando simular as reais condições de campo.

As doses dos inoculantes comerciais utilizadas nos experimentos ficaram na dependência dos tratamentos supracitados, sendo: T3: dose de 0,06 L 50 kg de sementes⁻¹ do produto Biomax[®] Premium Líquido Soja; T4: 0,36 L ha⁻¹ do produto Biomax[®] Premium Líquido Soja no sulco de semeadura; T5:

0,06 L 50 kg de sementes⁻¹ do produto Biomax[®] Premium Líquido Soja na semente + 0,1 L 50 kg de sementes⁻¹ do Produto Biomax[®] Premium Líquido Milho na semente; T6: 0,06 L 50 kg de sementes⁻¹ do Produto Biomax[®] Premium Líquido Soja na semente + 0,1 L ha⁻¹ de Biomax[®] Premium Líquido Milho no sulco; T7: 0,36 L dos Produtos Biomax[®] Premium Líquido Soja no sulco + 0,1 L do Biomax[®] Premium Líquido Milho no sulco, T8 e T9: doses sugeridas conforme recomendação fornecida pelo fabricante.

Assim, no laboratório, antes da semeadura foram realizados os procedimentos de inoculação das sementes referentes aos tratamentos T3, T5, T6 e T8. Já, nos tratamentos T4, T6, T7 e T9, cuja co-inoculação foi realizada via sulco de semeadura, adotaram-se os seguintes procedimentos: inicialmente foi realizada a distribuição das sementes nos sulcos e em seguida foi aplicada a formulação por meio de pulverizador com costal 20 L, sendo o bico dirigido para o sulco, e com posterior fechamento manual dos sulcos. O volume de calda utilizado para a aplicação em sulco de semeadura foi de 100 L ha⁻¹.

Todas as sementes foram previamente tratadas alguns dias da semeadura com inseticida/fungicida, Standak Top na dose de 0,002 L kg de sementes⁻¹, sendo os inoculantes aplicados por último, no dia da semeadura. Além disso, foram adotados alguns cuidados para garantir uma maior eficiência dos inoculantes, como inoculação das sementes realizada à sombra e distribuição uniforme dos inoculantes em todas as sementes. Assim, não houve contato direto dos inoculantes com os fungicidas utilizados no tratamento de sementes.

Foi aplicado fertilizante contendo os micronutrientes cobalto e molibdênio, via pulverização foliar no estágio fenológico V₅, em todos os tratamentos incluindo a testemunha. Também foi efetuado o controle de doenças e pragas por meio de fungicidas e inseticidas quando necessário.

Todas as técnicas de cultivo da soja, como escolha de cultivar, época de semeadura, população de plantas, controle de plantas daninhas, insetos e doenças seguiram as recomendações técnicas para a cultura da soja da EMBRAPA (2013b).

Por ocasião da maturação (R8), antes da colheita das parcelas úteis para estimação da produtividade dos grãos, avaliaram-se os seguintes caracteres de interesse agrônomo: altura de planta na maturação (APM), dada pela distância do colo da planta até a extremidade da haste principal, em cm; altura de inserção da primeira vagem (AIV), dada pela distância do colo da planta até a extremidade inferior do primeiro legume em cm.

Foram avaliados também o índice de acamamento (Ac), de acordo com escala de notas proposta por Bernard, Chamberlain e Lawrence (1965), em que atribuiu-se nota de 1 - com todas as plantas eretas a 5 - com todas as plantas acamadas; estande final (EF), medidos em plantas m⁻¹ e produtividade de grãos (PG) em kg ha⁻¹, todas as plantas da área útil foram colhidas cuidadosamente, separadas e identificadas para posterior trilhagem. Pesaram-se os grãos para cada parcela útil experimental (4,5 m²) e se calculou a produtividade em kg ha⁻¹, sendo esta produtividade corrigida para teor de umidade de 13%, conforme a equação:

$$PF = \frac{PI \times 100 - UI}{100 - UF}$$

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância pelo teste F, e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5%. Utilizou-se o programa estatístico AgroEstat (BARBOSA; MALDONADO, 2015).

RESULTADO E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 estão descritos os resultados da análise de variância conjunta e médias gerais obtidas

para os caracteres considerando dois locais de avaliação no Estado de São Paulo, em relação ao uso de inoculantes biológicos em diferentes doses e modos de aplicação.

