
INOCULAÇÃO ANTECIPADA DE SOJA *ON FARM* COM USO DE INSUMOS BIOLÓGICOS COMERCIAIS E O PACOTE QUÍMICO DA BASF

BÁRBARO-TORNELI, Ivana Marino¹; FINOTO, Everton Luis²;
GONÇALVES, Elaine Cristine Piffer¹; SILVA, José Antônio Alberto da³;
MIGUEL, Fernando Bergantini³; FARIA, Marcelo Henrique de³

ISSUE DOI: 10.3738/1982.2278.4128

RESUMO: Objetivou-se analisar caracteres agronômicos e componentes de produção em soja cultivada em Pindorama/SP, safra 2018/19, submetida a diferentes tratamentos via semente com inoculantes de diferentes concentrações de bactérias associados ou não ao uso de um protetor em períodos divergentes antes da semeadura, acompanhado ao pacote tecnológico químico da Basf. Os tratamentos testados foram: T1 - controle; T2 - fertilização química nitrogenada; T3 - inoculante comercial padrão aplicado no dia da semeadura; T4, T5 e T6 - inoculante comercial com maior concentração de bactérias associado ao uso de um protetor aplicado respectivamente a 0, 7 e 14 dias antes da semeadura. Em R8, avaliou-se a altura de planta e de inserção da primeira vagem; acamamento (Ac); massa de mil grãos (MMG); número de vagens cheias (NV); número médio de grãos por vagem (NMGV); produtividade dos grãos (PG) e teor de nitrogênio total nos grãos (NG). Pelos resultados obtidos verificou-se que para Ac e NMGV não foram notadas diferenças significativas entre os tratamentos testados. Quanto a MMG nota-se que os tratamentos T2, T3, T4 e T5 não diferenciaram entre si e foram superiores estatisticamente ao controle T1 e T6. Em termos de PG o tratamento T4 destacou-se pela maior produtividade com 2860 kg ha⁻¹. Vale ressaltar que T3 e T5 obtiveram médias estatisticamente semelhantes ao mesmo, com respectivamente 2695 e 2690 kg ha⁻¹. Nestas condições pode-se recomendar o uso do tratamento T4 e como segunda opção ao sojicultor caso não consiga realizar o tratamento de sementes no dia da semeadura, o T5, ou seja, inoculado em até 7 dias antes da semeadura.

Palavras-chave: Pré-inoculação. *Glycine max*. Osmoprotetores

EARLY INOCULATION OF SOYBEAN ON FARM USING COMMERCIAL BIOLOGICAL INOCULANTS AND THE BASF CHEMICAL PACKAGE

SUMMARY: The objective was to analyse a agronomic traits and production components in soybean grown in Pindorama, São Paulo State, Brazil, 2018/19 season, submitted to different treatments of seeds with inoculants of unlike concentrations of bacteria associated or not with the use of a protector in others periods before sowing, together with BASFs chemical technology package. The tested treatments were: T1 – control; T2 – chemical nitrogen fertilization; T3 - standard comercial inoculant applied on the day of sowing; T4, T5 and T6 – commercial inoculant with the highest concecentration of *Bradyrhizobium* associated with the use of a protector applied respectively at 0,7 and 14 days before sowing. In R8, plant height and insertion height of the first pod were evaluated, lodging (Lo); tousand grain mass (TGM); number of pods (NP); average number of grains per pod (NAGP); grain yield (GY) and total nitrogen content in grains (NG). From the results obtained it was verified that for Lo and NAGP no significant diferences were noticed between the tested treatments. As for TGM, it is noted that treat ments T2, T3, T4 and T5 did not differ form each other and were statistically superior to control T1 and T6. In Terms of GY, the T4 stood out for its higher productivity with 2860 kg ha⁻¹. It is not worthy that T3 and T5 obtained means statistically similar to the same with respectively 2695 and 2690 kg ha⁻¹. Under these conditions, the use of the T4 treatment can e recommended and as a second option to the soybean grower if the is unable to carry out the seed treatment on the day of sowing, the T5, that is, inoculated within 7 days before sowing.

Keywords: Pre-inoculation; *Glycine max*; Osmoprotectors.

¹ Pesquisadora Científica, Dra. Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA) Regional - Unidade de Pesquisa de Colina, Colina/SP;

² Pesquisador Científico, Dr. - APTA Regional - Unidade de Pesquisa de Pindorama, Pindorama/SP;

³ Pesquisador Científico, Dr. - APTA Regional - Unidade de Pesquisa de Colina, Colina/SP.

INTRODUÇÃO

A prática de inoculação tradicional consiste em aplicar a bactéria (*Bradyrhizobium*) nas sementes de soja. Assim, logo após a germinação a bactéria penetra na raiz, coloniza e forma nódulos, fixando nitrogênio atmosférico. Ganhos substanciais de produtividade são obtidos com reinoculação anual em áreas de soja. Desse modo, a opção por utilizar rizóbio, no Brasil, é tida como uma prática consagrada que apresenta ganhos de produtividade com relação custo-benefício viável para esta cultura, que representa uma das principais commodities brasileiras (Hungria *et al.*, 2007).

