

Parâmetros que definem a produtividade do feijoeiro submetido à coinoculação, fornecimento de cobalto e molibdênio

Gabriel Beledeli Camello¹; Nayara Parisoto Boiago¹; Gabriel Gazoni da Penha¹; Claiton Taboni¹; Gabriel Sanga¹;

¹Curso de Agronomia, Centro Universitário da Fundação Assis Gurgacz (FAG), Cascavel, Paraná.

¹ gbc.beledeli@gmail.com

Resumo: Este presente trabalho teve por objetivo avaliar a coinoculação associada ou não ao fornecimento de cobalto e molibdênio sobre os parâmetros que definem a produtividade da cultura. O experimento foi conduzido na Fazenda Escola do Centro Universitário FAG em condições de campo tendo início na segunda quinzena de novembro e término na primeira quinzena de fevereiro de 2021. O delineamento utilizado foi o DBC com seis tratamentos, sendo testemunha (T1), coinoculação (T2), coinoculação com fornecimento de molibdênio e cobalto (T3), coinoculação com fornecimento de nitrogênio (T4), coinoculação com fornecimento de molibdênio, cobalto e nitrogênio (T5) e adubação nitrogenada (T6) com quatro repetições, totalizando 24 parcelas. As sementes foram coinoculadas e posteriormente realizada semeadura de forma semimecanizada com espaçamento entrelinhas de 0,45 m. O tratamento das sementes foi realizado com o fornecimento de cobalto e molibdênio e a coinoculação com *Rhizobium* sp. e *Azospirillum* sp. Já o nitrogênio foi disponibilizado via cobertura. Os dados obtidos foram submetidos ao teste de normalidade Anderson-Darling, análise de variância ANOVA e teste de Tukey a 5 % de significância com auxílio do programa Minitab 17. O diâmetro das plantas, número de vagens por planta, peso de mil sementes e peso de mil grãos foram os parâmetros que mais variaram significativamente com a coinoculação associada ou não ao fornecimento de cobalto, molibdênio e nitrogênio. A coinoculação associada ou não com o fornecimento de cobalto e molibdênio influenciou os parâmetros que definem a produtividade do feijoeiro.

Palavras-chave: *Rhizobium* sp.; *Azospirillum* sp; IPR Urutau.

Increase in parameters that define the productivity of bean submitted to coinoculation, cobalt supply and molybdenum

Abstract: The objective of this work was to evaluate the coinoculation associated or not with the supply of cobalt and molybdenum on the parameters that define crop yield. The experiment was conducted at the Farm School of the FAG University Center in field conditions starting in the second half of November and ending in the first half of February 2021. The design used was the DBC with six treatments, being control (T1), coinoculation (T2), coinoculation with supply of molybdenum and cobalt (T3), coinoculation with nitrogen supply (T4), coinoculation with supply of molybdenum, cobalt and nitrogen (T5) and nitrogen fertilization (T6) with four replications, totaling 24 plots. The seeds were coinoculated and subsequently sowing semimechanized with a spacing between rows of 0.45 m. Seed treatment was carried out with the supply of cobalt and molybdenum and coinoculation with *Rhizobium* sp. and *Azospirillum* sp. Nitrogen was made available via cover. The data obtained were submitted to the Anderson-Darling normality test, analysis of ANOVA variance and Tukey test at 5% significance with the aid of the Minitab 17 program. Plant diameter, number of pods per plant, weight of 1,000 seeds and weight of 1,000 grains were the parameters that most varied significantly with coinoculation associated or not with the supply of cobalt, molybdenum and nitrogen. Coinoculation associated or not with the supply of cobalt and molybdenum influenced the parameters that define bean yield.

Keywords: *Rhizobium* sp.; *Azospirillum* sp; IPR Urutau.

Introdução

Com o avanço da biotecnologia busca-se o aumento da produtividade de culturas agrícolas como o feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). A coinoculação é uma alternativa que mostra resultados satisfatórios no incremento da produtividade do feijoeiro, tendo como principal função a fixação biológica do nitrogênio e, além disso, a adubação correta com os nutrientes essenciais, como o molibdênio e benéficos como o cobalto, que fazem parte da fixação e assimilação destes nutrientes exigidos pela cultura é outro ponto a ser levantado na produção do grão.

O Brasil é o maior consumidor e produtor de feijão do mundo, representando 63% da produção total, tendo a produção da primeira safra do ano de 2020 com 1.109,1 mil toneladas em área estimada de 926,4 mil hectares, 12,1 % acima da produção da safra passada, sendo que, esse número foi possível devido ao bom andamento climático das regiões produtoras (CONAB, 2020). O feijão é uma leguminosa cultivada em praticamente todo o território brasileiro em diferentes sistemas de produção por grandes, médios e pequenos produtores por sua adaptabilidade à diferentes climas e tipos de solos (CARNEIRO *et al.*, 2014), podendo ser cultivado em três épocas diferentes do ano, denominadas de safras secas, safra das águas e safra outono-inverno (MOURA e BRITO, 2015).

