

Scientific Electronic Archives

Issue ID: Sci. Elec. Arch. Vol. 17 (6)

Nov/Dec 2024

DOI: <http://dx.doi.org/10.36560/17620241997>

Article link: <https://sea.ufr.edu.br/SEA/article/view/1997>



Diferentes formas de aplicação de *Azospirillum brasilense* na cultura do feijão comum

Differents ways of applying *Azospirillum brasilense* in common bean crops

Corresponding author

Adriana Terezinha Wasmuth

Universidade Federal de Mato Grosso, Campus de Sinop

adrianawasmuth@hotmail.com

Lucas Rodrigues Versari

Universidade Federal de Mato Grosso, Campus de Sinop

Kamily Gabrieli Stankowitz Pereira

Universidade Federal de Mato Grosso, Campus de Sinop

João Victor Belentani de Moura

Universidade Federal de Mato Grosso, Campus de Sinop

Daniele Cristina Costa Sabino

Universidade Federal de Mato Grosso, Campus de Sinop

Cassiano Spaziani Pereira

Universidade Federal de Mato Grosso, Campus de Sinop

Resumo. Plantas de feijão podem ter seu desenvolvimento estimulado através da associação com bactérias promotoras do crescimento de plantas, como por exemplo as bactérias do gênero *Azospirillum*. No entanto, a forma de aplicação e a dose de inoculante bacteriano utilizado podem interferir nos resultados. Objetivo do trabalho foi verificar a influência da forma de aplicação, foliar ou na semente, de diferentes doses de *Azospirillum*, no desenvolvimento do feijão carioca. Foi realizado um experimento em telado, coberto com plástico transparente e no entorno cercado por sombrite, pertencente ao Viveiro da Universidade Federal de Mato Grosso, Campus de Sinop. O solo foi coletado do subsolo na reserva de mata da UFMT/ Sinop, (Latosolo Vermelho Escuro Distrófico, camada de 20-40 cm). O solo foi seco ao ar, peneirado em peneira de 4 mm e autoclavado (40 minutos a 121°Atm). A calagem e adubação foi realizada em função da análise de fertilidade do solo. Foram utilizadas para a semeadura sementes de feijão carioca ANfc9. Os tratamentos foram constituídos por diferentes doses de *Azospirillum brasilense* (inoculante líquido comercial contendo a estirpe Ab-V5 com concentração 1×10^8 UFC/mL), sendo as aplicações realizadas sobre as sementes na semeadura e via foliar no estágio vegetativo V3. Sendo constituídos dos seguintes tratamentos: T1 - Inoculação na semente (0 mL/25 kg de semente); T2 - Inoculação via foliar em V3 (0 mL/25 kg de semente); T3 - Inoculação na semente (250 mL/25 kg de semente); T4 - Inoculação via foliar em V3 (250 mL/25 kg de semente); T5 - Inoculação na semente (500 mL/25 kg de semente); T6 - Inoculação via foliar em V3 (500 mL/25 kg de semente); T7 - Inoculação na semente (750 mL/25 kg de semente); T8 - Inoculação via foliar em V3 (750 mL/25 kg de semente); T9 - Inoculação na semente (1000 mL/25 kg de semente); T10 - Inoculação via foliar em V3 (1000 mL/25 kg de semente). O delineamento experimental foi de blocos casualizados (DBC) com 10 tratamentos e 4 blocos. O teor de clorofila foi avaliado aos 13, 34 e 40 dias após a semeadura. O experimento foi conduzido até o início do período reprodutivo (estádio R5), quando as plantas foram coletadas e avaliadas: o diâmetro do caule, a altura da planta, o comprimento dos entrenós, a área foliar e o acúmulo de massa seca da parte aérea e da raiz. A forma de aplicação do inoculante não interferiu no desenvolvimento das plantas. A massa seca da parte aérea foi positivamente influenciada pelo aumento da dose de inoculante contendo *Azospirillum brasilense* aplicado nas plantas de feijão.

Palavras-chaves: Feijão carioca, inoculante biológico, bactérias diazotróficas.

Abstract. Bean plants can have their development stimulated through association with bacteria that promote plant growth, such as bacteria of the genus *Azospirillum*. However, the form of application and the dose of bacterial inoculant used can interfere with the results. The objective of the work was to verify the influence of the form of application, foliar or seed, of different doses of *Azospirillum*, on the development of carioca beans. An experiment was conducted in a greenhouse, covered with transparent plastic, and surrounded by shade netting, belonging to the Federal University of Mato Grosso, Sinop Campus. The soil was collected from the subsoil in the UFMT/ Sinop forest reserve, (Dystrophic Dark Red Oxisol, 20-40 cm layer). The soil was air-dried, sieved through a 4 mm sieve and autoclaved (40 minutes at 121°C). Liming and fertilization were carried out based on soil fertility analysis. ANfc9 carioca bean seeds were used for sowing. The treatments consisted of different doses of *Azospirillumbrasilense* (commercial liquid inoculant containing the Ab-V5 strain with a concentration of 1×10^8 UFC/mL), with applications being carried out on the seeds in the sowing and foliar route at vegetative stage V3. Consisting of the following treatments: T1 - Inoculation in the seed (0 mL/25 kg of seed); T2 - Inoculation via foliar in V3 (0 mL/25 kg of seed); T3 - Inoculation into the seed (250 mL/25 kg of seed); T4 - Inoculation via foliar in V3 (250 mL/25 kg of seed); T5 - Inoculation into the seed (500 mL/25 kg of seed); T6 - Inoculation via foliar in V3 (500 mL/25 kg of seed); T7 - Inoculation into the seed (750 mL/25 kg of seed); T8 - Inoculation via foliar in V3 (750 mL/25 kg of seed); T9 - Inoculation into the seed (1000 mL/25 kg of seed); T10 - Inoculation via foliar in V3 (1000 mL/25 kg of seed). The experimental design was randomized blocks (DBC) with 10 treatments with 4 blocks. The chlorophyll content was evaluated at 13, 34 and 40 days after sowing. The experiment was carried out until the beginning of the reproductive period (stage R5), when the plants were collected and evaluated: stem diameter, plant height, internode length, leaf area and dry mass accumulation of the aerial part. and the root. The method of inoculant application did not interfere with plant development. The dry mass of the aerial part was positively influenced by the increase in the dose of inoculant containing *Azospirillumbrasilense* applied to bean plants.

Keywords: Carioca beans, biological inoculant, diazotrophic bacteria.

Introdução

O feijão comum é um dos alimentos básicos da dieta dos brasileiros, atuando como a principal fonte de proteína vegetal, uma vez que apresenta um elevado teor proteico aproximadamente 30% da matéria seca, além de possuir boa quantidade de carboidratos e nutrientes essenciais tais como ferro, potássio, zinco e magnésio (SILVA et al., 2019; BURATTO e MODA-CIRINO, 2017).

É uma cultura cultivada em todo o território nacional apresentando grande capacidade de adaptação a diferentes ambientes. Com o uso de irrigação, na região centro-oeste, a terceira safra apresenta-se como uma opção aos produtores durante o vazio sanitário da soja (MEIRELES et al., 2003; EMBRAPA, 2012).