Assim, a inoculação por fazer uso de organismos vivos, se exposto a condições desfavoráveis, o inóculo pode perder sua viabilidade, como exemplo, cita-se o armazenamento de sementes já inoculadas e/ou com tratamento fitossanitário. Portanto, é de praxe a recomendação de que a inoculação nas sementes seja realizada após o tratamento com agrotóxicos e no mesmo dia da semeadura (Fipke, 2015). Segundo o mesmo autor, isso se torna um grande obstáculo, pois, a atividade precisa ser realizada cuidadosamente principalmente no sistema *on farm* que demanda tempo e mão de obra.

Por sua vez, é inegável que as pragas que atacam a cultura da soja tanto no sistema radicular como na parte aérea devem ser combatidas via tratamento de sementes, com uso de inseticidas, a fim de não permitir seus danos às sementes e plantas juvenis (Martins *et al.*, 2009). O tratamento inicial de sementes com produtos fitossanitários visando à proteção das plântulas contra fungos e outros patógenos, nesse sistema, pode significar até 22% do custo com aquisição de sementes no Brasil (Malone *et al.*, 2007).

A forma menos prejudicial no uso de vários princípios ativos ou produtos comerciais é na aplicação em separado, principalmente produtos químicos dos biológicos. O sistema de inoculação via sulco oferece esta possibilidade com a vantagem de que pode ser realizado de forma simultânea à operação de semeadura, assim evita o contato direto e prejudicial entre a fração biológica e as formulações químicas, bastando para isso o uso de equipamento adequado (Pastore, 2016).

Outras tecnologias têm surgido para auxiliar o agricultor no processo de inoculação, como é o caso da pré-inoculação (inoculação antecipada) possibilitada pelo uso de osmoprotetores (Fipke, 2015). Em busca pela otimização da sobrevivência da bactéria, e viabilização da prática de inoculação antecipada ao dia da semeadura (pré-inoculação) pode-se fazer uso de produtos osmoprotetores. Tais substâncias proporcionam a formação de uma película impedindo o contato direto com o inoculante e fornecendo substrato para sobrevivência da bactéria durante o período que antecede a simbiose. Complementando a função dos osmoprotetores pode-se utilizar

inoculantes com maior concentração de bactérias, bem como, substâncias de “comunicação” entre plântulas e bactérias no intuito de potencializar uma precoce formação de nódulos (Fipke, 2015).

Diante do exposto, o objetivo do presente trabalho foi analisar caracteres agronômicos e componentes de produção em soja cultivada em Pindorama/SP, safra 2018/19, submetida a diferentes tratamentos via sementes com inoculantes de diferentes concentrações de bactérias associados ou não ao uso de um protetor em 0, 7 e 14 dias anteriores à semeadura, associada ao pacote tecnológico químico da Basf.

MATERIAL E MÉTODOS

Local de condução do experimento

O experimento foi instalado em condições de campo, em 22 de novembro de 2018 e colhido dia 04 de abril de 2019 na Unidade de Pesquisa de Pindorama, vinculado a Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA), localizada no município de Pindorama/SP. O relevo da região é ondulado com altitudes que variam de 498 a 594 m, cujas coordenadas geográficas são 21° 13' de latitude sul e 48° 55' de longitude oeste.

O clima enquadra-se, segundo a Classificação Climática de Köppen (1948), em Aw, definido como clima mesotérmico de inverno seco, onde a temperatura média do mês mais frio é abaixo de 18 °C e do mês mais quente, acima de 22 °C. Na Tabela 1 consta os dados meteorológicos mensais da Unidade de Pesquisa de Pindorama, sendo que as médias para temperaturas máxima e mínima foram de 31,13 e 19,55 °C, respectivamente, com precipitação média mensal de 167,3 mm, inferior ao da safra passada que foi de 200 mm (CIIAGRO, 2019).

Tabela 1. Dados meteorológicos mensais de Pindorama/SP, referente ao período em que foi conduzido o experimento de pré inoculação *on farm*, no ano agrícola 2018/19.

Mês	T ^(a) máxima	T mínima	T máxima	T mínima	T	Precipitação	DCCH ^(b)
	absoluta	absoluta	mensal	mensal	média		
	----- °C -----					mm	dias
nov/18	34,5	16,2	29,9	19,3	24,6	142,8	17
dez/18	36,0	14,0	31,9	20,1	26,0	139,1	16
jan/19	36,4	18,7	32,8	20,7	26,8	78,7	14
fev/19	36,8	17,3	31,0	19,9	25,4	254,7	19
mar/19	34,4	16,6	30,9	19,4	25,2	242,6	13
abr/19	33,9	12,3	30,3	17,9	24,1	145,9	10

^(a) Temperatura. ^(b) Dias do mês com chuva. Fonte: CIIAGRO (2019).

Tratamentos e delineamento experimental

Os tratamentos testados, bem como, as doses dos inoculantes e protetor utilizados no presente trabalho estão descritos na Tabela 2.

