



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de Ilha Solteira

EMARIANE SATIN MORTINHO

**COINOCULAÇÕES COM BACTÉRIAS PROMOTORAS DO
CRESCIMENTO DE PLANTAS EM FEIJOEIRO PARA
AUMENTAR A EFICIÊNCIA DA ADUBAÇÃO COM NPK**

Ilha Solteira
2022

EMARIANE SATIN MORTINHO

**COINOCULAÇÕES COM BACTÉRIAS PROMOTORAS DO
CRESCIMENTO DE PLANTAS EM FEIJOEIRO PARA
AUMENTAR A EFICIÊNCIA DA ADUBAÇÃO COM NPK**

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia, Unesp – Campus de Ilha Solteira, para obtenção do título de Mestre em Agronomia – Especialidade: Sistemas de Produção.

Prof. Dr. Marcelo Carvalho Minhoto Teixeira Filho
Orientador

Ilha Solteira
2022

FICHA CATALOGRÁFICA
Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

M888c Mortinho, Emariene Satin.
Coinoculações com bactérias promotoras do crescimento de plantas em
feijoeiro para aumentar a eficiência da adubação com NPK / Emariene Satin
Mortinho. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2022
128 f. : il.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de
Engenharia de Ilha Solteira. Área de conhecimento: Sistemas de Produção, 2022

Orientador: Marcelo Carvalho Minhoto Teixeira Filho
Inclui bibliografia

1. *Azospirillum brasilense*. 2. *Bacillus subtilis*. 3. *Pseudomonas fluorescens*. 4.
Produtividade de grãos. 5. Teores de nutrientes foliares. 6. Adubação reduzida.

Raiane da Silva Santos
Raiane da Silva Santos

Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação
Unidade de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista
Unidade de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista
UNESP - 13080-900



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Ilha Solteira

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: Coinoculações com bactérias promotoras do crescimento de plantas em feijoeiro para aumentar a eficiência da adubação com NPK

AUTORA: EMARIANE SATIN MORTINHO

ORIENTADOR: MARCELO CARVALHO MINHOTO TEIXEIRA FILHO

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em AGRONOMIA, área: Sistemas de Produção pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. MARCELO CARVALHO MINHOTO TEIXEIRA FILHO (Participação Virtual)

Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - UNESP

Prof. Dr. CLEITON SABBIN BENETT (Participação Virtual)

Agronomia / Universidade Estadual de Goiás (UEG) - Unidade Universitária de Ipameri

Prof.ª Dr.ª ELISÂNGELA DUPAS (Participação Virtual)

Faculdade de Ciências Agrárias / Universidade Federal da Grande Dourados

Ilha Solteira, 09 de março de 2022

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por todas as oportunidades que tem me concedido e por me dar forças para realizar cada uma delas.

Ao Prof. Dr. Marcelo Carvalho Minhoto Teixeira Filho pela orientação, confiança, paciência, parceria e aprendizado, que foram vitais para minha formação, e que tenho certeza que farão diferença em minha vida.

À minha família: meu avô Januário Satin, minha mãe Valdenira Satin, meu pai Nivaldo Antônio Mortinho, minha irmã Josiane Satin Mortinho e meu tio Valdecir Satin, por todo amor concedido e por serem minha base e estarem ao meu lado em cada degrau dessa vida, apoiando, incentivando e torcendo junto.

A todo o pessoal da equipe de Nutrição de Plantas pelo apoio no desenvolvimento dos trabalhos, convivência e aprendizados. Graças a colaboração de vocês pudemos desenvolver projetos, principalmente esse, que só foi possível com a ajuda de todos.

Aos amigos que fiz ao longo dessa trajetória, os quais levo para sempre comigo, eu agradeço pela passagem de cada um em minha vida, as amizades são bens mais preciosos que podemos cultivar.

Agradeço também a todo corpo docente da FEIS, que com o passar dos anos fez com que tivesse mais certeza de que havia escolhido o caminho certo a seguir, vocês me mostraram que não há barreiras que não podemos ultrapassar.

Ao grupo de funcionários dos laboratórios, departamentos, Fazenda de Ensino Pesquisa e Extensão (FEPE), pelo auxílio e amizade desenvolvidas ao longo de todos esses anos.

Aos membros da minha qualificação por cada contribuição para a melhoria do meu trabalho. E aos membros da banca de defesa da dissertação, Elisângela Dupas e Cleiton Gredson Sabin Benett, pela disponibilidade, participação e contribuições nesse dia tão especial.

Finalmente, sou imensamente grata à UNESP de Ilha Solteira por ter me proporcionado estrutura e aprendizado, os anos que estive por aqui foram essenciais para minha vida!