Na safra 23/24, o estado de Mato Grosso (MT) apresentou uma área total plantada de 170,2 mil hectares, produção de 299,4 mil toneladas, com uma produtividade média de 1.759 kg/ha. A previsão para terceira safra, com início em maio, a área plantada estimada é de 75,7 mil hectares, com uma produtividade estimada em 2.469 kg/ha (CONAB, 2024).

O feijão tipo Carioca, apresenta uma boa distribuição no país, representando 70% do cultivo e consumo total (CARNEIRO et al., 2005; CHAVES; BASSINELLO, 2014). Na região norte do estado de Mato grosso, a cultivar de feijão carioca ANfc 9, vem apresentando grande destaque no cultivo, com um ciclo médio de 88 a 94 dias (AGRONORTE, 2024).

Durante todo o ciclo, o feijoeiro apresenta uma grande demanda por nitrogênio, no entanto, na época do florescimento, a planta absorve de 2,0 a 2,5 kgN.ha⁻¹.dia⁻¹. Mais de 50% do N absorvido é exportado para os grãos. Dessa forma um correto suprimento de nitrogênio é necessário para garantir uma boa produtividade (EMBRAPA, 2014).

Uma alternativa para a utilização de adubação nitrogenada na forma de fertilizantes químicos é a associação com bactérias capazes de

fixar o nitrogênio atmosférico. Essas bactérias, chamadas de diazotróficas são capazes de fixar o nitrogênio atmosférico, no processo chamado de Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN). No entanto, de modo diferente ao que ocorre nas plantas de soja, nas plantas de feijão a FBN não é capaz de suprir toda a demanda de nitrogênio da cultura (CARDOSO e ANDREOTTE, 2016, VIEIRA, 2017).

Dentre as bactérias diazotróficas, as bactérias do gênero *Azospirillum* tem apresentado um grande destaque. Diferentemente das bactérias dos gêneros *Rhizobium* e *Bradyrhizobium*, que atuam formando nódulos em uma simbiose com a planta, o *Azospirillum* não forma estruturas visíveis, atuando de forma associativa, e promovendo diferentes efeitos no desenvolvimento vegetal, sendo conhecido como uma bactéria promotora do crescimento vegetal (MOREIRA e SIQUEIRA, 2006; MOREIRA et al., 2010, CARDOSO e ANDREOTTE, 2016).

Nos últimos anos diferentes inoculantes contendo as estirpes Ab-V5 e Ab-V6 de *Azospirillum brasilense* estão sendo comercializados como produtos biológicos para a promoção do crescimento vegetal. No entanto, para cada cultura, a dose do produto e a forma de aplicação ainda precisam ser investigados e os resultados apresentam variabilidade (HUNGRIA, 2016).

Dessa forma, o objetivo do trabalho foi verificar a influência da forma de aplicação, na semente ou foliar, de diferentes doses de *Azospirillum*, no desenvolvimento do feijão carioca.

O feijão-comum (*Phaseolus vulgaris*L.) é uma planta leguminosa pertencente à família Fabaceae, sendo um dos alimentos básicos da dieta, estando presente na mesa dos brasileiros em todo território nacional (SILVA et al., 2019). É uma cultura que se destaca devido à alta produção e comercialização, os benefícios são capazes de abranger áreas do ponto de vista econômico e alimentício, é cultivado por todo território nacional já

que apresenta capacidade de adaptação a diferentes ambientes, sendo produzido de norte a sul do país, o que pode resultar em até três safras em um ano (MEIRELES et al., 2003).

Considerando as três safras, a área plantada estimada de feijão na safra 23/24 em todo o país é de 2.860,1 milhões de hectares, com uma produtividade média de 1.124 kg/ha.

Embora com grande variação entre as regiões, a produtividade da cultura tem crescido nos últimos anos, com destaque para os estados localizados na região centro-oeste. Nessa região, com o uso da irrigação, a terceira safra tem se difundido e são alcançadas produtividades elevadas (EMBRAPA, 2012).

Nesse sentido, o estado de Mato Grosso (MT) apresenta uma área total plantada de 170,2 mil hectares e produção 299,4 mil toneladas, com uma produtividade média de 1.759 kg/ha. Com início em setembro, a primeira safra (“águas”), apresentou área de plantio de 7,2 mil hectares, com uma produtividade de 1.529 kg/ha, na segunda safra, com início em fevereiro (“safrinha”), a área plantada foi de 87,3 mil hectares, com uma produtividade estimada de 1.163 kg/ha, enquanto na terceira safra (“inverno”), com início em maio, a área plantada estimada é de 75,7 mil hectares, com uma produtividade estimada em 2.469kg/ha (CONAB, 2024).

No estado de Mato Grosso, a terceira safra apresenta-se como uma opção aos produtores uma vez que no período de plantio (com início no mês de maio) ocorre o vazio sanitário da soja. No entanto, uma vez que representa um período de estiagem na região, o déficit hídrico pode ser um limitante a produção, fazendo com que o cultivo ocorra sob regime de irrigação por aspersão, propiciando assim rentabilidade e retorno econômico (INCAPER, 2010; EMBRAPA, 2012; SILVA; WANDER, 2013).

O feijoeiro é uma planta herbácea que apresenta hábito de crescimento determinado ou indeterminado. Em plantas de crescimento determinado seus ramos principais e laterais terminam em uma inflorescência, e em plantas de crescimento indeterminado em gemas vegetativas (VIEIRA et al., 2013).

O desenvolvimento do feijoeiro pode ser dividido em 2 fases, vegetativa e reprodutiva, sendo caracterizados por 10 estádios. Na fase vegetativa, o primeiro estádio corresponde a germinação (V0), seguido da emergência (V1), formação das folhas primárias (V2), formação da primeira folha trifoliada (V3), aparecimento da terceira folha trifoliada (V4). A fase reprodutiva inicia-se com o primeiro botão floral (R5), seguida da floração (R6), formação das vagens (R7) e enchimento das vagens (R8) e a maturação fisiológica (R9) (COMISSÃO TÉCNICA SUL-BRASILEIRA DE FEIJÃO, 2012).

Devido ao seu extraordinário teor protéico (aproximadamente 30% da matéria seca) apresenta-se como a principal fonte de proteína vegetal, além de possuir boa quantidade de carboidratos e nutrientes essenciais tais como ferro,

potássio, zinco e magnésio (SILVA; WANDER, 2013; MARQUEZI et al, 2016; BURATTO e MODA-CIRINO, 2017).

O feijoeiro é uma planta leguminosa classificada como uma planta C3, apresentando exigências edafoclimáticas que influenciam o rendimento da cultura, com destaque para temperatura, radiação solar e precipitação (DIDONET E SILVA, 2004). Dessa forma, o feijão comum é cultivado em diferentes épocas e localidades de acordo com as características climáticas das regiões.