Tabela 2. Estande final (EF), altura da planta na maturação (APM), altura de inserção da primeira vagem (AIV), índice de acamamento (Ac), produtividade de grãos (PG) avaliados em experimentos envolvendo diferentes doses e modos de aplicação da co-inoculação em soja em Riolândia, SP e Pindorama, SP, ano agrícola 2017/18.

Caracteres	EF	APM	AIV	Ac	PG
Fatores	plantas m ⁻¹	cm	cm	notas ⁽¹⁾	kg ha ⁻¹
Locais (L)					
Riolândia	17,12 a	111,66a	12,95 b	1,38	4487,51 a
Pindorama	13,20 b	94,57 b	13,89 a	1,33	3921,31 b
F	46,91**	130,92**	4,87*	0,16ns	109,07**
Tratamentos (T)					
1	16,84	100,90	14,00	1,60	3623 d
2	15,43	108,31	13,62	1,20	4358 b
3	14,48	101,54	13,04	1,40	4389 b
4	14,96	104,62	13,57	1,30	4298 b
5	13,86	97,31	14,12	1,10	4019 c
6	15,16	102,14	13,07	1,30	4279 b
7	16,29	104,63	12,94	1,10	4590 a
8	14,76	102,90	13,12	1,60	4051 c
9	14,65	105,73	13,33	1,60	4231 b
F	1,15ns	2,00ns	0,46ns	1,56ns	11,67**
F Interação					
L x T	2,24*	1,58ns	2,82**	2,53*	1,83ns
CV (%)	17,94	6,87	15,04	38,63	6,12
Média geral	15,16	103,12	13,42	1,36	4204,41

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5%; 1: Testemunha (sem inoculação); 2: Adubação nitrogenada com 200 kg nitrogênio ha⁻¹ (parcelado); 3: Inoculação Padrão¹ (Biomax[®] Premium Líquido Soja) na semente; 4: Inoculação (Biomax[®] Premium Líquido Soja) no sulco; 5: Co-inoculação (Biomax[®] Premium Líquido Soja e Milho) na semente; 6: Co-inoculação (Biomax[®] Premium Líquido Soja e Milho), respectivamente na semente e sulco; 7: Co-inoculação (Biomax[®] Premium Líquido Soja e Milho) no sulco; 8: testemunha com co-inoculação com inoculantes da concorrência na semente; 9: testemunha com co-inoculação com inoculantes da concorrência no sulco; ⁽¹⁾ Notas variando de 1 a 5, sendo 1 plantas eretas e 5 plantas totalmente acamadas.

Os coeficientes de variação (CV%) foram de: 17,94, 6,87, 15,04, 38,63 e 6,12%, respectivamente, para EF, APM, AIV, Ac e PG, indicando boa precisão dos resultados obtidos nas avaliações na média geral dos experimentos, pois ficaram compreendidos dentro dos limites aceitáveis para a cultura da soja, com exceção do Ac que foi elevado.

Nota-se efeito significativo dos fatores locais (L) para a maioria dos caracteres analisados, com exceção do Ac, de tratamentos (T) apenas para PG e interações LxT, para a os caracteres EF, AIV e Ac (Tabela 2).

De modo geral, para efeito de locais, nota-se que em Riolândia foram obtidas maiores médias gerais quanto ao estande final com 17,12 planta m⁻¹, altura de planta na maturação de 111,66 cm e produtividade de grãos de 4487 kg ha⁻¹. Por outro lado, dentre os locais testados, Pindorama sobressaiu-se apresentando média superior estatisticamente em relação à Riolândia apenas para altura de inserção da primeira vagem com média de 13,89 cm (Tabela 2).

Quanto ao efeito de tratamentos (Tabela 2) para produtividade de grãos formaram-se quatro agrupamentos pelo teste de Scott-Knott a 5%, sendo o primeiro representado pelo tratamento 7 que correspondeu a co-inoculação de A + B no sulco de semeadura com 4589 kg ha⁻¹, o segundo grupo com os tratamentos que envolveram adubação nitrogenada (2), inoculação padrão com *Bradyrhizobium* na semente e sulco (3 e 4) e co-inoculações com *Bradyrhizobium* (A) na semente e *Azospirillum* (B) no sulco (6) e co-inoculação com inoculantes da concorrência no sulco de semeadura (9), com média de 4311 kg ha⁻¹, o terceiro grupo formado pelos tratamentos que envolveram a co-inoculação no tratamento de sementes (5 e 8) com média de 4035 kg ha⁻¹ e o quarto grupo com menor média composto pelo tratamento 1 referente ao controle ou testemunha com 3623 kg ha⁻¹.