Com a importância do consumo do feijão, os cuidados com o manejo realizado na cultura são indispensáveis para que haja uma boa produtividade do grão. Alguns fatores como o ataque de pragas e doenças, preparo inadequado do solo e adubação incorreta podem influenciar negativamente no potencial de produção (SCHMILDT *et al.*, 2010).

As bactérias do gênero *Rhizobium* tem a capacidade de fixação biológica de nitrogênio atmosférico quando em simbiose com o feijoeiro, transformando o N₂ em amônia (FERREIRA *et al.*, 2000). A inoculação de sementes com essas bactérias pode não ser suficiente para suprir a necessidade de nitrogênio pelo feijoeiro, portanto, ainda com a sua utilização, torna-se necessária a adubação nitrogenada a doses com teores abaixo do sugerido (SBCS, 2017).

A associação com as bactérias fixadoras de N (BFN) do gênero *Rhizobium* sp. e *Azospirillum* sp. é comumente utilizada pelos produtores na cultura da soja e do feijão (SBCS, 2017). Essa prática é denominada coinoculação e traz efeito sinérgico benéfico devido a capacidade em produzir auxinas e citocininas, fitormônios que atuam no desenvolvimento do sistema radicular, garantindo uma maior exploração das raízes no solo (DE BRUIJN, 2015). Com a coinoculação, espera-se que a cultura se desenvolva com mais vigor e com maior produtividade, de forma mais sustentável, além de proporcionar certa tolerância a estresses hídricos e por salinidade (BASHAN, HOLGUIN e DE-BASHAN, 2004).

O feijoeiro possui altos teores de nitrogênio (N) em sua composição, em consequência de ser o mais extraído e exigido pela planta, sendo que o N é fornecido via adubação nitrogenada e também com a fixação biológica de nitrogênio atmosférico (N₂) (FERREIRA, ANDRADE e ARAÚJO, 2004), onde essa traz um maior potencial de adição de N no solo (PRADO, 2008).

Dois micronutrientes que estão envolvidos no metabolismo do N nas plantas são o molibdênio (Mo) e o cobalto (Co). O Mo é um dos micronutrientes menos exigido pelas culturas e no solo, pode estar presente na forma de molibdato (MoO₄²⁻), trocável, adsorvido em óxidos de ferro e alumínio, retido na matéria orgânica ou, ainda, indisponível para absorção de acordo com o nível de pH do solo (DECHEN *et al.*, 2018).

O Mo desempenha função importante no processo da redução do nitrato em nitrito e na fixação de nitrogênio e, além disso, esse nutriente é essencial para que ocorra a síntese de ácido úrico através da xantina (PRADO, 2008). Também é um nutriente que faz parte do processo de oxidase na síntese do ácido abscísico, que tem de um modo geral, a função de regular a fisiologia da planta (MARENCO e LOPES, 2005).

O cobalto é um micronutriente considerado benéfico que faz parte da estrutura da vitamina B12 e que tem por função impedir a inativação da enzima nitrogenase, das bactérias fixadoras de N, através da formação da leghemoglobina que regula a oxigenação dos nódulos (CERETTA *et al.*, 2005). Portanto, ele atua diretamente no crescimento da bactéria que realiza o processo de fixação do N (MERCANTE *et al.*, 2011).

Diante disto, este presente trabalho teve por objetivo avaliar a coinculação associada ou não ao fornecimento de cobalto e molibdênio sobre os parâmetros que definem a produtividade da cultura.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido em condições de campo na Fazenda Escola do Centro Universitário da Fundação Assis Gurgacz, no município de Cascavel, região oeste do estado do Paraná. O estado do Paraná possui clima subtropical apresentando temperaturas médias de 15 a 24 °C e pluviosidade média anual de 1.100 a 1920 mm (APARECIDO *et al.*, 2016).

O solo onde o experimento foi conduzido a campo é classificado como Latossolo Vermelho Distroférico Típico (EMBRAPA, 2013). As sementes utilizadas no experimento de feijão foram da cultivar IPR Urutau (IAPAR) de ciclo semiprecoce e foram fornecidas por uma cerealista de Cascavel.