O gênero *Phaseolus*, apresenta aproximadamente 50 espécies, sendo a espécie *Phaseolus vulgaris* a mais cultivada no Brasil, apresentando diferentes tipos, entre eles: Azuki, Branco, Carioca, Fradinho, Moyashi, Mulatinho, Preto, Rajado (SEAB, 2018). Destaca-se o tipo preto, consumido principalmente na região sul e sudeste, e o tipo Carioca, que apresenta uma boa distribuição no país, representando 70% do cultivo e consumo total (CARNEIRO et al, 2005; CHAVES; BASSINELLO, 2014).

Na região norte do estado de Mato grosso, cultivar de feijão carioca ANfc 9 da empresa Agro Norte Pesquisa e Sementes vem apresentando grande destaque no cultivo. Essa cultivar apresenta hábito de crescimento indeterminado, tipo II, com um ciclo médio de 88 a 94 dias, com tempo médio até a floração de 40 a 44 dias, peso de cem sementes de 27,49 gramas (AGRONORTE, 2024).

Com relação a nutrição da planta, o nitrogênio (N) é um dos nutrientes mais importantes, uma vez que é constituinte básico da clorofila, dos aminoácidos, das proteínas, dos ácidos nucleicos. O N é o nutriente absorvido em maiores quantidades e aproximadamente, 50 % do N absorvido é exportado para os grãos, no entanto é frequente sua deficiência nos solos. Embora a absorção de nitrogênio ocorra durante todo o ciclo da cultura, a época de maior exigência, ocorre dos 35 aos 50 dias após a emergência, coincidindo com a época do florescimento, podendo a planta absorver de 2,0 a 2,5 kgN.ha⁻¹.dia⁻¹. A adubação foliar de nitrogênio pode ser utilizada de forma complementar à adubação tradicional, reduzindo o efeito das perdas do nutriente no solo. (EMBRAPA, 2014).

No campo, a necessidade de adubação é, muitas vezes, estimada pelos produtores por meio da análise visual da lavoura, uma vez que praticamente não houve avanço técnico na recomendação desse nutriente. Destaca-se que com a adubação nitrogenada não adequada, ocorre redução da produtividade de grãos e/ou aumento dos custos de produção. Dessa forma a produtividade das plantas de feijão pode ser diretamente relacionada à nutrição nitrogenada. O medidor portátil de clorofila (Clorofilmetro/SPAD) apresenta-se como um equipamento capaz de analisar o teor de nitrogênio na planta através da avaliação indireta do teor de clorofila. É um equipamento simples que proporciona leituras

instantâneas de uma maneira não destrutiva de folhas. Dessa forma, é uma alternativa prática de indicação do nível de nitrogênio (N) na planta, uma vez que a leitura efetuada pelo clorofilômetro corresponde ao teor de clorofila presente na folha. Embora seja uma metodologia simples, diferentes fatores, como idade, teor de água na planta, cultivar, disponibilidade de outros nutrientes, estresse ambiental e fatores bióticos, além da disponibilidade de N, podem afetar as medições de intensidade da cor verde da folha pelo medidor de clorofila. O que ocasiona uma grande variabilidade nos resultados podendo ser necessário a normalização/padronização das leituras (SILVEIRA, 2023).

Uma vez que o nitrogênio tem papel essencial na nutrição da planta, estando a sua disponibilidade associada a aumentos de produtividade, a utilização de fertilizantes nitrogenados é uma prática constante na agricultura convencional. No entanto, embora a atmosfera seja extremamente rica nesse elemento, apresentando cerca de 78% da sua composição, o nitrogênio gasoso encontra-se na forma diatômica apresentando uma tripla ligação entre seus átomos. Essa tripla ligação confere uma grande estabilidade o que dificulta a metabolização e utilização pelos organismos (VIEIRA, 2017).

Os processos que transformam o nitrogênio para uma forma assimilável são comumente chamados de fixação de nitrogênio. Existem diferentes formas de fixação de nitrogênio. A Fixação industrial, base da produção de fertilizantes nitrogenados, utiliza de alta temperatura e elevada pressão, o que ocasiona um elevado custo, além do risco, para a sua produção. A fixação biológica de nitrogênio (FBN) ocorre através da ação de microrganismos que apresentam uma enzima chamada de nitrogenase, capaz de catalisar a transformação do nitrogênio atmosférico (N_2) para amônia (NH_3^+), uma forma de nitrogênio solúvel e prontamente utilizável pelos vegetais. Esses microrganismos são chamados de fixadores de nitrogênio ou diazotróficos. Os diazotróficos compreendem procaríotos incluindo arqueobactérias, cianobactérias, bactérias gram-negativas e gram-positivas, podendo ocorrer de forma livre no solo, de forma associativa tanto na rizosfera como no interior dos tecidos (endofíticos), ou em simbiose com algumas plantas. Essa diversidade de microrganismos diazotróficos garante que a FBN possa ocorrer nos mais diferentes ambientes, apresentando grande importância no aspecto ecológico e econômico, trazendo sustentabilidade aos sistemas agrícolas, além de reduzir a utilização de adubos nitrogenados, reduzindo assim os custos de produção (MOREIRA e SIQUEIRA, 2006; MOREIRA et al., 2010, CARDOSO e ANDREOTTE, 2016). A FBN apresenta-se relevante para a manutenção da vida do planeta, sendo junto com a decomposição da matéria orgânica um dos processos biológicos

mais abundante do planeta, inferior apenas à fotossíntese (CARDOSO e ANDREOTTE, 2016).

Algumas plantas desenvolveram a capacidade de realizar associações mutualísticas com bactérias diazotróficas, como forma de conseguir se beneficiar da FBN, e suprir a sua necessidade de nitrogênio. A simbiose mutualística mais comum ocorre entre os membros da família Fabaceae e as bactérias diazotróficas do gênero *Rhizobium* e *Bradyrhizobium*. Nesse processo as bactérias colonizam os tecidos internos das raízes, formando estruturas especializadas, nódulos, onde ocorre a fixação biológica de nitrogênio (MOREIRA e SIQUEIRA, 2006).

O feijoeiro é uma leguminosa que estabelece uma simbiose mutualista com rizobactérias, ou seja, é uma leguminosa nodulífera, sendo capaz de se beneficiar da Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN). Porém, diferente do que ocorre com a cultura da soja (*Glycinemax* L.), na cultura do feijão, a FBN não consegue suprir toda a demanda de nitrogênio requerida (MATOSO e KUSDRA, 2014). Diversos fatores podem estar relacionados a menor eficiência da simbiose que ocorre no feijoeiro, relacionados ao meio ambiente, a bactéria e a planta, incluindo o melhoramento genético que não tem priorizado a interação da planta com bactérias fixadoras de nitrogênio (HUNGRIA et al, 2013).

Diversos estudos demonstram que em genótipos de feijão carioca inoculados com bactérias diazotróficas obtêm uma boa resposta a FBN, sendo uma boa alternativa para substituição parcial de adubação nitrogenada no cultivo (OLIVEIRA JÚNIOR et al.;2012).