A parcela experimental foi de 4 linhas de 15 m de comprimento, e como área útil considerou-se as duas linhas centrais de 15 m de comprimento e espaçamento entre linhas de 0,5 m (15 m²). Desta forma, o delineamento experimental foi o de blocos ao acaso composto pelos seis tratamentos acima citados com 4 repetições, num total de 24 parcelas experimentais.

Tabela 2. Tratamentos e doses dos inoculantes e protetor utilizados no ensaio de inoculação de soja em pré semeadura *on farm* utilizando insumos biológicos da Vittia Fertilizantes e Biológicos e com o pacote tecnológico Basf. Ano Agrícola 2018/19. Pindorama/SP.

Nº	Tratamentos	Dose Inoculantes	Dose Max Protection
T1	Testemunha (sem inoculação)	---	----
T2	200 kg ha ⁻¹ de N (parcelados na base e em cobertura)	---	----
T3	Inoculação Padrão ¹ (Biomax [®] Premium Líquido Soja) aplicado via semente no dia da semeadura	100 mL 50 kg ⁻¹ sementes	----
T4	Inoculação (Biomax [®] 10 + Max Protection) aplicado via semente no dia da semeadura.	100 mL 50 kg ⁻¹ sementes	50 mL 50 kg ⁻¹ sementes
T5	Pré-inoculação (Biomax [®] 10 + Max Protection) aplicado via semente 7 dias antes da semeadura.	100 mL 50 kg ⁻¹ sementes	50 mL 50 kg ⁻¹ sementes
T6	Pré-inoculação (Biomax [®] 10 + Max Protection) aplicado via semente 14 dias antes da semeadura.	100 mL 50 kg ⁻¹ sementes	50 mL 50 kg ⁻¹ sementes

A descrição dos inoculantes utilizados nesse experimento segue abaixo:

a) Biomax[®] Premium Líquido Soja (inoculante padrão): inoculante líquido para soja, registrado e produzido pela Vittia Fertilizantes e Biológicos S/A, 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.

b) Biomax[®] 10: Inoculante líquido para soja, registrado e produzido pela Vittia Fertilizantes e Biológicos S/A, com maior concentração de UFC (unidades formadoras de colônias) por litro. Garantia: 1×10^{10} UFC mL⁻¹. Menor dosagem do mercado, diminuindo o volume de calda na inoculação das sementes.

c) Max Protection: Aditivo para o inoculante que garante proteção e aderência das bactérias às sementes durante a inoculação, garantindo uma maior eficiência na nodulação. Possui em sua formulação fonte de energia para as bactérias, garantindo a concentração e potencializa a eficiência da inoculação.

Condução do experimento

Antes da instalação foram coletadas amostras de solo da área experimental para posterior análise química e granulométrica, além da contagem de bactérias *Bradyrhizobium* e bactérias diazotróficas associativas do solo antes da semeadura. A contagem das bactérias foi realizada no Laboratório de Microbiologia Agrícola da FCAV/UNESP, câmpus de Jaboticabal/SP de acordo com as recomendações de Dobereiner *et al.* (1995). Os valores encontrados na amostra foram de: $6,69 \times 10^7$ UFC g⁻¹ de solo seco de bactérias totais, $3,56 \times 10^7$ UFC g⁻¹ de solo seco de bactérias *Bradyrhizobium* e $3,5 \times 10^6$ UFC g⁻¹ de solo seco de bactérias diazotróficas.

Amostras de solo para caracterização química (van Raij *et al.*, 2001) e granulométrica (DAY, 1965) foram coletadas em outubro de 2018, na camada de 0-0,2 m de profundidade, e os resultados obtidos foram: pH (CaCl₂) = 5,8; M.O. = 10,0 g dm⁻³; CO = 5,8 g dm⁻³; P = 36,0 mg dm⁻³; K = 3,1 mmol_c dm⁻³; Ca = 26,0 mmol_c dm⁻³; Mg = 11,0 mmol_c dm⁻³; H + Al = 16,0 mmol_c dm⁻³; V = 71%, Areia Total = 892 g kg⁻¹ de solo; Argila = 72 g kg⁻¹ de solo e Silte = 36 g kg⁻¹ de solo, sendo o preparo do solo convencional.

A adubação de semeadura foi realizada com adubo formulado 4-30-16, na dose de (350 kg ha⁻¹). Apenas no Tratamento T2 (200 kg ha⁻¹ de nitrogênio) foram aplicados manualmente o restante da dose de nitrogênio, sendo metade na base e metade em cobertura com o uso da fonte ureia, aos 35 dias após a emergência.

A cultivar de soja utilizada foi a BRS 7380 RR. Essa cultivar é um dos destaques da nova geração de cultivares RR do programa de melhoramento genético da Embrapa, sendo transgênica,

livre de taxa tecnológica por patente, e possui ciclo precoce, grupo de maturidade 7.3, resistência ao herbicida glifosato, e associa a resistência às raças 3, 4, 6, 9, 10 e 14 do nematoide do cisto da soja (*Heterodera glycines*) com as resistências aos dois nematoides formadores de galhas, *Meloidogyne incognita* e *Meloidogyne javanica*, bem como apresenta baixo fator de multiplicação ao nematoide *Pratylenchus brachyurus*. Por estas características de resistências múltiplas a nematoides e seu ciclo precoce, permite a sua utilização no sistema produtivo em sucessão de culturas em regiões cujos solos apresentam histórico de problemas com os referidos nematoides, aumentando a sustentabilidade do sistema produtivo agrícola (EMBRAPA, 2019).