O estande final médio dos ensaios foi de 15,16 plantas m⁻¹, estando dentro dos limites de recomendação da empresa obtentora da cultivar para o Estado de São Paulo. Com relação ao acamamento, a cultivar sob os diferentes tratamentos testados comportou-se como resistente, mesmo com a elevada altura média de plantas na maturação que foi de 103,12 cm. A avaliação do acamamento é importante para evitar perdas na colheita, além de ser uma característica altamente influenciada pela densidade populacional, fertilidade do solo e época de plantio (ESPINDOLA et al., 2011).

De acordo com Mauad et al. (2010), a produtividade da cultura está fortemente relacionada com a interação entre planta, ambiente de produção e manejo. Nas condições de área de sequeiro para Riolândia, a média geral de produtividade do ensaio foi de 4487 kg ha⁻¹, enquanto que para Pindorama foi de 3921 kg ha⁻¹.

Na Tabela 3, considerando o desdobramento da interação locais dentro de tratamentos para estande final, nota-se que em Riolândia formaram-se dois grupos pelo teste de Scott-Knott, sendo o primeiro grupo formado pelos tratamentos 1, 2, 4, 7 e 9, com maior valor médio de 18,85 plantas m⁻¹ e o segundo agrupamento com 15,34 plantas m⁻¹ composto pelos tratamentos 3, 5, 6 e 8. Na interação tratamentos dentro de locais, nota-se que para os tratamentos 1, 2, 4, 7, 8 e 9, Riolândia obteve densidade de plantas estatisticamente superior em relação à Pindorama (Tabela 3).

Tabela 3. Desdobramento da interação locais versus tratamentos para caracteres avaliados em experimentos envolvendo diferentes doses e modos de aplicação da co-inoculação em soja em Riolândia, SP e Pindorama, SP, ano agrícola 2017/18. (Continua)

	Locais		F
	Riolândia	Pindorama	
Tratamentos			
Estande final em plantas por metro linear			
T1	20,83 Aa	12,84 B	21,61**
T2	17,98 Aa	12,88 B	8,79**
T3	15,20 b	13,76	0,70ns
T4	17,52 Aa	12,40 B	8,86**
T5	14,12 b	13,60	0,09ns
T6	15,48 b	14,84	0,14ns
T7	18,94 Aa	13,64 B	9,50**
T8	16,54 Ab	12,98 B	4,29*
T9	17,48 Aa	11,82 B	10,83**
F	2,86**	0,52ns	
Altura de inserção da primeira vagem em cm			
T1	15,20 a	12,80	3,54ns
T2	14,28 a	12,95	1,09ns

Tabela 3. Desdobramento da interação locais versus tratamentos para caracteres avaliados em experimentos envolvendo diferentes doses e modos de aplicação da co-inoculação em soja em Riolândia, SP e Pindorama, SP, ano agrícola 2017/18. **(Conclusão)**

Locais			
	Riolândia	Pindorama	F
Tratamentos			
Estande final em plantas por metro linear			
T3	11,28 Bb	14,80 A	7,61**
T4	13,88 a	13,25	0,24ns
T5	12,88 b	15,35	3,75ns
T6	11,68 Bb	14,45 A	4,71*
T7	12,52 b	13,35	0,42ns
T8	13,08 b	13,15	0,00ns
T9	11,75 Bb	14,90 A	6,09*
F	2,11*	1,17ns	
Acamamento em notas			
T1	2,20 Aa	1,00 B	13,13**
T2	1,40 b	1,00	1,46ns
T3	1,20 b	1,60	1,46ns
T4	1,20 b	1,40	0,36ns
T5	1,00 b	1,20	0,36ns
T6	1,00 b	1,60	3,28ns
T7	1,20 b	1,00	0,36ns
T8	1,60 a	1,60	0,00ns
T9	1,60 a	1,60	0,00ns
F	2,63*	1,46ns	-