Segundo Hungria et al. (2013), existem vários relatos e um certo consenso de que a simbiose com a cultura do feijoeiro não é tão eficiente quanto a cultura da soja, ocorrendo isso devido a uma série de fatores relacionados à bactéria, à planta e ao meio ambiente, alguns dos fatores que limitam este processo residem no melhoramento genético, que não tem priorizado a interação da planta com as bactérias fixadoras de nitrogênio, outra limitação está ligada a fatores ambientais, como déficit hídrico, pH e altas temperaturas que podem dificultar o aporte de nitrogênio via processo biológico.

Bactérias diazotróficas associativas podem ocorrer de vida livre no solo ou estarem associadas a espécies vegetais (rizosfera ou no interior dos tecidos), sem formar estruturas específicas.

Além do processo de fixação biológica de nitrogênio, as bactérias diazotróficas associativas são comumente conhecidas por produzirem substâncias que auxiliam no desenvolvimento vegetal, sendo chamadas de bactérias promotoras do crescimento de plantas (BPCPs). A promoção do crescimento pode ocorrer através de mecanismos com destaque para a produção de hormônios vegetais, incluindo hormônios da classe das auxinas (MOREIRA e SIQUEIRA, 2006, MOREIRA et al, 2010).

Bactérias Promotoras do Crescimento de Plantas

Dentre as bactérias diazotróficas mais estudadas como promotoras do crescimento vegetal, destacam-se as bactérias pertencem ao gênero *Azospirillum*. As bactérias do gênero *Azospirillum* apresentam grande capacidade de atuar na promoção do crescimento vegetal, principalmente a partir do potencial de produção e liberação de substâncias reguladoras do crescimento envolvendo hormônios vegetais como as auxinas, citocininas, giberelinas, ácido abscísico e etileno (MARIANO et al., 2013).

Dessa forma, dependendo da cultura vegetal e da concentração utilizada, as bactérias também são responsáveis pelo alongamento e divisão celular, diferenciação de tecidos vasculares, iniciação e expansão do sistema radicular, aumentando a absorção de nutrientes e água do solo (RAMOS, 2016).

Nos últimos anos as pesquisas demonstraram que as estirpes Ab-v5 e Ab-V6 de *Azospirillum brasilense* foram capazes de suprir em torno de 25% da demanda de nitrogênio em gramíneas, além de atuarem na resistência a seca e resistência a fitopatógenos (HUNGRIA, 2016). Tendo, dessa forma, a sua utilização como inoculantes comercializados no Brasil com recomendação para as culturas do trigo e milho. Em gramíneas, a bactéria *Azospirillum* pode atuar contribuindo na nutrição nitrogenada das plantas através da FBN, inclusive estando presente de forma endofítica nos tecidos vegetais. Porém em culturas leguminosas a sua interação com a planta ocorre de forma associativa, atuando principalmente na promoção do crescimento vegetal (HUNGRIA, 2011).

Em função dessa capacidade, estudos da utilização de forma isolada ou conjunta (coinoculação) de rizóbios e bactérias diazotróficas associativas tem sido realizado. Em feijão-caupi, a inoculação conjunta de *Azospirillum brasilense* (Ab-V5 e Ab-V6) e *Bradyrhizobium* spp. (SEMIA 6462 e SEMIA 6463) resultou em aumentos de produtividade de 25,2% em relação a inoculação convencional com *Bradyrhizobium* spp. (SEMIA 6462 e SEMIA 6463) (GALINDO et al, 2020).

No entanto, tanto na cultura do feijoeiro, como em outras culturas, tem sido observado a ausência de resposta e até mesmo respostas negativas no desenvolvimento vegetal em função da inoculação e coinoculação com bactérias promotoras do crescimento de planta (CARVALHO et al, 2018; PANDOLFO et al, 2015; COSTA, 2014).

Diferentes trabalhos, tem analisado a forma de aplicação, época e dose de inoculante microbiano em diferentes culturas. Na cultura do milho, a aplicação do *A. brasilense* no sulco de semeadura apresentou maior produtividade e melhor relação custo-benefício quando comparado à inoculação nas sementes (MOREIRA et al., 2019).

A dose do inoculante utilizada influenciou a produtividade de grãos de milho que foi superior quando se inoculou 100 mL/ha no modo via foliar e 200 mL/ha no modo foliar com gelatina bovina (FIORINI et al., 2020). Em plantas de feijão, as formas de inoculação de *Rhizobium tropici* não influenciaram no número de folhas, índice de área foliar e matéria seca radicular, no entanto, a inoculação dentro da semente de feijão prejudicou a emergência de plantas, embora tenha resultado em melhor acúmulo de matéria seca da parte aérea (PEREIRA et al., 2022).

Materiais e Métodos

Localização e Características Climáticas da Área

O experimento foi conduzido de 04 de dezembro de 2019 a 15 de janeiro de 2020, em telado, coberto com plástico transparente e no entorno cercado por sombrite, pertencente ao setor do Viveiro da Universidade Federal de Mato Grosso, Campus de Sinop.

O município de Sinop - Mato Grosso, está localizado na latitude 11°98'22" S, e longitude 55°56'59" W, com altitude de 384 metros. O clima segundo Koppen-Geiger se classifica como Aw, apresenta duas estações bem definidas, sendo uma chuvosa entre outubro e abril, e outra seca de maio a setembro, com baixa amplitude térmica anual variando entre 24°C a 27°C, a pluviosidade média anual da região é em torno de 2100 mm (SOUZA et al., 2013).

Características e Análise do Solo

O solo utilizado para o experimento foi coletado do subsolo na reserva de mata da UFMT/Sinop, retirado da camada de 20-40 cm, classificado como Latossolo Vermelho Escuro Distrófico. Após ser coletado e seco ao ar, o solo foi peneirado em peneira de 4 mm.

O solo foi colocado em sacos de tecido e levados à autoclave vertical CS, Primatec®, localizado no laboratório do Viveiro Florestal da UFMT, Campus Sinop e uma vez ao dia, sempre no mesmo horário, deixando o solo na autoclave por 40 minutos após atingir a temperatura de 121° Atm., com 3 repetições cada solo, para eliminação das impurezas do solo.

Em seguida, o solo foi seco e colocado 5 kg em cada vaso, totalizando 80 vasos, posteriormente realizou-se a calagem com calcário dolomítico, sendo aplicado em cada vaso 6,250 g de calcário, ou 2,5 t/ha, segundo recomendação da análise de solo (Tabela 1). Para o calcário reagir foi colocado 1 L de água em cada vaso, deixando na capacidade de campo (CC), por 30 dias. Como forma de obtenção da capacidade de campo (CC), foi adotado o método de conteúdo de água no solo após sofrer saturação através da ação da gravidade, até o cessamento da drenagem. Os vasos ficaram alocados sobre mesas de madeira com uma altura aproximada de 1,2 metros do solo.