O delineamento experimental utilizado a campo foi o de blocos ao acaso (DBC) com seis tratamentos e quatro repetições, totalizando 24 unidades experimentais. O feijão foi semeado

em parcelas de quatro metros de comprimento e 1,8 metros de largura. Entre os blocos e as parcelas foi mantido um espaçamento de 0,5 metro, totalizando uma área experimental de 267 m². Para a avaliação dos parâmetros serão utilizadas plantas das duas linhas centrais de cada parcela excluindo 0,5 m de cada borda, restando uma área útil de estudo de 1,35 m² em cada parcela.

Os tratamentos do experimento são testemunha (T1), coinoculação (T2), coinoculação com fornecimento de molibdênio (Mo) e cobalto (Co) (T3), coinoculação com fornecimento de nitrogênio (N) (T4), coinoculação com fornecimento de molibdênio, cobalto e nitrogênio (T5) e adubação nitrogenada (T6).

O inoculante aplicado contém em sua composição *Rhizobium tropici* Semia 4077, Semia 4080 ou Semia 4088, já para a aplicação de *Azospirillum* foram utilizadas as estirpes AbV6 e AbV5. Ambos os produtos utilizados na coinoculação possuem uma dosagem recomendada de 100 mL para cada 25 kg de semente. Para aplicação dos inoculantes as sementes foram colocadas em um balde e vigorosamente agitados até uma distribuição uniforme dos produtos sobre elas.

Para o fornecimento de Co e Mo via sementes foi aplicado produto contendo 1 % de Co, 10 % de Mo e 12,40 % de P₂O₅ na dose 3 mL para cada quilograma de semente. Já para o fornecimento do N foi utilizado ureia protegida aplicando 55,5 kg ha⁻¹, seguindo as recomendações do Manual de Adubação e Calagem para o Estado do Paraná (SBCS, 2017). As sementes também foram tratadas com defensivo agrícola de classe agrônômica inseticida e fungicida a base de Fipronil + Tiofanato metílico + Piraclostrobina na dose 0,5 L para cada 100 kg de semente.

O adubo de base aplicado no sulco de plantio foi um superfosfato simples composto por 18 a 21 % de fósforo, 16 % de cálcio e 10 a 12 % de enxofre com uma dosagem de 350 kg ha⁻¹.

A semeadura foi realizada na segunda quinzena de novembro de 2020 de forma semimecanizada. O sulco de plantio e a adubação de base foram realizados com trator Massey Ferguson e uma semeadora experimental de quatro linhas com espaçamento de 0,45 m. A semeadura foi executada com semeadora experimental de uma única linha. A densidade foi de 15 sementes por metro linear, com população final de aproximadamente 266,7 mil plantas por hectare.

Durante o desenvolvimento do ciclo da cultura, toda a área experimental recebeu manejos culturais para o controle de plantas daninhas como a capina manual com auxílio de enxada e aplicação única de herbicida contendo princípio ativo Fomesafem. Para o controle de

insetos, vistorias periódicas foram realizadas na área experimental e sempre que constatado a presença de pragas era realizado o controle com aplicação de inseticidas a base de Clorfenapir, Imidacloprido, Beta-ciflutrina e Triflumurom. Quatro aplicações preventivas foram realizadas com fungicidas a base de Tebuconazol, Trifloxistrobina, Piraclostrobina e Fluxapirroxade, que iniciaram quando a cultura estava entre os estádios vegetativos V3 e V4 com aplicações sequenciais respeitando um intervalo de 14 dias.

No período de maturação fisiológica as plantas apresentaram desuniformidade de maturação, sendo assim, tornou-se necessário a dessecação com herbicida a base de Glufosinato-Sal de amônio, para que as plantas fossem colhidas e avaliadas com a umidade do grão em aproximadamente 14 %.

Avaliação do número de nódulos e índice de clorofila

Durante os estádios vegetativos da cultura foram avaliados o número de nódulos, diâmetro da planta e o índice de clorofila. A contagem dos nódulos foi realizada após as plantas serem retiradas cuidadosamente do solo e as raízes lavadas. O índice de clorofila foi medido com auxílio do clorofilometro Falker® modelo CFL1030, avaliando duas folhas do terço médio das plantas. Já o diâmetro das plantas foi avaliado com auxílio de um paquímetro digital. Em ambos os parâmetros foram avaliadas 10 plantas das duas linhas centrais de cada parcela.

Avaliação dos parâmetros de produção

Os dados de produção foram avaliados como número de vagens por planta coletando todas as vagens de dez plantas e feito uma média em cada unidade experimental. Das vagens analisadas anteriormente, os grãos foram contados e, também, feito a média para o número de grãos por vagem.

De cada parcela, após pesadas, foram retiradas 5 subamostras de 100 grãos e pesadas. Após feita a média das 5 subamostras, o valor foi multiplicado por 10 para obtenção do peso de mil sementes.