Foram semeadas 35 sementes m^{-1} , com uso de semeadora de parcelas experimentais, com a finalidade de se obter 16 plantas por metro linear. Para isto, foi realizado o desbaste visando obter a população média final de 320000 plantas ha^{-1} .

Assim, no laboratório, antes da semeadura foram realizados os procedimentos visando o tratamento das sementes com o pacote tecnológico da Basf: composto pelo produto comercial Standak[®] Top na dose de 2 mL kg^{-1} de semente, sendo esse utilizado em todos os tratamentos testados. O Standak[®] Top oferece proteção do potencial genético das sementes de soja. O produto tem funções múltiplas e complementares no seu efeito inseticida e fungicida, blindando as sementes contra o ataque de pragas e doenças de solo que interferem no processo de germinação e de plântulas em desenvolvimento na lavoura de soja. A solução possui três princípios ativos distintos, e conferem alta eficiência para o manejo de pragas como lagarta-elasmó, coró e tamanduá-da-soja. Standak[®] Top também oferece maior tolerância ao estresse hídrico e a ocorrência de nematoides (BASF, 2019).

Posteriormente, para compor os diferentes tratamentos quando ao uso de insumos biológicos da Empresa Vittia Fertilizantes e Biológicos S/A foram preparados apenas os tratamentos T3, T4, T5 e T6 conforme procedimentos descritos na Tabela 1, sendo que os tratamentos T1 e T2 não possuíram a adição de inoculantes ou osmoprotetor.

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 (Fehr; Caviness, 1977), 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 (2013).

Avaliações

Avaliações no estádio reprodutivo R8

Por ocasião da maturação (R8), antes da colheita das parcelas úteis para estimação da produtividade dos grãos, foram também coletadas plantas por parcela experimental onde avaliaram-se os seguintes caracteres de interesse agrônômico:

- 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;
- índice de acamamento (Ac) = de acordo com escala de notas proposta por Bernard, Chamberlain e Lawrence (1965), em que atribuíram-se nota de 1 - com todas as plantas eretas a 5 - com todas as plantas acamadas;
- massa de mil grãos (MMG) = determinada por meio da pesagem de três subamostras de 100 grãos, por repetição, multiplicando-se os resultados por 10 (BRASIL, 2009);
- número de vagens (NV) = obtido pela colheita de duas linhas de 1 m de comprimento;
- número médio de grãos por vagem (NMGV) = determinado pela soma do número médio de grãos obtido em 20 vagens por parcela experimental dividido pelo número médio dessas 20 vagens por parcela experimental;
- produtividade de grãos (PG) = colhidas nas duas linhas centrais de 15 m de comprimento e espaçamento entre linhas de 0,5 m. A partir dos valores médios referentes à produção das parcelas de cada tratamento, foram calculadas a produtividade, sendo expressa em kg ha^{-1} (valores corrigidos para 13% de umidade).
- teor de nitrogênio total nos grãos em g kg^{-1} (NG), seguindo metodologia descrita por Bataglia *et al.* (1983).

Análise estatística dos resultados

Para os parâmetros e caracteres foram realizadas as transformações Box-Cox estimadas e aplicadas como proposto por Hawkins e Weisberg (2017), sendo os valores das médias mantidos na escala original. Já as variâncias, desvios padrões, coeficientes de variação, diferença mínima significativa, análises de variância e comparações de médias foram calculados com os dados

transformados. Posteriormente foram verificadas a normalidade dos resíduos pelo teste de Shapiro-Wilk a 5% de probabilidade (Royston, 1995). E também a Homocedasticidade por meio da homogeneidade de variâncias pelo teste de Levene a 5% de probabilidade (Gastwirth *et al.*, 2009). Quando diferenças significativas foram detectadas na análise de variância, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. No caso específico desse ensaio apenas para APM, houve indícios de falta de homogeneidade de variâncias pelo teste de Levene a 5% de probabilidade. As análises de variância então foram realizadas pelo método dos Mínimos Quadrados Ponderados Factível com a correção de White (1980), como descrito por Long and Ervin (2000). Assim para APM as comparações de médias foram realizadas pelo teste não-paramétrico de Games-Howell (1976). As análises estatísticas foram executadas com auxílio do Software AgroEstat versão online (Maldonado Junior, 2019).

RESULTADO E DISCUSSÃO

Nas Tabelas 4 e 5 constam os resultados obtidos na análise de alguns caracteres de interesse agrônomo, bem como, dos componentes da produção de grãos.