Tabela 1. Teores de pH, macronutrientes, alumínio, acidez potencial matéria orgânica e saturação de bases da análise de solo do experimento.

pH (H ₂ O)	pH (CaCl ₂)	Macronutrientes								
		P mg/dm ³	K mg/dm ³	K	Ca	Mg	Al	H	H+Al	M.O mg/dm ³
5,00	4,3	0,74	7,0	0,02	0,1	0,01	0,15	4,31	4,46	17,55
Σ Bases	CTC pH 7,0	V	m				Areia	Silte	Argila	
cmol/dm ³		%	%				g/ dm ³			
0,14	4,59	2,94	53				240	188	572	

M.O – matéria orgânica; V – saturação por base; m – saturação por alumínio.

Delineamento Experimental e Condução do Experimento

Para o experimento foi utilizado o Delineamento de Blocos Casualizados (DBC), com 10 tratamentos e 4 blocos, totalizando 40 parcelas. Os tratamentos foram constituídos por diferentes doses de *Azospirillum brasilense*, para realização do experimento foi utilizado o inoculante líquido comercial Azos (estirpe Ab-V-5, concentração 1×10^8 unidades formadoras de colônia por mL), aplicado em diferentes épocas do feijão comum (*Phaseolus vulgaris*), com uma aplicação sobre as sementes e outra via foliar no estádio vegetativo V3 (primeira folha trifoliada), para a semeadura foram utilizadas sementes de feijão carioca ANfc 9 (Agro Norte Pesquisa e Sementes), com peso de 1000 sementes (PMS) 270 gramas, a recomendação para o plantio é de 10 sementes por metro e espaçamento de 0,50 cm entre linhas.

Para o experimento foram feitos os cálculos da quantidade de inoculante para 25 kg de sementes para diminuição de erro na aplicação por serem doses muito pequenas de inoculante, por tratamento.

Sendo os tratamentos os seguintes: **T1** - Inoculação na semente (0 mL/25 kg de semente); **T2** - Inoculação via foliar em V3 (0 mL/25 kg de semente); **T3** - Inoculação na semente (250 mL/25 kg de semente); **T4** - Inoculação via foliar em V3 (250 mL/25 kg de semente); **T5** - Inoculação na semente (500 mL/25 kg de semente); **T6** - Inoculação via foliar em V3 (500 mL/25 kg de semente); **T7** - Inoculação na semente (750 mL/25 kg de semente); **T8** - Inoculação via foliar em V3 (750 mL/25 kg de semente); **T9** - Inoculação na semente (1000 mL/25 kg de semente); **T10** - Inoculação via foliar em V3 (1000 mL/25 kg de semente).

Antes da semeadura, as sementes dos tratamentos T3, T5, T7 e T9 foram previamente tratadas com o inoculante. Foram utilizadas 200 sementes por tratamento, sendo o volume de inoculante utilizado ajustado, proporcionalmente, para cada dose a ser aplicada. Uma vez que volume de inoculante a ser utilizado era pequeno, foi

necessária uma diluição com água, para uma melhor mistura, porém sem encharcar a semente (Figura 1A).

Para os tratamentos sem inoculação (T1 e T2) e tratamentos via aplicação foliar (T4, T6, T8 e T10), as sementes foram umedecidas com a mesma proporção de água utilizada nas sementes que foram tratadas com inoculante. Esse procedimento foi necessário, pois em testes realizados anteriormente verificou-se que as sementes que não receberam água antes da semeadura demoraram praticamente um dia a mais para germinar.

A semeadura foi realizada em vasos plásticos, com 5 kg de solo cada vaso, no dia 04 de dezembro de 2019, logo após as sementes receberem o inoculante foram semeadas, sendo a inoculação feita a sombra, protegendo as sementes do sol e do calor. Foram plantadas 8 sementes dispostas pelo vaso, a uma profundidade de 3 cm.

Cinco dias após a semeadura (DAS) as sementes estavam todas germinadas, aos 10 DAS realizou-se o desbaste, deixando somente duas plantas por vaso.

Aos 18 DAS, no estádio vegetativo V3, foi feita a aplicação com os tratamentos via foliar (Figura 1B). A doses de *Azospirillum* foram iguais as utilizadas nos tratamentos de sementes. Uma vez que volume de inoculante a ser utilizado era pequeno, foi necessária uma diluição com água. Para aplicação via foliar utilizou-se um pulverizador manual. A quantidade pulverizada foi proporcional a quantidade de plantas existente no tratamento.

Um dia antes da semeadura foi realizada a adubação com fósforo tendo como fonte o Superfosfato Triplo (42% de fosforo) usou-se 200 Kg/ha, colocando em cada vaso 2,5 gramas, a uma profundidade de 5 cm. Após 9 dias da semeadura foi feita a adubação potássio na forma de Cloreto de Potássio (53% de potássio), usou-se 100 kg/ha, colocado 1,25 g por vaso, esse diluído em água para a aplicação, e adubação com nitrogênio na forma de Ureia (45% de nitrogênio), usou-se 90 kg/ha, cada vaso recebeu 0,225 g.

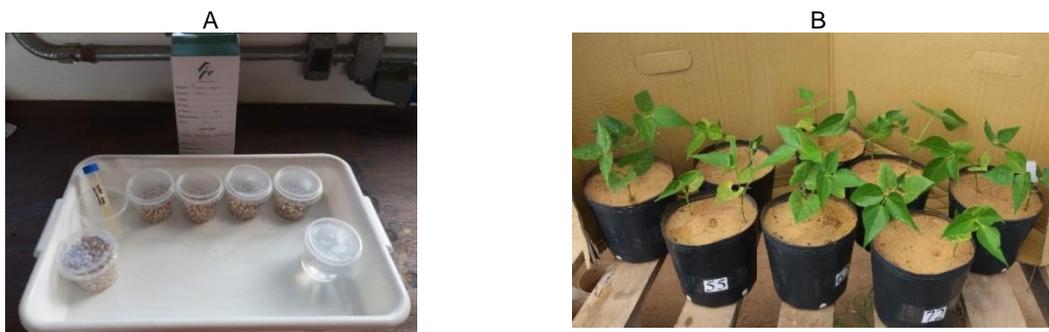


Figura 1. A) Preparo das doses de inoculante para aplicação na semente. B) Visualização das plantas no momento de aplicação foliar do inoculante.

Análises

Clorofila (CLO)

As medições do teor de clorofila (cor verde das folhas) foram efetuadas, com o auxílio do medidor digital ClorofiLOG®, modelo CFL 1030, foram realizadas 3 medições durante o experimento, aos 17 dias após a semeadura (DAS) feita a primeira medição de teor de clorofila nas folhas das plantas, aos 34 DAS, a segunda e aos 40 DAS, a terceira. Foram tomadas nove medidas em cada avaliação, três no terço inferior, três no terço médio e três no terço superior das plantas. Os resultados foram expressos em Índice de Clorofila Falker (ICF) que é adimensional.

Aos 42 DAS, início do estágio R5 (formação dos botões florais) no dia 15 de janeiro de 2020, avaliou-se as variáveis: diâmetro de caule (DC), altura da parte aérea das plantas (ALT), comprimento dos entrenós (CNÓS), área foliar (AF), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca de raiz (MSRA).