Para a obtenção da produtividade foram colhidas todas as plantas de centro de cada parcela, desprezando as bordaduras, sendo 1,35 m² de área. Essas plantas foram trilhadas e pesadas, o resultado do peso obtido por parcela foi extrapolado para obter a produtividade em kg ha⁻¹ utilizando o princípio da regra de três simples.

Os dados obtidos foram primeiramente submetidos a uma análise descritiva e teste de normalidade Anderson Darling. Quando os dados não se mostraram normais, foram transformados pelo teste de Johnson para realizar o teste de variância (ANOVA). As médias, quando diferentes significativamente, foram submetidas ao teste de Tukey. Todas as análises

estatísticas foram avaliadas com 5% de significância com o auxílio do programa Minitab17 (MINITAB, 2017).

Resultados e Discussão

Na Tabela 1 está exposto o resumo da análise descritiva e análise de variância dos parâmetros avaliados índice de clorofila, diâmetro da planta e número de nódulos.

Tabela 1 - Resumo da análise descritiva e análise de variância dos parâmetros índice de clorofila, diâmetro da planta e nodulação das plantas de feijão com coinoculação combinada ou não com fornecimento de cobalto, molibdênio e adubação nitrogenada.

	Índice de Clorofila	Diâmetro	Nº nódulos
Média	35,85	6,11	18,33
C.V. (%)	3,81	11,73	70,86
p-valor Anderson-Darling	0,071 ^{ns}	0,849 ^{ns}	0,072 ^{ns}
p-valor ANOVA	0,658 ^{ns}	0,001*	0,923 ^{ns}

C.V.(%)= coeficiente de variação; ns= não significativo; *= significativo pelo teste F ($p \geq 0,05$)

A nodulação e o número de vagens por planta foram os únicos parâmetros a apresentar um coeficiente de variação acima de 30%, valor que representa muito alta dispersão dos dados para experimentos com culturas agrícolas (GOMES, 2009). No caso da nodulação, isso pode ser explicado devido à algumas plantas não apresentarem significativa formação de nódulos, enquanto outras possuíam uma quantidade expressiva de nódulos.

Em estudo realizado por Tochetto e Boiago (2020) sobre as diferentes formas de aplicar *Rhizobium tropici* e *Azopirillum brasilense* coinoculados na cultura do feijão, observou-se alto coeficiente de variação para o número de nódulos, também sendo acima de 30 %. Em outro estudo realizado por Oliveira *et al.* (2019) avaliando as formas e tipos de coinoculação da soja no cerrado, constatou-se um coeficiente de variação de 26 % para o número de nódulos por planta, valor de alta dispersão dos dados (GOMES, 2009).

Na Tabela 2 está exposto o resumo da análise descritiva e análise de variância dos parâmetros avaliados vagens por planta, grãos por vagem, peso de mil sementes e produtividade.

Tabela 2 - Resumo da análise descritiva e análise de variância dos parâmetros vagem por planta (VPP), grãos por vagem (GPV), peso de mil sementes (PMS) e produtividade das plantas de feijão com coinoculação combinada ou não com fornecimento de cobalto, molibdênio e adubação nitrogenada.

	VPP	GPV	PMS	Produtividade
Média	18,63	5,09	262,55	3404
C.V. (%)	22,53	9,18	10,73	19,46
p-valor Anderson-Darling	0,512 ^{ns}	0,684 ^{ns}	0,005*	0,005*
p-valor ANOVA	0,027*	0,089 ^{ns}	0,013*	0,000*

C.V. (%)= coeficiente de variação; ns= não significativo; *= significativo pelo teste F ($p \geq 0,05$)

O número de vagens por planta apresentou um coeficiente de variação acima de 20 %. O de peso de mil sementes e a produtividade apresentaram dados não normais no teste de Anderson-Darling e esses dados foram transformados e submetidos a análise de variância.

A Tabela 3 apresenta os dados da análise variância do índice de clorofila, diâmetro e número de nódulos, onde esses demonstram que o feijoeiro sofreu influência apenas sobre o seu diâmetro quando submetidos à coinoculação, fornecimento de CoMo e adubação nitrogenada combinados ou não.

Tabela 3 – Médias de índice de clorofila, diâmetro da planta e n° de nódulos quando submetidos a coinoculação combinada ou não com o fornecimento de cobalto (Co), molibdênio (Mo) e adubação nitrogenada.