Na análise de variância, pode-se observar efeitos altamente significativos ($p \leq 0,01$) para todos os caracteres e componente de produção avaliados com exceção do Ac e NMGV que não apresentaram significância estatística, indicando existir diferenças entre os tratamentos testados para a maioria dos caracteres analisados (Tabelas 4 e 5). É importante ressaltar que apenas para APM por intermédio da análise estatística notou-se indícios de falta de homogeneidade de variâncias pelo teste de Levene a 5% de probabilidade (Gastwirth *et al.*, 2009). As análises de variância foram, portanto, realizadas pelo método dos Mínimos Quadrados Ponderados Factível com a correção de White (1980), como descrito por Long and Ervin (2000). As comparações de médias foram realizadas pelo teste não-paramétrico de Games-Howell (1976).

Na Tabela 4, a média geral do experimento para APM foi de 100,43 cm, sendo que o tratamento T2 com 107,06 cm apresentou maior estatura média de plantas apesar de não diferir dos tratamentos T4 e T5. Fipke (2015) em seu estudo com inoculação antecipada a semeadura verificou altura média geral de 1,22 m, valores esses superiores ao encontrado por Rezende e Carvalho (2007), que analisaram o comportamento agrônomo de 45 cultivares de soja, afirmando que alturas de plantas adequadas a mecanização da colheita encontram-se entre 0,6 e 1,2 m.

Tabela 4. Caracteres de interesse agrônômico avaliados em experimento de inoculação de soja em pré-semeadura *on farm*, com insumos da Vittia Fertilizantes e Biológicos S/A associado ao pacote tecnológico Basf. Ano Agrícola 2018/19. Pindorama/SP.

Tratamentos ^(a)	APM ^(b,c) cm	AIV ^(d)	Ac ^(e,f) Notas
T1	92,63 c ^(g)	20,38 cd	2,00
T2	107,06 a	26,44 a	2,00
T3	99,38 c	18,19 d	2,25
T4	101,13 abc	23,13 b	2,25
T5	103,50 ab	21,50 bc	1,50
T6	98,88 bc	17,75 d	2,00
F	39,32**	46,99**	2,03 ^{ns}
CV (%)	4,07	13,65	22,80
Média	100,43	21,23	2,00

^(a) T1: controle (sem inoculação); T2: Adubação nitrogenada com 200 kg nitrogênio ha⁻¹ (parcelado); T3: Inoculação Padrão¹ (Biomax[®] Premium Líquido Soja) aplicado via semente no dia da semeadura; T4: Inoculação (Biomax[®]10 + Max Protection) aplicado via semente no dia da semeadura; T5: Pré-inoculação (Biomax[®]10 + Max Protection) aplicado via semente com 7 dias antes da semeadura; T6: Pré-inoculação (Biomax[®]10 + Max Protection) aplicado via semente com 14 dias antes da semeadura. ^(b) Altura da planta na maturação. ^(c) Média de 3 plantas por parcela experimental. ^(d) Altura de inserção da primeira vagem. ^(e) Índice de acamamento. ^(f) Notas de 1 a 5. ^(g) As comparações de médias foram realizadas pelo teste não-paramétrico de Games-Howell (1976); médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

A média de altura de inserção da primeira vagem (AIV) encontrada neste trabalho foi de 21,23 cm, (Tabela 4) e foram observadas diferenças estatísticas entre os tratamentos testados. O T2 que fez uso da fertilização mineral nitrogenada, foi superior aos demais tratamentos mostrando média de 26,44 cm de altura de inserção do primeiro legume. E com valores médios intermediários ficaram T4 com 23,13 cm e T5 com 21,50 cm. Tais resultados encontram-se dentro do recomendado por Sedyama *et al.* (2005), para terrenos planos, que segundo os autores apresenta-se de 10 a 11 cm acima da superfície do solo.

Tabela 5. Componentes do rendimento de grãos e nitrogênio total acumulado nos grãos avaliados em experimento de inoculação de soja em pré-plantio com uso *on farm* de insumos biológicos da Vittia Fertilizantes e Biológicos S/A associado ao pacote tecnológico Basf. Ano Agrícola 2018/19. Pindorama/SP.

Tratamentos ^(a)	MMG ^{(b)12}	NV ^{(c)12}	NMGV ^{(d)13}	NG ^{(e)12}	PG ^{(f)12}
	g planta ⁻¹	m ²	número de sementes vagem ⁻¹	g kg ⁻¹	kg ha ⁻¹
T1	162,43 c ^(g)	940,50 c	2,60	36,60 b	2402,50 b
T2	168,93 ab	1197,00 a	2,54	43,40 a	2500,00 b
T3	167,08 abc	1074,50 abc	2,68	42,40 a	2695,50 a
T4	171,18 a	1150,00 ab	2,65	40,40 ab	2860,00 a
T5	169,90 ab	1017,50 bc	2,45	44,15 a	2690,00 a
T6	164,53 bc	1010,50 bc	2,55	42,55 a	2457,50 b
F	6,17 ^{**}	7,53 ^{**}	0,4303 ^{ns}	6,95 ^{**}	23,79 ^{**}
CV (%)	0,31	2,63	19,63	0,21	0,47
Média	167,34	1065,00	2,58	41,58	2600,90

