

RESPOSTA DE CULTIVARES DE AMENDOIM À COINOCULAÇÃO DE *Bradyrhizobium japonicum* E *Azospirillum brasilense*

Marcos Naum Rodrigues Lima¹, Leonardo Borges Vasconcelos Meira¹, João Pedro Barreto Tenório¹, Bruno Henrique Rodrigues de Souza¹, Jorge González Aguilera¹ e Fábio Steiner¹

¹ Curso de Graduação em Agronomia, Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), Cassilândia (MS). Contato: steiner@uems.br

PROBLEMÁTICA

O amendoim (*Arachis hypogaea* L.) é uma das principais culturas oleaginosas cultivadas no Brasil e tem elevada importância socioeconômica para o agronegócio brasileiro (SOUZA et al., 2019), especialmente devido à suas múltiplas utilidades e alto teor de proteínas dos grãos (22 a 30%), tornando-se excelente opção de alimento para o consumo in natura (FIGUEIREDO, 2018). O cultivo de amendoim tem sido boa alternativa de diversificação para a agricultura familiar e para o setor sucroenergético. Nos últimos anos, tem-se intensificado a busca por tecnologias biológicas e práticas agrícolas sustentáveis que melhorem os sistemas agrícolas brasileiros e otimizem o uso dos recursos naturais (BERETA et al., 2022). Neste contexto, o uso de bioinsumos pode ser alternativa para melhorar a eficiência de absorção dos nutrientes e crescimento das plantas, além de reduzir o uso de fertilizantes minerais no cultivo do amendoim. No entanto, são escassos os estudos que avaliaram os efeitos das práticas de coinoculação de diferentes rizobactérias na nodulação e no crescimento da cultura do amendoim.

CONHECIMENTO PRÉVIO

Dentre as práticas agrícolas sustentáveis que podem ser empregadas no cultivo de amendoim, o uso de rizobactérias promotoras de crescimento de planta (RPCP) em associação a inoculação das sementes com bactérias do gênero *Bradyrhizobium* sp. tem-se destacado nos últimos anos (SANTOS et al., 2017; SILVA et al., 2017; STEINER et al., 2021). Estas rizobactérias são capazes de estimular o crescimento das plantas por induzir a fixação biológica de nitrogênio (FBN), promover a solubilização de fosfato e a síntese de sideróforos e de hormônios vegetais, tais como auxinas, citocininas e giberelinas (FUKAMI et al., 2018). As rizobactérias mais estudadas são as pertencentes aos gêneros *Bradyrhizobium*, *Rhizobium*, *Bacillus*, *Pseudomonas* e *Azospirillum* por favorecerem o desenvolvimento das plantas e a produção das culturas leguminosas (SOUZA et al., 2019; STEINER et al., 2021).

Santos et al. (2017) verificaram que a coinoculação das sementes de amendoim com *Bradyrhizobium japonicum* e *Azospirillum brasiliense* melhorou a nodulação e a produção de matéria seca das plantas. Steiner et al. (2021) avaliando a eficiência agrônômica da co-inoculação de *B. japonicum* e *A. brasiliense* na cultura do amendoim, verificaram que a inoculação das sementes com *B. japonicum* aumentou a produtividade de grãos em 24,0%, ao passo que a co-inoculação de *B. japonicum* e *A. brasiliense* resultou no incremento de 25,3% em comparação ao tratamento controle não inoculado. No entanto, Steiner et al. (2018) reportaram que a coinoculação de *B. japonicum* e *A. brasiliense* não promoveu melhoria na nodulação e no crescimento das plantas de amendoim. Portanto, estes resultados contraditórios indicam que novos estudos devem ser realizados para testar os efeitos benéficos da co-inoculação de *B. japonicum* e *A. brasiliense* em diferentes cultivares de amendoim.

Este estudo foi conduzido com o objetivo de avaliar a eficiência da inoculação de *Bradyrhizobium japonicum* e *Azospirillum brasilense* de forma isolada e combinada na nodulação e no crescimento de duas cultivares de amendoim (*Arachis hypogaea* L.) cultivadas em um solo arenoso do Cerrado Sul-Mato-Grossense.

DESCRIÇÃO DA PESQUISA

O experimento foi realizado em condições de casa de vegetação na Estação Experimental Agrônômica da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul – UEMS, em Cassilândia (MS). Foram utilizados vasos plásticos com 8 dm³ de capacidade, preenchidos com 7,5 dm³ de solo arenoso classificado como NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico (NQo). Após a calagem, o solo foi fertilizado com 20 mg dm⁻³ de N (ureia), 250 mg dm⁻³ de P (superfosfato simples), 100 mg dm⁻³ de K (cloreto de potássio), 15 mg dm⁻³ de S (gesso agrícola) e 1 mg dm⁻³ de Mo (molibdato de amônio).