Tratamento	Índice de Clorofila (%)	Diâmetro (mm)	N° nódulos (Un)
Testemunha	35,67	5,06 b	19,50
Coinoc	35,37	6,58 a	18,25
Coinoc + CoMo	36,32	5,8 ab	12,25
Coinoc + N	35,05	6,73 a	18,50
Coinoc + CoMo + N	36,52	6,51 a	23,80
N	36,15	5,96 ab	17,75

*Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

As plantas analisadas não foram influenciadas de maneira significativa no índice de clorofila quando realizada a coinoculação e com o fornecimento de Co, Mo e N. A molécula da clorofila é estruturalmente composta por nitrogênio e magnésio (TAIZ *et al.*, 2017), sendo assim, espera-se que quanto maior e melhor o fornecimento de N para a planta, maior será o índice de clorofila, porém esse resultado não é observado em alguns casos porque o índice de clorofila é uma medida indireta da assimilação do nitrogênio na planta.

Como em estudo realizado por Bettiol (2019), notou-se que as áreas experimentais onde realizou-se a inoculação de *Rhizobium tropici* e a associação do mesmo com o N obtiveram

menores índices de clorofila quando comparados aos demais tratamentos de controle, coinoculação de *Rhizobium tropici* e *Azospirillum brasiliense* e adubação nitrogenada, porém, as concentrações de nitrogênio nas folhas e nos grãos de feijão foram as mesmas dos demais tratamentos, mostrando que nem sempre há relação entre esses fatores.

O diâmetro do feijoeiro aumentou quando realizada a coinoculação, coinoculação associada ao fornecimento de N e coinoculação associada ao fornecimento de CoMo e N, com diâmetro acima de 6,5 mm, diferenciando-se estatisticamente da testemunha que obteve menor diâmetro. Já as plantas que receberam só a adubação nitrogenada e as que receberam coinoculação juntamente com fornecimento de CoMo não se diferiram dos tratamentos com coinoculação nem da testemunha. Rodriguez *et al.* (2018) em estudo realizado avaliando a inoculação de *Bradyrhizobium japonicum* no crescimento de plantas de soja, constatou um aumento linear significativo no diâmetro do caule das plantas conforme o aumento das doses do inoculante. Isso pode explicar o aumento do diâmetro do feijoeiro em todos os tratamentos onde foi realizada a coinoculação, sendo que as plantas coinoculadas tendem a ter um feixe vascular com calibre maior e com maior eficiência, uma vez que os nutrientes são translocados via floema para os nódulos (TAIZ *et al.*, 2017).

O número de nódulos do feijoeiro não foi significativamente influenciado pela coinoculação e, ou pelo fornecimento de Co, Mo e N. Entretanto, quando comparado com a testemunha, as plantas que receberam a coinoculação e fornecimento de Co, Mo, e N obtiveram um incremento de 22,05 % no número de nódulos por planta. Sendo assim, o fornecimento de CoMo é um fator que tende a melhorar a função nodular pois compõem estruturas que influenciam positivamente na atividade dos nódulos (TRAVAGIN *et al.*, 2015).

A coinoculação, além de estimular um melhor desenvolvimento do sistema radicular da planta, em relação ao tamanho, ramificações e volume, atua positivamente na viabilidade dos nódulos presentes nas raízes, onde os mesmos favorecem no desenvolvimento da cultura (DEAK, 2017).

Bettiol (2019) verificou em estudo realizado com coinoculação e adubação nitrogenada em feijoeiro de duas cultivares diferentes, que, em ambos os tratamentos efetuados não houve efeitos significativos sobre o número de nódulos por planta. Já Dapunicena e Oliveira (2018), avaliando a nodulação de variedades de soja transgênica com tratamento de *Bradyrhizobium sp.* e *Azospirillum sp.*, observaram um aumento significativo do número de nódulos quando as sementes foram inoculadas somente com *Azospirillum* e, também, quando coinoculadas.

Vale ressaltar que todos os tratamentos apresentaram a formação de nódulos, sendo assim, há um indício da presença de estirpes nativas de bactérias fixadoras de nitrogênio no solo.

A Tabela 4 apresenta os dados da análise variância do número de vagens por planta, grãos por vagem, peso de mil sementes e produtividade, onde esses demonstram que o feijoeiro não sofreu influência apenas sobre o número de grãos por vagem quando submetidos à coinoculação, fornecimento de CoMo e adubação nitrogenada combinados ou não.

Tabela 4 – Médias de número de vagem por planta, grãos por vagem, peso de mil sementes e produtividade quando submetidos à coinoculação combinada ou não com o fornecimento de cobalto (Co), molibdênio (Mo) e adubação nitrogenada.