^(a) T1: controle (sem inoculação); T2: Adubação nitrogenada com 200 kg nitrogênio ha⁻¹ (parcelado); T3: Inoculação Padrão¹ (Biomax[®] Premium Líquido Soja) aplicado via semente no dia da semeadura; T4: Inoculação (Biomax[®]10 + Max Protection) aplicado via semente no dia da semeadura; T5: Pré-inoculação (Biomax[®]10 + Max Protection) aplicado via semente com 7 dias antes da semeadura; T6: Pré-inoculação (Biomax[®]10 + Max Protection) aplicado via semente com 14 dias antes da semeadura. ^(b) Massa de mil grãos. ^(c) Número de vagens. ^(d) Média de número de grãos vagem⁻¹. ^(e) Teor de nitrogênio total acumulado nos grãos. ^(f) Produtividade de grãos. ^(g) Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 %; ¹ Média de 4 repetições, valores corrigidos para 13% de umidade; ² Obtido pela contagem de 20 vagens parcela⁻¹ experimental.

Para esta característica Ac, não foram verificadas diferenças estatísticas entre os tratamentos testados, sendo obtidos valores médios de notas para variando de 1,5 no T5 a 2,25 no T3 e T4, estando também dentro da faixa de recomendação (Sediyama *et al.*, 2005).

Em relação a MMG (Tabela 5) foi verificado que o tratamento T4 com 171,18 g foi superior estatisticamente apenas ao controle não inoculado (T1) que deteve 162, 43 g e T6 com 164,53 g de massa de mil grãos. Os demais tratamentos testados T2, T3 e T5 tiveram igualdade estatística entre si e também com T4 e obtiveram valor médio de 168,64 g.

Ainda na Tabela 5, considerando o NV por metro quadrado, verifica-se que os tratamentos T2 que obteve 1197 vagens por metro quadrado foi equivalente estatisticamente ao T4 com 1150 vagens e também ao T3 com 1074,5 vagens. A inoculação no dia da semeadura no caso dos tratamentos T3 e T4 proporcionou maior número de vagens podendo esse fato estar relacionado ao aporte de nitrogênio fornecido via simbiose, onde o mesmo é exigido em grandes quantidades para a manutenção e formação das vagens (Ryle *et al.*, 1979). Para NMGV nota-se que não

ocorreram diferenças significativas entre os tratamentos testados, sendo a média geral do experimento de 2,58 grãos por vagem.

Em relação ao teor de nitrogênio acumulado nos grãos (NG) nota-se no presente trabalho que o controle não inoculado (T1) correspondeu ao tratamento de menor valor médio (36,60 g kg⁻¹) quando comparado aos demais tratamentos testados que por sua vez foram equivalentes estatisticamente entre si. A média geral desse parâmetro no experimento foi de 41,58 g kg⁻¹. O N-fertilizante é facilmente absorvido pela planta, pois já se encontra prontamente disponível. Já, no caso do N-biológico, o gasto energético da planta é mais elevado, pois requer um despendimento maior de energia inicial para a formação dos nódulos (Hungria *et al.*, 2007). Assim, torna-se importante a identificação de genótipos de soja com uma simbiose altamente eficiente, visando a obtenção de um desempenho igual, ou superior, ao de uma planta suprida com fertilizantes nitrogenados sintéticos (Liborio, 2019).

Quanto à produtividade de grãos, (Tabela 5) observou-se média geral dos tratamentos de 2600,92 kg ha⁻¹ demonstrando baixo desempenho da cultura da soja, no ano agrícola 2018/19; sendo que a média de produtividade nacional e para o Estado de São Paulo na safra 2017/18 foi de respectivamente 3362 e 3440 kg ha⁻¹ (CONAB, 2019). Esse resultado obtido esteve possivelmente relacionado à baixa precipitação ocorrida no mês de janeiro de 2019, veranico, que provavelmente interferiu negativamente na produtividade de grãos (CIIAGRO, 2019). O tratamento T4 que fez uso do inoculante Biomax[®]10 + Max Protection aplicados no momento da semeadura foi responsável pela maior produtividade com 2860 kg ha⁻¹. Vale ressaltar que os tratamentos T3 e T5 obtiveram médias estatisticamente semelhantes ao T4 sendo de respectivamente 2695 e 2690 kg ha⁻¹. E com os menores valores médios quanto a produtividade de grãos posicionaram-se os tratamentos T1, T2 e T6 com respectivamente 2402,5, 2500 e 2457,5 kg ha⁻¹. Em termos de incremento, nota-se que T4 promoveu incremento da ordem de 457,50 kg ha⁻¹ ou 7,63 sacas ha⁻¹ quando comparado ao tratamento controle não inoculado, bem como, também o tratamento T5 incrementou em média 287,5 kg ha⁻¹ ou seja, 4,79 sacas quando comparado ao tratamento controle não inoculado. Em uma revisão elaborada na Austrália por Deaker *et al.* (2004) indicou uma crescente demanda por sementes pré-inoculadas. Para isso, o revestimento sobre as sementes com adesivos poliméricos pode propiciar um aumento na sobrevivência do *Bradyrhizobium*.