Os vasos foram dispostos no delineamento de blocos casualizados em esquema fatorial 2 × 4, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos pelo uso de duas cultivares de amendoim [IAC Tatu ST (porte ereto) e Runner IAC 886 (porte rasteiro)] e da aplicação de quatro tratamentos de inoculação das sementes [controle (sem inoculação), inoculação com *Bradyrhizobium japonicum*, inoculação com *Azospirillum brasilense* e coinoculação com *B. japonicum* e *A. brasilense*]. Cada unidade experimental foi constituída por um vaso contendo duas plantas, perfazendo um total de 32 vasos.

A inoculação das sementes com *Bradyrhizobium japonicum* foi realizada com a aplicação do inoculante líquido Simbiose Nod Soja[®] (Simbiose: Agrotecnologia Biológica) contendo as estirpes SEMIA 5079 e SEMIA 5080 (concentração mínima de 7,2 × 10⁹ células viáveis por mL), na dose de 3 mL/kg de semente. A inoculação de *Azospirillum brasilense* foi realizada com a aplicação do inoculante comercial líquido AzoTotal[®] (Total Biotecnologia) que contém as estirpes AbV5 e AbV6 (concentração mínima de 2,0 × 10⁸ células viáveis por mL), na dose de 4 mL/kg de semente. A coinoculação das sementes foi realizada misturando as duas rizobactérias, nas mesmas proporções utilizadas quando inoculadas isoladamente, ou seja, 3 mL/kg do inoculante contendo *B. japonicum* + 4 mL/kg de inoculante contendo *A. brasilense*.

Foram semeadas 10 sementes por vaso, e após a estabilização da emergência das plântulas, realizou-se o desbaste deixando-se duas plantas por vaso. O teor de água do solo foi monitorado diariamente e mantido próximo da capacidade de retenção de água com irrigações diárias pelo sistema de microaspersão.

Aos 15 dias após a semeadura, foram contabilizados a porcentagem de emergência das plântulas. Aos 60 dias após a semeadura, foram avaliados a altura de planta (AP), área foliar (AF), número de nódulos por planta (NN), matéria seca dos nódulos (MSN), da parte aérea (MPA) e das raízes (MSR). Os nódulos, a parte aérea (folhas + caules) e as raízes foram secos em estufa à 65 °C por 72 horas, e pesados em balança analítica com precisão de 0,001 g.

Os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e as médias foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o software estatístico Sisvar[®] versão 5.6.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A inoculação das sementes com *Bradyrhizobium japonicum* e/ou *Azospirillum brasilense* de forma isolada ou combinada não resultou em efeito significativo ($p > 0,05$) na emergência das plantas de amendoim (Tabela 1). Avaliando os efeitos da (co)inoculação com *B. japonicum* e *A. brasilense* de forma isolada ou combinada, Santos *et al.* (2017) também verificaram que a coinoculação das sementes não teve efeito sobre a porcentagem de emergência das plantas de amendoim da cultivar IAC Tatu ST. Portanto, verifica-se que a inoculação de bactérias simbióticas e associativas não comprometeu o estabelecimento inicial do estande de plantas.

A inoculação com *B. japonicum* e *A. brasilense* de forma isolada e combinada afetou significativamente ($p < 0,05$) a altura de planta, área foliar e a matéria seca da parte aérea das plantas de

amendoim (Tabela 1). A coinoculação das sementes com *B. japonicum* e *A. brasilense* resultou em plantas com maior altura e maior área foliar quando comparado com as plantas inoculadas apenas com *B. japonicum* e com as plantas não inoculadas (controle). Estes resultados indicaram que a inoculação combinada de *B. japonicum* e *A. brasilense* estimulou o crescimento da parte aérea do amendoim. Este aumento do crescimento das plantas de amendoim com a coinoculação das sementes pode estar relacionado aos benefícios oriundos da coinoculação, por meio da associação da capacidade de fixação de N₂ pelas bactérias com *B. japonicum* com a produção de hormônios vegetais das bactérias *A. brasilense*.

A inoculação das sementes com *B. japonicum* e *A. brasilense* de forma isolada ou combinada resultou na maior produção de matéria seca da parte aérea e das raízes das plantas de amendoim comparado às plantas não inoculadas (Tabelas 1 e 2). O maior crescimento das plantas de amendoim com a coinoculação das sementes pode estar diretamente ligada aos efeitos benéficos destas bactérias, por meio da maior capacidade de fixação de N₂ e maior síntese de hormônios vegetais. Segundo Fukami et al. (2018), o *A. brasilense* tem a capacidade de produzir hormônios vegetais, tais como o ácido indolacético (AIA) e o ácido giberélico, os quais promovem o aumento do crescimento das plantas.

Os resultados reportaram que a inoculação de *B. japonicum* e *A. brasilense* de forma isolada e/ou combinada resultou no aumento do número de nódulos e maior matéria seca de nódulos quando comparado às plantas não inoculadas (Tabela 2). O aumento no número de nódulos por planta obtido com a coinoculação das sementes com *B. japonicum* e *A. brasilense* pode ter sido devido ao efeito sinérgico destas duas bactérias em aperfeiçoar a capacidade da formação dos nódulos radiculares em plantas leguminosas.