Tratamento	VPP (Un)	GPV (Un)	PMS (g)	Produtividade (kg ha ⁻¹)
Testemunha	14,55 b	4,92	235,20 b	2526,10 f
Coinoc	18,38 ab	4,73	242,05 b	3157,00 d
Coinoc + CoMo	23,52 a	5,06	265,63 ab	4105,00 b
Coinoc + N	17,30 ab	5,44	267,10 ab	3269,00 c
Coinoc + CoMo + N	20,72 ab	5,51	296,52 a	4398,07 a
N	17,32 ab	4,91	268,80 ab	2970,05 e

*Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

O número de vagens por planta é maior para as plantas que receberam a coinoculação com fornecimento de CoMo quando comparado à testemunha. As plantas que receberam a coinoculação e fornecimento de CoMo tiveram um aumento de 61,6 % no número de vagens por planta, diferindo-se estatisticamente da testemunha. É importante lembrar do efeito do cobalto sobre o *Rhizobium*, tendo em vista que é componente da vitamina B12 que é fundamental para a síntese de leg-hemoglobina, onde essa é uma hemoproteína responsável pela regulação dos níveis de oxigênio para o processo de respiração das bactérias e o funcionamento da nitrogenase (KERBAUY, 2017).

O peso de mil sementes (PMS) foi maior com a aplicação da coinoculação e fornecimento de Co, Mo e N em conjunto, onde obteve-se um aumento de 26,07 % em relação à testemunha. Para plantas onde foi somente realizado a coinoculação, o PMS foi semelhante à testemunha. Isso mostra que o manejo com a adubação nitrogenada e o fornecimento de CoMo para a cultura do feijoeiro pode contribuir para o melhor rendimento da cultura. Isso pode explicar o aumento significativo no peso dos grãos de feijão. O nitrogênio é um nutriente importante para as plantas, tendo que é constituinte estrutural de proteínas e também da clorofila que é encontrada em diversas partes das plantas (LEGHARI *et al.*, 2016). Em estudo realizado por Silva *et al.* (2013) correspondente a adubação nitrogenada sobre rendimento industrial e

composição dos grãos de arroz irrigado, verificou-se um aumento responsivo das doses de nitrogênio em relação aos teores de proteína no grão, ainda, os autores trazem que isso se deve ao momento em que a planta tem sua necessidade pelo nitrogênio satisfeita, ela passa a destinar o nutriente para a formação de proteínas, aumentando assim a concentração de proteína nos grãos.

A produtividade das plantas de feijão foi bastante variável conforme o manejo realizado. Plantas com maiores médias produtivas receberam a associação da coinoculação com o fornecimento de Co, Mo e N, que nesse parâmetro obteve um aumento expressivo de 75,1 %. Plantas que somente receberam a adubação nitrogenada apresentaram menor capacidade produtiva quando comparada aos demais tratamentos, exceto a testemunha. As plantas feijão tendem a depender da associação das bactérias para retirar de forma mais eficiente o nitrogênio do meio. Além disso, um aumento na produtividade pode ser observado quando realizado a coinoculação, tendo em vista que ela proporciona uma melhora na atividade fisiológica dos nódulos, e também, um possível aumento na área radicular das plantas e fazem com que a mesma tenha maior capacidade de absorver N (BURDMAN *et al.*, 2000; DALOLIO *et al.*, 2018).

Segundo Peres (2014), as plantas coinoculadas apresentam uma nutrição equilibrada e uma melhora significativa na absorção de minerais como nitrogênio e fósforo, tendo consequentemente uma elevação na produtividade. A coinoculação aumenta o estímulo e a atividade dos nódulos, quantidade e peso dos nódulos, diferenciação das células epidérmicas nos pelos radiculares, produtividade de grãos e área radicular (BASHAN e BASHAN, 2005).

Em trabalhos realizados por Hungria *et al.* (2013), foram elucidados resultados expressivos de produtividade quando realizado coinoculação com *R. tropici* via semente e *A. brasilense* via sulco, onde o feijoeiro apresentou até 19,6 % de acréscimo na produção. Oliveira *et al.* (2017) constataram em experimento efetuado com a inoculação de *R. tropici* e adubação foliar de molibdênio que houve uma elevação significativa nos valores de vagens por planta, peso de mil grãos e produtividade do feijoeiro.

Outra questão a ser analisada é que, como apresentado na Tabela 3, o índice de clorofila das plantas não obteve diferença significativa entre os tratamentos. Tendo em vista que o teor de clorofila é diretamente proporcional à taxa fotossintética, a coinoculação e o fornecimento de nutrientes como o Co, Mo e o N não afetam esse evento e, consequentemente, a produtividade do feijoeiro (MARSCHNER, 2012). Entretanto, neste experimento constatou-se que o índice de clorofila é um fator que nem sempre está relacionado com a produtividade. Portanto, as plantas de feijão deste experimento não utilizaram o N fornecido para a formação

de clorofila, e assim, elas podem ter exportado o N para formação de proteína nos grãos o que conferiu um aumento significativo no peso dos mesmos.