Diâmetro do Caule (DC)

O diâmetro de caule foi obtido através da medição a 5 cm do solo, com auxílio de um paquímetro digital, tomando-se os valores das duas plantas do vaso e feitas as médias por parcela, com os resultados expressos em milímetros (mm).

Altura de Plantas (ALT)

Após, as plantas foram cortadas rente ao solo, com o auxílio de uma tesoura, medidas até o meristema apical. Com o auxílio de uma trena graduada, foram tomadas as alturas das duas plantas do vaso e após as medições, obteve-se a altura média por parcela, com os resultados expressos em centímetro (cm).

Comprimento de Entrenós (CNÓS)

Com o auxílio de uma trena graduada, foram retiradas as medidas de cada planta até o oitavo nó e depois feito a média do comprimento dos entrenós de cada planta, em seguida obtendo o valor médio por parcela, com resultados dados em centímetros (cm).

Área Foliar (AF)

Para esta avaliação, as folhas de cada

planta foram todas destacadas da parte aérea e inseridas ao integrador de área foliar LICOR modelo LI -3010, obtendo-se a área foliar da planta, em cm², depois transformados em m², obtendo-se os valores médios de área foliar por parcela.

Massa Seca de Parte Aérea (MSPA)

Para determinar a MSPA, foi coletado todo o material da parte aérea após as medições e colocados dentro de sacos de papel Kraft, ficando na estufa com temperatura de 65° C até atingirem o peso constante. Após, foram pesadas e os resultados foram expressos em gramas (g), para obtenção da média da massa seca da parte aérea por parcela.

Massa Seca de Raiz (MSRA)

O solo com as raízes das plantas foi retirado dos vasos, lavado em água corrente, separando-se o solo das raízes. As raízes foram armazenadas separadamente em sacos de papel Kraft e colocadas em estufa de circulação de ar forçado para obter a massa seca de raiz, e seguida foram pesadas, para obter os resultados da média da massa seca da raiz por parcela, com os resultados expressos em gramas (g).

Análises Estatísticas

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância ao nível de 5% de probabilidade pelo software estatístico SISVAR. As variáveis qualitativas foram submetidas à análise de regressão, escolhendo o melhor modelo em função da significância dos coeficientes de regressão e variação explicados pelo modelo. As variáveis quantitativas foram comparadas pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade.

Resultados e Discussões

Não foram observados efeitos da dose de inoculante contendo *Azospirillum* no índice de clorofila, clorofiLOG®, no diâmetro do caule e na massa seca de raiz. Porém o acúmulo de massa seca da parte aérea foi significativamente influenciado pelas doses do inoculante aplicado independentemente da forma de aplicação (Tabela 2).

Tabela 2. Resumo da análise de variância das características: índice clorofíLOG®; diâmetro de caule (DC), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca das raízes (MSRA) de plantas de feijão cultivar “ANFC 9” sob doses de inoculante *Azospirillum*.

FV	GL	Quadrados médios				
		CLO	DC	MSPA	MSRA	
Doses	4	9,1034	0,2147	2,3655 *	1,6513	
Forma	1	12,9618	0,4884	0,1500	0,3010	
Dos x For	4	1,1795	0,0895	0,0185	0,6187	
Blocos	3	10,0769	0,0107	2,3158	2,2764	
Erro	27	4,66	0,1880	0,8864	0,7253	
Médias		37,19	4,61	4,28	2,12	
CV (%)		5,81	9,39	21,96	40,14	

** e * significativos a 1 e 5% de probabilidade; respectivamente; pelo teste F.

Para o O índice de clorofila nas folhas avaliados através do medidor portátil de clorofila permite avaliar o teor de nitrogênio na folha avaliando indiretamente o nível de clorofila. É uma análise realizada de forma simples, de forma não destrutiva das folhas. No entanto, essa análise apresenta uma grande variabilidade podendo ser influenciada por fatores tais como idade da planta, teor de água, entre outros fatores (SILVEIRA, 2023).

No presente trabalho o índice de clorofila foi avaliado durante o desenvolvimento do feijoeiro: aos 17, 34 e 40 DAS e não foram observados resultados significativos em função da dose ou da forma de aplicação do inoculante de *Azospirillum*. Essa variabilidade nos resultados é similar ao encontrado por outros autores. Trabalhando com diferentes cultivares de feijão submetidos a diferentes níveis de irrigação, Moro (2018) observou uma grande variabilidade nos resultados, somente observando significância dos dados em relação as cultivares, não observando influência da disponibilidade de água para as plantas. No entanto Oliveira (2020) observou que a temperatura da água de irrigação influenciou no teor de clorofila das plantas de feijão, o que influencia na capacidade fotossintética da planta.

O diâmetro do caule das plantas da cultivar ANfc 9 não foram influenciados pelos tratamentos utilizados. Versari (2021) não observou variação no diâmetro do colmo das plantas da cultivar ANFC5 de feijão carioca que não receberam inoculação (testemunha), em relação aos tratamentos inoculados com bactérias do gênero *Azospirillum*. Pereira e Resende (2019) não observaram variação no diâmetro do caule da cultivar BRSMG UAI de feijão carioca, em função da adubação nitrogenada e da inoculação de *Rhizobiumtropic*.

O *Azospirillum* é conhecido como uma bactéria promotora do crescimento de plantas, uma

vez que sintetiza diferentes substâncias reguladoras do crescimento vegetal, tais como os hormônios auxina e citocinina. Dessa forma, é capaz de estimular o desenvolvimento vegetal, modificando os aspectos morfológicos da planta, uma vez que estimula o aumento da densidade e comprimento dos pelos absorventes das raízes; velocidade de aparecimento de raízes laterais e do volume de superfície radicular; entre outros (MOREIRA et al, 2010).

Com relação ao desenvolvimento da planta, não foram observadas variações significativas no acúmulo de massa seca radicular, porém foram observadas diferenças significativas no acúmulo de massa seca da parte aérea das plantas em função da dose de inoculante utilizados. No entanto, a forma de aplicação do inoculante, na semente ou foliar, não influenciou no efeito da dose aplicada. (Tabela 2). O aumento da dose de inoculante com *Azospirillum* propiciou maiores acúmulos de massa seca da parte aérea das plantas de feijão (Figura 2). Versari(2021) não observou variações na massa seca da parte aérea ou das raízes do feijão carioca inoculado com diferentes estirpes de *Azospirillum brasilense*. Fiorini et al (2020) observaram a influência da dose e da forma de aplicação do inoculante em plantas de milho foi observada por. Pereira et al (2022) observaram que a inoculação de *Rhizobiumtropic* dentro da semente de feijão prejudica a emergência de plantas, porém ocasiona um aumento no acúmulo de matéria seca da parte aérea.

Não foram observados efeitos da forma de aplicação ou da dose do inoculante na altura das plantas, no comprimento do entrenó e no índice de área foliar das plantas de feijão (Tabela 3 e Figura 3).