APLICAÇÃO PRÁTICA

A inoculação das sementes de amendoim com *Bradyrhizobium japonicum* e *Azospirillum brasilense* de forma isolada e/ou combinada pode proporcionar sustentabilidade para o sistema de produção de amendoim na região do Cerrado Sul-Mato-Grossense por melhorar a nodulação das raízes e o crescimento inicial das plantas.

LITERATURA CITADA

BERETA, S. F.; ROSA, E. F. F.; KASEKER, J. F.; NOHATTO, M. A.; LUZ, S. Coinoculação de produtos biológicos na cultura do amendoim. **Agrarian**, v.15, n.55, e15717, 2022.

FUKAMI, J.; CERZINI, P.; HUNGRIA, M. *Azospirillum*: benefits that go far beyond biological nitrogen fixation. **AMB Express**, v. 8, n. 73, p. 1-12, 2018.

SANTOS, D. M. S.; BUSH, A.; SILVA, E. R.; ZUFFO, A. M.; STEINER, F. Bactérias fixadoras de nitrogênio e molibdênio no cultivo do amendoim em solo do Cerrado. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 4, n.1, p. 84-92, 2017.

SILVA, E. R. S.; BUSH, A.; ZUFFO, A. M.; STEINER, F. Coinoculação de *Bradyrhizobium japonicum* e *Azospirillum brasilense* em sementes de amendoim de diferentes tamanhos. **Revista de Agricultura Neotropical**, v.4, n.1, p. 93-102, 2017.

SOUZA, F. E. C.; SOUSA, G. G.; SOUZA, M. V. P.; FREIRE, M. H. C.; LUZ, L. N.; SILVA, F. D. B. Produtividade de diferentes genótipos de amendoim submetidos a diferentes formas de adubação. **Nativa**, v.7, n.4, p. 383-388, 2019.

STEINER, F.; QUEIROZ, L. F. M.; ZUFFO, A. M.; SILVA, K. C.; LIMA, I. M. O. Peanut response to co-inoculation of *Bradyrhizobium* spp. and *Azospirillum brasilense* and molybdenum application in sandy soil of the Brazilian Cerrado. **Agronomy Journal**. v.113:623-632, 2021.

STEINER, F.; ZUFFO, A. M.; SANTOS, D. M. S.; BUSH, A. Molibdênio e coinoculação de sementes de amendoim com *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* em solo do Cerrado. *Acta Iguazu*, v.7, n.4, p. 128-137, 2018.

Tabela 1. Efeito da (co)inoculação das sementes com *Bradyrhizobium japonicum* e/ou *Azospirillum brasilense* sobre a emergência das plântulas, altura de planta, área foliar e matéria seca da parte aérea das duas cultivares de amendoim (*Arachis hypogaea* L.) cultivadas em um solo arenoso do Cerrado Sul-Mato-Grossense em condições de casa-de-vegetação

| Fontes de variação | Emergência (%) | Altura de planta (cm) | Área foliar (cm ³) | Matéria seca da parte aérea (g) |
|--|----------------|-----------------------|--------------------------------|---------------------------------|
| Cultivar | | | | |
| IAC Tatu ST | 86 a | 29,5 b | 90,5 a | 3,58 b |
| Runner IAC 886 | 93 a | 69,7 a | 67,3 b | 6,36 a |
| Inoculação das sementes | | | | |
| Controle | 91 a | 40,6 b | 59,6 c | 4,03 b |
| <i>Bradyrhizobium japonicum</i> | 89 a | 52,4 a | 68,4 bc | 4,56 ab |
| <i>Azospirillum brasilense</i> | 89 a | 51,7 ab | 90,6 ab | 5,72 a |
| <i>B. japonicum</i> + <i>A. brasilense</i> | 89 a | 53,6 a | 97,1 a | 5,57 ab |
| CV (%) | 9,57 | 16,40 | 22,70 | 24,31 |

Valores médios representados por letras distintas nas colunas diferem significativamente pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade. CV: coeficiente de variação.

Tabela 2. Efeito da (co)inoculação das sementes com *Bradyrhizobium japonicum* e/ou *Azospirillum brasilense* no número de nódulos por planta, matéria seca dos nódulos e matéria seca das raízes das duas cultivares de amendoim (*Arachis hypogaea* L.) cultivadas em um solo arenoso do Cerrado Sul-Mato-Grossense em condições de casa-de-vegetação

| Fontes de variação | Número de nódulos | Matéria seca dos nódulos (mg) | Matéria seca das raízes (g) |
|--|-------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| Cultivar | | | |
| IAC Tatu ST | 188 a | 90 a | 1,30 b |
| Runner IAC 886 | 179 a | 101 a | 2,63 a |
| Inoculação das sementes | | | |
| Controle | 95 b | 53 b | 1,61 b |
| <i>Bradyrhizobium japonicum</i> | 185 b | 105 ab | 1,87 ab |
| <i>Azospirillum brasilense</i> | 146 b | 62 b | 2,33 a |
| <i>B. japonicum</i> + <i>A. brasilense</i> | 310 a | 161 a | 2,05 ab |
| CV (%) | 36,58 | 50,06 | 26,01 |

Valores médios representados por letras distintas nas colunas diferem significativamente pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade. CV: coeficiente de variação.