Com isso, os resultados mostram que a coinoculação associada ao fornecimento de CoMo e N, é uma pratica promissora que auxilia em um aumento significativo na produtividade do feijoeiro fazendo com que ele possa atingir seu potencial produtivo.

Conclusões

Com este presente estudo conclui-se que, a coinoculação associada ou não com o fornecimento de cobalto e molibdênio influencia positivamente os parâmetros que definem a produtividade do feijoeiro.

Referências

- APARECIDO, L. E. O.; ROLIM, G. S.; RICHETTI, J.; SOUZA, P. S. JOHANN, J. A. Classificações climáticas de Köppen, Thornthwaite e Camargo para zoneamento climático no Estado do Paraná, Brasil. **Ciência e Agrometeorologia**, v. 40, n. 4, p. 405-417, 2016.
- BASHAN, Y.; BASHAN, L.E. de. Bacteria/Plant Growth-Promoting. In: HILLEL, D. (Ed.) **Encyclopedia of soils in the environment**. Oxford: Elsevier. v.1, p. 103-115. 2005.
- BASHAN, Y.; HOLGUIN, G.; DE-BASHAN, L. E. *Azospirillum*-plant relationships: physiological, molecular, agricultural, and environmental advances (1997-2003). **Canadian Journal of Microbiology**, Ottawa, v. 50, p. 521-577, 2004.
- BETTIOL, J. V. T. **Produção sustentável do feijão comum: inoculação, co.inoculação e adubação mineral em cultivares de ciclo precoce**. Dissertação (Mestrado) – Curso de Agronomia, Agronomia, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. 2019
- BLACKMER, T. M; SCHEPERS, J. S. Techniques for monitoring crop nitrogen status in corn. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 25, p. 1791- 1800, 1995.
- BURDMAN, S.; HAMAOU, B.; OKON, Y. Improvement of legume crop yields by coinoculation with *Rhizobium* and *Rhizobium*. **The Otto Warburg Center for Agricultural Biotechnology**. Israel: The Hebrew University of Jerusalem, 2000.
- CARNEIRO, J. E.; PAULA JUNIOR, T. J.; BORÉM, A. **Feijão do Plantio a Colheita: Aspectos Socioeconômicos**. 1ª Ed. Viçosa-MG: UFV, 2014. 16-36 p.
- CERETTA, C. A.; PAVINATTO, A.; PAVINATTO, P. S.; MOREIRA, I. C. L.; GIROTTO, E, TRENTIN, E. E. Micronutrientes na soja: produtividade e análise econômica. **Ciência Rural**, v. 35, n. 3, p. 576-581, 2005.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos – Safra 2020**. Disponível em: <file:///C:/Users/gbcbe/Downloads/GraosZjulhoZcompletoZ2020.pdf>. Acesso em: 16 ago. 2020.

- DALOLIO, R. S.; BORIN, E.; CRUZ, R. M. S.; ALBERTON, O. Coinoculação de soja com *Bradyrhizobium* e *Azospirillum*. **Journal of agronomic sciences**, Umuarama, v.7, n.2, p.1-7, 2018.
- DAPINUCENA, D. O.; OLIVEIRA, R. C. Nodulação de variedades de soja transgênica. **Cultivando o Saber**, Cascavel, v. 1 n. 4, p. 96-103, 2018.
- DEAK, E. A. **Temperatura e umidade do solo na co-inoculação na cultura da soja**. Dissertação (Mestrado) – Curso de Agronomia, Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2017.
- DECHEN, A. R.; NACHTIGALL, G. R.; CARMELLO, Q. A. De C.; SANTOS, L. A.; SPERANDIO, M. V. Micronutrientes. In: **Nutrição mineral de plantas**. 2. Ed. Viçosa: SBCS, v. 14, p. 491-562, 2018.
- DE BRUIJN, F. **Biological nitrogen fixation**. 2 ed. New Jersey: John Wiley & Sons, 2015, 1260 p.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos** – 3ed. Ver. Ampl. Brasília, DF: EMBRAPA, 2013. 353 p.
- FERREIRA, A. C. B.; ANDRADE, M. J. B.; ARAÚJO, G. A. A. Nutrição e adubação do feijoeiro. **Informe agropecuário**, Belo Horizonte, v. 25, n. 223, p. 61-72, 2004.
- FERREIRA, A. N.; ARF, O.; DE CARVALHO, M. A. C.; ARAÚJO, R. S.; DE SÁ, M. E.; BUZZETTI, S. Estirpes de *Rhizobium tropici* na inoculação do feijoeiro. **Scientia Agricola**, v. 57, n. 3, p. 507-512, 2000.
- GOMES, F. P. **Curso de Estatística Experimental**. 15 ed. Piracicaba: FEALQ, 2009. 451p.
- HUNGRIA, M.; NOGUEIRA, M. A.; ARAUJO, R. S. Co-inoculation of soybeans and common beans with rhizobia and azospirilla: strategies to improve sustainability. **Biology and Fertility of Soils**, v. 49, n. 7, p. 791-801, 2013.
- KERBAUY, G. B. **Fisiologia vegetal**: Fixação do nitrogênio. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2017. 431 p.
- LEGHARI, S. J.; WAHOCHO, N. A.; LEGHARI, G. M.; HAFEEZLAGHARI, A.; MUSTAFABHABHAN, G.; HUSSAINTALPUR, K. BHUTTO, T. A.; WAHOCHO, S. A.; LASHARI, A. A. Role of Nitrogen for Plant Growth and Development: A Review. **Advances in Environmental Biology**, p. 209-218, 2016.
- MARENCO, R. A.; LOPES, N. F. **Fisiologia vegetal**: fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral. Viçosa: UFV, 2005. 451 p.
- MARSCHNER, P. **Mineral Nutrition of Higher Plants**: Rhizosphere biology. 3ª Ed. 2012. 369-388 p.
- MERCANTE, F. M.; HUNGRIA, M.; MENDES, I. De C.; JÚNIOR, F. B. Dos R. **Estratégias para aumentar a eficiência de inoculantes microbianos na cultura da soja**. Dourados: Boletim técnico Embrapa, 2011. 4 p. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/911982/1/COT2011169.pdf>>. Acesso em: 06 jun. 2021.