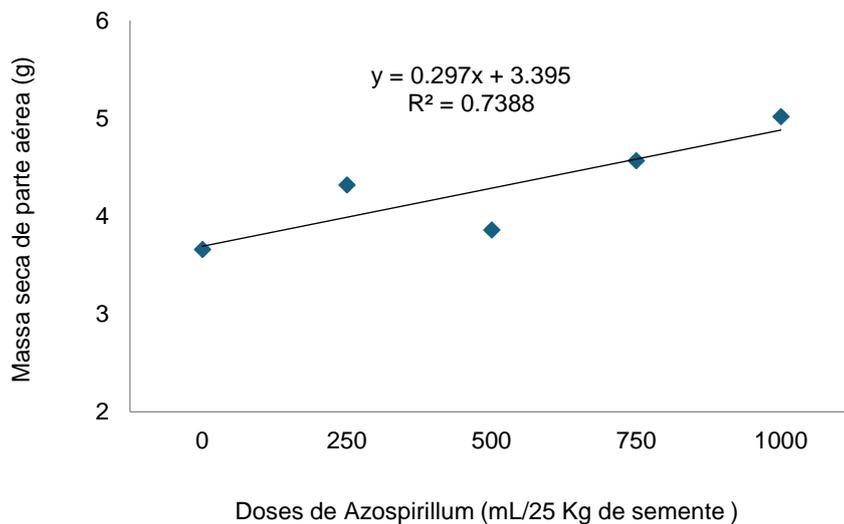


Figura 2. Médias de valores de massa seca de parte aérea (MSPA) por planta de feijão cultivar ANfc 9 sob aplicação de cinco doses de *Azospirillum* na região de Sinop – MT.



Figura 3: Visualização das plantas de feijão aos 42 dias após a semeadura (no dia da coleta). T1 - Inoculação na semente (0 mL/25 kg de semente); T2 - Inoculação via foliar em V3 (0 mL/25 kg de semente); T3 - Inoculação na semente (250 mL/25 kg de semente); T4 - Inoculação via foliar em V3 (250 mL/25 kg de semente); T5 - Inoculação na semente (500 mL/25 kg de semente); T6 - Inoculação via foliar em V3 (500 mL/25 kg de semente); T7 - Inoculação na semente (750 mL/25 kg de semente); T8 - Inoculação via foliar em V3 (750 mL/25 kg de semente); T9 - Inoculação na semente (1000 mL/25 kg de semente); T10 - Inoculação via foliar em V3 (1000 mL/25 kg de semente).

Tabela 3: Resumo da análise de variância das características: altura de plantas; e tamanho de entre nó (Entre nó) e área foliar de plantas de feijão cultivar ANfc 9 sob doses de inoculante *Azospirillum*.

Quadrados médios				
FV	GL	ALT	Entre nó	Área foliar
Doses	4	659,6109	1,2023	0,000419
Forma	1	8,5562	0,0921	0,000549
Dos x For	4	353,9000	0,7646	0,000303
Blocos	3	1005,0854	0,4743	0,000268
Erro	27	510,8087	0,5853	0,000221
Médias		83,91	4,13	0,0739
CV (%)		26,93	18,51	20,12

** e * significativos a 1 e 5% de probabilidade; respectivamente; pelo teste F.

Pereira e Rezende (2019) observaram que em plantas de feijão, a inoculação e a aplicação de nitrogênio mineral proporcionaram aumentos na altura das plantas em relação a testemunha. Pereira et al (2023) observou em soja que a altura das plantas foi influenciada pelas doses de nitrogênio utilizadas, porém não observou variações em função da inoculação de *Bradyrhizobium*. Versari (2021) não observou variações na altura das plantas e no índice de área foliar de plantas de feijão em função da inoculação com *Azospirillum brasilense*.

Conclusões

A dose de *Azospirillum brasilense* influencia no acúmulo de massa seca da parte aérea das plantas de feijão.

A forma de inoculação não afeta o desenvolvimento da planta de feijão em função da inoculação com *Azospirillum brasilense*.

Referências

AGRONORTE. Feijão carioca: ANFC9. Agronorte Pesquisa e sementes. 2024 Disponível em: https://www.agronorte.com.br/Produtos/FeijaoCarioca/12-Anfc_9. Acesso em 28/04/2024.

BURATTO, JS E MODA-CIRINO, V. Estimativas de parâmetros genéticos de ferro, zinco, magnésio e fósforo em grãos de feijão comum. *Comunicata Scientiae*, v. 8, n.1, p. 24–31, 2017.

CARDOSO, E. J. B. N.; ANDREOTE, F. Microbiologia do solo. 2 ed. Piracicaba: ESALQ, v.1, p. 221, 2016.

CARNEIRO, J. C. S.; MINIM, V. P. R.; SOUZA JR, M. M.; CARNEIRO, J. E. S.; ARAÚJO, G. A. A. Perfil sensorial e aceitabilidade de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris*L.). *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 25, n. 1, p. 18-24, mar. de 2005.

CARVALHO, R. H de et al. Crescimento e produção do feijoeiro comum sob coinoculação com *Rhizobium*, *Azospirillum* e *Bradyrhizobium* em condições de campo. *Cadernos de Agroecologia*, Vol. 13, N° 1, Jul. 2018. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1097549/1/Crescimentoeproducaodofeijoeirocomum.pdf>. Acesso em: 30 abril 2024.

CHAVES, M. O.; BASSINELLO, P. Z. 1 O Feijão na Alimentação Humana. Embrapa Arroz e Feijão-Col Criar Plantar ABC 500P/500R Saber (INFOTECA-E), 2014. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/123450/1/p15.pdf>. Acesso em: 26 de abril 2024.

COMISSÃO TÉCNICA SUL-BRASILEIRA DE FEIJÃO. Informações técnicas para o cultivo de feijão na Região Sul brasileira. 2.ed. Florianópolis: Epagri, 2012. 157p.

CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento da safra brasileira de grãos: Sétimo levantamento, Safra 2023/24. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>. Acesso: 03 de maio 2024.

COSTA, E et al. Resposta da soja a inoculação e co-inoculação com bactérias promotoras do crescimento vegetal e *Bradyrhizobium*. *Enciclopédia Biosfera*, v. 10, n. 19, 2014. Disponível em: <http://www.conhecer.org.br/enciclop/2014b/AGRARIAS/resposta%20da%20soja%20a%20inoculacao.pdf>. Acesso em: 22 abril 2024.

DIDONET, A. D.; SILVA, S. C. Elementos climáticos e produtividade do feijoeiro. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte (MG), v. 25, n. 223, dez. de 2004.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Coleção 500 perguntas, 500 respostas - Feijão. Brasília (DF), 2014. Disponível em: <https://mais500p500r.sct.embrapa.br/view/pdfs/90000030-ebook-pdf.pdf>. Acesso em: 23 abril 2024.