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5%; 1: Testemunha (sem inoculação); 2: Adubação nitrogenada com 200 kg nitrogênio ha⁻¹ (parcelado); 3: Inoculação Padrão¹ (Biomax[®] Premium Líquido Soja) na semente; 4: Inoculação (Biomax[®] Premium Líquido Soja) no sulco; 5: Co-inoculação (Biomax[®] Premium Líquido Soja e Milho) na semente; 6: Co-inoculação (Biomax[®] Premium Líquido Soja e Milho), respectivamente na semente e sulco; 7: Co-inoculação (Biomax[®] Premium Líquido Soja e Milho) no sulco; 8: testemunha com co-inoculação com inoculantes da concorrência na semente; 9: testemunha com co-inoculação com inoculantes da concorrência no sulco; ⁽¹⁾ Notas variando de 1 a 5, sendo 1 plantas eretas e 5 plantas totalmente acamadas.

Considerando a altura de inserção da primeira vagem e acamamento, no desdobramento da interação locais dentro de tratamentos, nota-se novamente que apenas em Riolândia ocorreu diferenciação de tratamentos quanto a esses caracteres, sendo também formado dois agrupamentos pelo teste de Scott-Knott a 5%, sendo o primeiro composto pelos tratamentos 1, 2 e 4, com média de 14,45 cm de AIV e 1, 8 e 9, com nota média de 1,8 de acamamento e os outros tratamentos formaram o segundo grupo com médias de altura de inserção de 12,23 cm e Ac de 1,17. Já, no desdobramento da interação de tratamentos dentro de locais, nota-se que os tratamentos 3, 6 e 9 apresentaram médias de AIV estatisticamente superiores em Pindorama quando comparadas com as médias de Riolândia e apenas para o tratamento 1 quanto ao acamamento, que mostrou média de 2,20 em Riolândia estatisticamente superior a Pindorama com 1.

CONCLUSÃO

A co-inoculação com *Azospirillum* + *Bradyrhizobium* via sulco de semeadura proporcionou um incremento de 246 kg ha⁻¹ ou aproximadamente 4,1 sacas ha⁻¹ na produtividade em relação à média dos

tratamentos de inoculação com apenas *Bradyrhizobium*, sendo portanto, eficiente agronomicamente.

REFERÊNCIAS

- BALDANI, J. I. et al. Recent advances in BFN with non-legume plants. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 29, n. 5-6, p. 911-922, 1997. Disponível em: [http://dx.doi.org/10.1016/S0038-0717\(96\)00218-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0038-0717(96)00218-0)
- BÁRBARO, I. M. et al. Resultados preliminares da co-inoculação de *Azospirillum* juntamente com *Bradyrhizobium* em soja. **Pesquisa & Tecnologia**, v. 8, n. 2, 2011. Disponível em: <http://www.aptaregional.sp.gov.br/acesse-os-artigos-pesquisa-e-tecnologia/edicao-2011/2011-julho-dezembro/853-resultados-preliminares-da-co-inoculacao-de-azospirillum-juntamente-com-bradyrhizobium-em-soja/file.html>
- BÁRBARO, I. M. et al. A. Produtividade da soja em resposta à inoculação padrão e co-inoculação. **Colloquium Agrariae**, v. 5, n. 1, p. 1-7, 2009. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5747/ca.2009.v05.n1.a0040>
- BÁRBARO, I. M. et al. **Técnica alternativa: co-inoculação de soja com *Azospirillum* e *Bradyrhizobium* visando incremento de produtividade**. 2008. Artigo em Hypertexto. Disponível em: http://www.infobibos.com/Artigos/2008_4/coinoculacao/index.htm
- BÁRBARO-TORNELI, I. M. et al. Viabilidade técnica e econômica da co-inoculação de soja no Estado de São Paulo. **Nucleus**, p. 45-58, 2017. (Edição Especial). Disponível em: <http://dx.doi.org/10.3738/1982.2278.2819>
- BARBOSA, J. C.; MALDONADO JUNIOR, W. **AgroEstat** - Sistema para Análises Estatísticas de Ensaio Agrônomicos. Jaboticabal: UNESP, 2015.
- BERNARD, R. L.; CHAMBERLAIN, D. W.; LAWRENCE, R. D. (Eds.). **Result of the cooperative uniform soybeans tests**. Washington: USDA, 1965. 134 p.
- CÁCERES, E. A. R. Improved medium for isolation of *Azospirillum* spp. American Society for Microbiology. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 44, n. 43, p. 990-991, 1982. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC242127/>
- CASSÁN, F. et al. Producción de fitohormonas por *Azospirillum* sp. Aspectos fisiológicos y tecnológicos de la promoción del crecimiento vegetal. In: CASSÁN, F. D.; GARCIA DE SALAMONE, I. (Eds.) ***Azospirillum* sp.: cell physiology, plant interactions and agronomic research in Argentina**. Argentina: Asociación Argentina de Microbiología, 2008, p. 61-86.
- DÖBEREINER, J.; DAY, J. M. Associative symbiosis in tropical grasses: characterization of microorganisms and dinitrogen-fixing sites. In: NEWTON, W. E.; NYMAN, C. T. (Eds.) **Nitrogen Fixation**. Pullman: Washington State University, v. 2. p. 518-538, 1976.
- EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA . Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Rio de Janeiro, 2013a. 353 p.
- EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Tecnologias de produção de soja - Região Central do Brasil 2014**. Londrina: Embrapa Soja, 2013b. 265 p.
- EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Tecnologia de co inoculação combina alto rendimento com sustentabilidade na produção de soja e do feijoeiro**. 2014. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/1580416/tecnologia-de-coinoculacao-combina-alto-rendimento-com-sustentabilidade-na-producao-de-soja-e-do-feijoeiro>.