A pré-inoculação (inoculação antecipada) tem sido estudada apresentando resultados promissores, com a viabilização do processo com poucos dias anteriores a semeadura sem afetar a produtividade da soja (Zilli *et al.*, 2010b). A utilização de osmoprotetores em associação ao inoculante, após o tratamento fitossanitário, propicia a formação de uma película impedindo o

contato direto dos produtos químicos com as bactérias. Para isto, são utilizados polímeros, os quais não afetam a qualidade fisiológica das sementes e o processo de nodulação (Pereira *et al.*, 2010). O osmoprotetor tem a vantagem de atuar também no fornecimento de substrato (solução açucarada) para sobrevivência do inóculo durante o período de tempo que antecede a simbiose. Esta, é facilitada pela disponibilização de substâncias que atuam na expressão genica em prol da formação do nódulo (Sugawara *et al.*, 2006). Essa prática pode ser vantajosa e, portanto, pode permitir que a inoculação tradicional seja realizada com certa antecedência a semeadura, concomitantemente com o tratamento químico (Fipke, 2015).

AGRADECIMENTOS

A Empresa Vittia Fertilizantes e Biológicos S/A pelo aporte financeiro e parceria via FUNDAG.

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos no presente trabalho quando se utiliza o pacote tecnológico da Basf para as condições de Pindorama, permitem a recomendação do tratamento T4 que faz uso do inoculante comercial de maior concentração de bactérias associado ao protetor aplicado via semente no dia da semeadura e como segunda opção ao sojicultor caso não consiga realizar o tratamento de sementes no dia que não ultrapasse sete dias de antecedência.

REFERÊNCIAS

BÁRBARO, I. M.; MACHADO, P. C.; BÁRBARO JUNIOR, L. S.; TICELLI, M.; MIGUEL, F. B.; SILVA, J. A. A. Produtividade da soja em resposta à inoculação padrão e coinoculação.

Colloquium Agrariae, v. 5, n. 1, p. 1- 7, 2009. Disponível em:

<https://doi.org/10.5747/ca.2009.v05.n1.a0040>

BASF. **Proteção e cultivo de sementes**. 2019. Disponível em:

<https://agriculture.basf.com/br/pt/Proteção-de-Cultivos/Standak-Top.html>

BATAGLIA, O. C.; TEIXEIRA, J. P. F.; FURLANI, P. R.; FURLANI, A. M. C.; GALLO, J. R. **Métodos de análise química de plantas**. Campinas: IAC, 1978. 48 p.

BERNARD, R. L.; CHAMBERLAIN, D. W.; LAWRENCE, R. D. (Eds.). **Result of the cooperative uniform soybeans tests**. Washington: USDA, 1965. 134 p.

BRANDELERO, E. M.; PEIXOTO, C. P.; RALISCH, R. Nodulação de cultivares de soja e seus efeitos no rendimento de grãos. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 30, n. 3, p. 581-588, 2009.

Disponível em: <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2009v30n3p581>

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUARIA E ABASTECIMENTO. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399p.

BULEGON, L. G.; RAMPIM, L. KLEIN, J.; KESTRING, D.; GUIMARAES, V. F.; BATTISTUS, A. G.; INAGAKI, A. M. Componentes de produção e produtividade da cultura da soja submetida a inoculação de *Bradyrhizobium* e *Azospirillum*. **Terra Latinoamericana**, v. 34, p. 169-176. 2016.

CARVALHO, F. G.; SELBACH, P. A.; BIZARRO, M. J. Eficiência e competitividade de variantes espontâneos isolados de estirpes de *Bradyrhizobium* spp recomendadas para a cultura da soja (*Glycine max*). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, p. 883-891, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832005000600006>

CIIAGRO - CENTRO INTEGRADO DE INFORMAÇÕES AGROMETEOROLÓGICAS. **Balanco hídrico semanal de Pindorama-SP, no período de 01/11/2018 a 30/04/2019**. São Paulo, 2019. Disponível em: <http://www.ciiagro.sp.gov.br/>

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO AGRÍCOLA – (2019) **Quarto levantamento de grãos. Safra 2018/19**. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>

DAY, P. R. Particle fractionation and particle-size analysis. In: BLAKE, C. A. *et al.* (EdS.). **Methods of soil analysis. Part 1. Physical and mineralogical properties, including statistics of measurement and sampling**. Madison: American Society of Agronomy, 1965. p 545-567. (Part.1).

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

DÖBEREINER, J.; BALDANI, V. L. D.; BALDANI, J. I. **Como isolar e identificar bactérias diazotróficas de plantas não-leguminosas**. Brasília: Distrito Federal: Embrapa SPI, 1995. 60 p.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Tecnologias de produção de soja. Região Central do Brasil**. Londrina: Embrapa Soja, 2013. 265 p.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Negócios e Vitrine de Tecnologias**. Soja - BRS 7380RR. 2019. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/2115/soja---brs-7380rr>.