EMBRAPA. Informações técnicas para o cultivo do feijoeiro-comum na Região Central-Brasileira: 2012-2014 / editores Flávia Rabelo Barbosa, Augusto César de Oliveira Gonzaga. - Santo Antônio de Goiás : Embrapa Arroz e Feijão, 2012. 247 p. - (Documentos / Embrapa Arroz e Feijão, ISSN 1678-9644 ; 272). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/61388/1/seriedocumentos-272.pdf>. Acesso em: 23 abril 2024.

FIORINI et al., Modos de aplicação e doses de inoculação com *Azospirillum* no desempenho agronômico do milho segunda safra. *Revista Agrogeoambiental*, Pouso Alegre, v. 12, n. 3, set. 2020.

GALINDO, F. S. et al. Technical and economic viability of cowpea co-inoculated with *Azospirillum brasilense* and *Bradyrhizobium* spp. and nitrogen doses. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 24, p. 304-311, 2020.

HUNGRIA, M. *Azospirillum*: UM VELHO NOVO ALIADO. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 32.; REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 16.; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 14., REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 11., 2016, Goiânia. Rumo aos novos desafios. Goiânia: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2016.

HUNGRIA, M.; MENDES, I.C; MERCANTE, F.M. Tecnologia de fixação biológica de nitrogênio com o feijoeiro: viabilidade em pequenas propriedades familiares e em propriedades tecnificadas., Embrapa Soja, Londrina - PR 2013

- INCAPER. Informações técnicas para o cultivo do feijoeiro-comum na região central-brasileira: 2009-2011 Vitória, ES: Incaper, 2010. 245 p. (Incaper. Documentos, 191). Disponível em: <http://biblioteca.incaper.es.gov.br/digital/bitstream/item/975/1/Livreto-Feijao-AINFO.pdf>. Acesso em: 23 abril 2024.
- MARIANO, R. L. R.; SILVEIRA, E.B; ASSIS, S. M. P.; GOMES, A. M. A.; NASCIMENTO, A. R. P.; DONATO, V. M. T. S. Importância de bactérias promotoras de crescimento e de biocontrole de doenças de plantas para uma agricultura sustentável. Anais da Academia Pernambucana de Ciências Agrônomicas, v. 1, p. 89-111. 2013
- MARQUEZI, M et al. Physical and chemical properties of starch and flour from different common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars. Brazilian Journal of Food Technology, v. 19, 2016.
- MATOSO, S. C. G; KUSDRA, J. F. Nodulação e crescimento do feijoeiro em resposta à aplicação de molibdênio e inoculante rizobiano. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande (PB), v. 18, n. 6, p. 567-573, 2014.
- MEIRELES, E. J. L.; PEREIRA, A. R.; SENTELHAS, P. C.; STONE, L. F.; ZIMMERMANN, F. J. P. Risco climático de quebra de produtividade da cultura do feijoeiro em Santo Antônio de Goiás, GO. Bragantia, v. 62, n. 1, p. 163-171, 2003
- MOREIRA et al., Desempenho agrônomico do milho em função da inoculação com *Azospirillum brasilense* e adubação nitrogenada. Rev. Cienc. Agrar., v. 62, 2019.
- MOREIRA, F.M.S.; SILVA,K; NÓBREGA,R.S.A.; CARVALHO,F. Bactérias diazotróficas associativas: diversidade, ecologia e potencial de aplicações. Comunicata Scientiae, v.1, n.2, p.74-99, 2010
- MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O. Microbiologia e bioquímica do solo. Lavras, Editora UFLA, 2ª Edição Atual e ampliada. 2006. 729p.
- MORO, M.L. Desempenho de cultivares de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) sob diferentes manejos de irrigação. Trabalho de Conclusão de Curso-TCC, Graduação em Agronomia. Universidade Federal de Mato Grosso, 2018. 41f.
- OLIVEIRA JÚNIOR, M. J.; FERREIRA, E. P. B.; KNUPP, A. M.; PEREIRA, H. S.; WENDLAND, A.; MELO, L. C. Inoculação de genótipos de feijão carioca com bactérias diazotróficas. In: SEMINÁRIO JOVENS TALENTOS, 6, 2012, Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2012.
- OLIVEIRA, D. Diferentes temperaturas de água de irrigação na cultura do feijoeiro. Trabalho de Conclusão de Curso-TCC, Graduação em Agronomia. Universidade Federal de Mato Grosso, 2020.
- PANDOLFO, C. M. et al. Desempenho de milho inoculado com *Azospirillum brasilense* associado a doses de nitrogênio em cobertura. Agropecuária Catarinense, v17, n3, p.94-99, Florianópolis, 201.
- PEREIRA et al., Adubação nitrogenada de cobertura em associação com a inoculação. Revista Agrogeoambiental, v.15, e20231745, 2023.
- PEREIRA et al., Formas de inoculação de bactérias fixadoras de nitrogênio na cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). TECNO-LÓGICA, Santa Cruz do Sul, v. 26, n. 2, p. 133-138, jul./dez. 2022. Doi: 10.17058/tecnolog.v26i2.16573
- PEREIRA, J. L de.; REZENDE, C. F. A. Fixação biológica de nitrogênio e o desempenho fisiológico do feijão comum. Anais do Simpósio Acadêmico de Agronomia, p. 16-20, 2019.
- RAMOS, A. P. D. S. Estudo de bactérias potencialmente promotoras de crescimento em Citrus sp. 2016. 110 f. Tese (Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2016.
- SILVA, E. A.; BARBOSA, E. R.; DA COSTA, C. M.; DA SILVA, G. G., TEODORO, H. L. C.; Cunha, L. T. Ação de fungicidas na fixação biológica do nitrogênio em feijoeiro. Revista Agroveterinária do Sul de Minas, v. 2, n. 1, p. 21-32, 2019.
- SILVA, O.F. da; WANDER, A.E. O feijão-comum no Brasil: passado, presente e futuro. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2013. 63p. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 287).
- SILVEIRA, P.M, Cultivo do feijão: Embrapa Arroz e feijão. 2023. Disponível em: [https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/feijao/producao/adubacao/clorof ilometro](https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/feijao/producao/adubacao/clorof-ilometro). Acesso em 15 abril 2024.
- SOUZA, A. P.; MOTA, L. L.; ZAMADEI, T.; MARTIM, C. C.; ALMEIDA, F. T.; PAULINO, J. Classificação climática e balanço hídrico climatológico no estado de Mato Grosso. Nativa, v.1, p.34-43, 2013.
- TELLES, C. S. Rendimento de grãos do feijão sob diferentes doses de nitrogênio e inoculação de *Rhizobium tropici*. 2016. 40 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso de Agronomia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Pato Branco, Pato Branco (PR), 2016.
- VERSARI, L. R. Inoculação de bactérias diazotróficas em feijoeiro comum. Trabalho de Conclusão de Curso-TCC, Graduação em Agronomia. Universidade Federal de Mato Grosso, 2021.
- VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T. J.; BORÉM, A.

Feijão. 2 ed. Viçosa, MG: UFV, 2013. 600 p.

VIEIRA, R. F. Ciclo do nitrogênio em sistemas agrícolas 1º ed. Brasília, DF: Embrapa, 2017.