MINITAB. **Getting Started with Minitab 17**. Minitab, 2017. 82 p.

MOURA, A. D.; BRITO, L. M. Aspectos Socioeconômicos. In: CARNEIRO, J.E.; JÚNIOR, T.J.P.; BORÉM, A. **Feijão: do plantio à colheita**. Viçosa: UFV, 2015.

OLIVEIRA, C. A. B.; PELÁ, G. M.; PELÁ, A. Inoculação com *Rhizobium tropici* e adubação foliar com Molibdênio na cultura do feijão comum. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia-MS, v. 4, Suplemento 1, p. 43-50, 2017.

OLIVEIRA, L. B. G.; TEIXEIRA, F. M. C. M.; GALINDO, F. S.; NOGUEIRA, T. A. R.; BARCO N. M.; BUZETTI, S. Formas e tipos de coinoculação na cultura da soja no Cerrado. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 42, n. 4, p. 924-932, 2019.

PERES, A. R. **Co-inoculação de *Rhizobium tropici* e *Azospirillum brasilense* em feijoeiro cultivado sob duas lâminas de irrigação: produção e qualidade fisiológica de sementes**. 2014. 72 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Agronomia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2014.

PRADO, R. De M. **Nutrição de plantas**. 1. ed. São Paulo: Editora UNESP, 2008. 92p.

RODRIGUEZ, C. A.; ABE, R. M.; MAIA, S. S.; DIAS, E. S.; NETO, J. L. L. M. Inoculação de *Bradyrhizobium japonicum* no crescimento de plantas de soja. **Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia**. Maceió, 2018, 5 p.

SBCS. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. **Manual de adubação e calagem para o estado do Paraná**. Curitiba: SBCS/NEPAR, 2017. 482 p.

SBCS; Sociedade brasileira de ciência do solo. **Nutrição mineral de plantas**. 2. ed. Viçosa: SBCS, 2018. 670 p.

SCHMILDT, J. A. T.; AMARAL, J. A. T.; PRATISSOLI, D.; REIS, E. F. Influência de desfolhas artificiais para simular perdas na produção do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L. CV. Xamego). **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 77, n. 3, p. 457-463, 2010.

SILVA, L. P.; ALVES, B. M.; SILVA, L. S.; POCOJESKI, E.; KAMINSKI, T. A.; ROBERTO, B. S. Adubação nitrogenada sobre rendimento industrial e composição dos grãos de arroz irrigado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 43, n. 6, p. 1128-1133, 2013.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858 p.

TOCHETO, G. H. G.; BOIAGO, N. P. Formas de aplicação de *Rhizobium tropici* e *Azopillium brasiliense* coinoculados na cultura do feijão. **Cultivando o Saber**, Cascavel, v. 13 n. 2, p. 37-48. 2020.

TRIVAGIN, R.; BRANDÃO, R. P.; CHIARELLI, R. Importância do cobalto e do molibdênio na cultura do amendoim. **Campo e Negócios**, São Paulo, 2015. Disponível em: <<https://revistacampoenegocios.com.br/importancia-do-cobalto-e-molibdenio-na-cultura-do-amendoim/>>. Acesso em: 05 jul. 2021.