ESPINDOLA, S. M. C. G. et al. Avaliação da performance produtiva e agrônômica de genótipos de soja para região de Jaboticabal, SP. **FAZU em Revista**, n. 8, p. 20-24, 2011. Disponível em: <http://www.fazu.br/ojs/index.php/fazuemrevista/article/view/350/290>

FERLINI, H. A. Co-inoculación en soja (*Glycine max*) con *Bradyrhizobium japonicum* y *Azospirillum brasilense*. Artículos Técnicos - Agricultura, 2006. 6 p. Disponível em: http://www.engormix.com/co_inoculacion_soja_glycine_s_articulos_800_AGR.htm

FONSECA, G. G. **Respostas de cultivares de feijoeiro-comum á inoculação das sementes com estirpes de rizóbios em Minas Gerais**. 2011. 166 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2011.

GITTI, D. C. et al. Inoculação de *Azospirillum brasilense* em cultivares de feijões cultivados no inverno. **Revista Agrarian**, v. 5, n. 15, p. 36-46, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.30612/agrarian.v5i15.1297>

HUERGO, L. F. et al. Regulation of nitrogen fixation in *Azospirillum brasilense*. In: CASSÁN, F. D.; GARCIA DE SALAMONE, I. *Azospirillum* sp.: cell physiology, plant interactions and agronomic research in Argentina. Asociación Argentina de Microbiología, Argentina, 2008. p. 17-35.

HUNGRIA, M. **Inoculação com *Azospirillum brasilense*: inovação em rendimento a baixo custo**. Londrina: Embrapa Soja, 36 p. 2011.

HUNGRIA, M.; NOGUEIRA, M. A. **Tecnologia de coinoculação: *Rizobium* e *Azospirillum* em soja e feijoeiro**. Londrina: Embrapa Soja, 2014. Folders.

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, n. 7, p. 791-801, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00374-012-0771-5>

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 Science**, v. 6, n. 10, p. 811-817, 2015.

KÖPPEN, W. **Climatologia**. México. Fondo de cultura econômica, 1948. 478 p.

MAUAD, M. et al. Influência da densidade de semeadura sobre características agrônômicas na cultura da soja. **Agrarian**, v. 3, n. 9, p. 175-181, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.30612/agrarian.v3i9.75>

RUFINO, C. **Inoculante Biagro NG: aplicação e uso no processo de fixação biológica do nitrogênio**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA. 2013.

ZILLI, J. E.; RUBENS, J. C.; HUNGRIA, M. Eficácia da inoculação de *Bradyrhizobium* em pré-semeadura da soja. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 45, n. 3, p. 335-338, 2010. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2010000300015>

ZUFFO, A. M. et al. Co-inoculation of *Bradyrhizobium japonicum* and *Azospirillum brasilense* in the soybean crop. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 38, n. 1, p. 87-93, 2015. Disponível em: <http://www.scielo.mec.pt/pdf/rca/v38n1/v38n1a13.pdf>