FEHR, W. R.; CAVINESS, J. A. **Stages of soybean development**. Ames: Iowa State University, 1977. 11 p. (Special Report, 80)

FIPKE, G. M. **Co-inoculação e pré-inoculação de sementes em soja**. 2015. 67 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015.

GAMES, P. A.; HOWELL, J. F. Pair wise multiple comparison procedures with unequal n's and/or variances. **Journal of Educational Statistics**, v. 1. p. 13-125, 1976.

GASTWIRTH, J. L.; GEL, Y. R.; MIAO, W. The Impact of Levene's Test of Equality of Variances on Statistical Theory and Practice. **Statistical Science**, v. 24, n. 3, p. 343-360. Disponível em: <https://doi.org/10.1214/09-STS301>

HAWKINS, D. M.; WEISBERG, S. Combining the box-cox power and generalised log transformations to accommodate nonpositive responses in linear and mixed-effects linear models. **South African Statistical Journal**, v. 51, n. 2, p. 317-328, 2017.

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)

KOOPEN, W. **Climatologia**. Buenos Aires: Gráfica Panamericana. 1948. 478 p.

LIBORIO, P. H. S. **Desempenho simbiótico e produtivo de cultivares de soja submetidas a co-inoculação com *Azospirillum***. 2019. 103 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2019.

LONG, J. S.; ERVIN, L. H. "Using heteroscedasticity consistent standard errors in the linear regression model," **The American Statistician**, v. 54, p. 217-224, 2000.

MALDONADO JUNIOR, W. **Programa Estatístico AgroEstat**. 2019. Disponível em: <https://www.agroestat.com.br>

MALONE, G.; ZIMMER, P. J.; MENEGUELLO, G. E.; CASTRO, M. A. S.; PESKE, S.T. Expressão diferencial de isoenzimas durante o processo de germinação de sementes de arroz em grandes profundidades de semeadura. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, n. 1, p. 61-67, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0101-31222007000100009>

MARTINS, G. M.; TOSCANO, L. C.; TOMQUELSHI, G. V.; MARUYAMA, W. I. Inseticidas químicos e microbianos no controle da lagarta-do-cartucho na fase inicial da cultura do milho. **Revista Caatinga**, v. 22, n. 2, p. 170-174, 2009.

PASTORE, A. **Manejo de inoculação com *Bradyrhizobium* em soja associado ao tratamento fitossanitário das sementes**. 2016. 42 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologias de Bioprodutos Agroindustriais) - Universidade Federal do Paraná, Palotina, 2016.

PEREIRA, C. E.; MOREIRA, F. M. S.; OLIVEIRA, J. A.; CALDEIRA, C. M. Compatibility among fungicide treatments on soybean seeds through film coating and inoculation with *Bradyrhizobium* strains. **Acta Scientiarum. Agronomy**. v. 32, n. 4. p. 585-589, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v32i4.5756>.

RAIJ, B. van; ANDRADE, J. C. de; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. **Análise Química para Avaliação da Fertilidade de Solos Tropicais**. Campinas, Instituto Agrônomo, 285p. 2001.

REZENDE, P. M.; CARVALHO, E. A. Avaliação de cultivares de soja (*Glycine max* L. Merrill) para o sul de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 6, p. 1616-1623. 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542007000600003>

ROYSTON, P. Remark AS R94: A Remark on Algorithm AS 181: The W-test for Normality. **Journal of the Royal Statistical Society. Series C (Applied Statistics)**, v. 44, n. 4, p. 547-551, 1995.

RYLE, G. J. A.; POWELL C. E.; GORDON, A. J. The respiratory costs of nitrogen fixation in soybean, cowpea and white clover. II. Comparisons of the cost of nitrogen fixation and the utilization of combined nitrogen. **Journal of Experimental Botany**, v. 30, p. 145-153, 1979.

SEDIYAMA, T.; TEIXEIRA, R. C.; REIS, M. S. Melhoramento da soja. In: BORÉM A. **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa: Editora UFV, 2005. p. 553-603.

SUGAWARA, M.; OKAZAKI, S.; NUKUI, N.; EZURA, H.; MITSUI, H.; MINAMIZAWA, K. Rhizobitoxine modulates plant-microbes interactions by ethylene inhibition. **Biotechnology Advances**, v. 24, p. 382-388, 2006.

WHITE, H. A Heteroskedasticity-consistent covariance matrix estimator and a direct test for heteroskedasticity. **Econometrica**, v. 48, n. 4, p. 817-38. 1980. Disponível em: <https://doi.org/10.2307/1912934>

ZILLI, J. E.; GIANLUPPI, V.; CAMPO, R. J.; ROUWS, J. R. C.; HUNGRIA, M. Inoculação da soja com *Bradyrhizobium* no sulco de semeadura alternativamente a inoculação de sementes. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, n. 6, p. 1875-1881, 2010a. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832010000600011>

ZILLI, J. E.; CAMPO, R. J.; HUNGRIA, M. Eficácia da inoculação de *Bradyrhizobium* em pré-semeadura da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, n. 3, p. 335-338, 2010b. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2010000300015>