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

“O sucesso nasce do querer, da determinação e persistência em se chegar a um objetivo. Mesmo não atingindo o alvo, quem busca e vence obstáculos, no mínimo fará coisas admiráveis. ”

José de Alencar

RESUMO

Diante da hipótese que a coinoculação com bactérias promotoras de crescimento de planta (BPCPs) potencializa os efeitos benéficos obtidos pelo uso do *Rhizobium tropici*, promovendo melhorias na nutrição mineral, otimizando a fixação biológica de nitrogênio e reduzindo o uso de fertilizantes no feijoeiro, o objetivo desta pesquisa foi avaliar o efeito sinérgico de *Rhizobium tropici* associado a *Azospirillum brasilense*, *Bacillus subtilis* e *Pseudomonas fluorescens* e as suas combinações, com intuito de aumentar a eficiência da adubação com NPK e obter altas produtividades de feijão de inverno irrigado, em região do Cerrado. O experimento foi conduzido em campo em dois anos, num Latossolo Vermelho Distrófico de textura argilosa em Selvíria - MS, Brasil. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com quatro repetições, dispostos em um esquema fatorial 3 x 7, sendo: 3 tipos de adubação NPK (controle – sem adubação, 50% da dose recomendada e 100% da dose recomendada, tanto para a adubação de semeadura NPK quanto para a nitrogenada de cobertura) e 7 tipos de inoculação ou coinoculação (testemunha, inoculação somente com *Rhizobium tropici*, *R. tropici* + *Azospirillum brasilense*, *R. tropici* + *Bacillus subtilis*, *R. tropici* + *Pseudomonas fluorescens*, *R. tropici* + *A. brasilense* + *B. subtilis* e *R. tropici* + *A. brasilense* + *P. fluorescens*). As coinoculações de BPCPs proporcionam incrementos de forma variada na massa de cem grãos, número de grãos por vagem, número de grãos por planta e produtividade de grãos, conforme a dose de NPK. Nos dois anos experimentais, a produtividade de grãos de feijão foi superior para coinoculação com: *Rhizobium tropici* + *Azospirillum brasilense* + *Pseudomonas fluorescens*, quando não se adubou com NPK; *Rhizobium tropici* + *Pseudomonas fluorescens* e *Rhizobium tropici* + *Azospirillum brasilense* + *B. subtilis* quando foi fornecido 50% da dose de NPK; e *Rhizobium tropici* + *B. subtilis* na adubação recomendada de NPK (100%), apenas em 2019. Com as coinoculações com BPCPs, a adubação mineral com NPK do feijoeiro de inverno possui grande potencial de redução para 50% da dose recomendada, devido ao aumento da eficiência. Contudo, é importante que os teores de nutrientes foliares e a fertilidade do solo sejam monitorados.

Palavras-chave: *Azospirillum brasilense*; *Bacillus subtilis*; *Pseudomonas fluorescens*; produtividade de grãos; teores de nutrientes foliares; adubação reduzida.

ABSTRACT

Given the hypothesis that co-inoculation with plant growth-promoting bacteria (PGPBs) potentiates the beneficial effects obtained by the use of *Rhizobium tropici*, promoting improvements in plant nutrition, optimizing the biological nitrogen fixation and reducing the use of fertilizers in common bean, the objective this research was evaluate the effect of *Rhizobium tropici* co-inoculations with *Azospirillum brasilense*, *Bacillus subtilis* and *Pseudomonas fluorescens*, in order to increase fertilization efficiency and obtain high yields of winter common beans, in the Cerrado region. The experiment is being carried out in an Oxisol, located in Selvíria - MS, Brazil. The experimental design was in randomized blocks, with four replications, arranged in a 3 x 7 factorial scheme, as follows: 3 NPK fertilization (control without NPK, 50% of the recommended dose and the recommended dose for both NPK sowing fertilization and for cover nitrogen) and 7 types of inoculation or co-inoculation (control, inoculation with *Rhizobium tropici* only, *R. tropici* + *Azospirillum brasilense*, *R. tropici* + *Bacillus subtilis*, *R. tropici* + *Pseudomonas fluorescens*, *R. tropici* + *A. brasilense* + *B. subtilis* and *R. tropici* + *A. brasilense* + *P. fluorescens*). The leaf concentrations of N, P and K were not influenced by the co-inoculations with BPCPs due to the dilution effect caused by the greater dry matter accumulation. Co-inoculations of BPCPs provide varying increments in the mass of 100 grains, grains per pod, grains per plant and grain yield, according to the dose of NPK. In the two experimental years, the common bean grain yield was higher for co-inoculation with: *Rhizobium tropici* + *Azospirillum brasilense* + *Pseudomonas fluorescens*, when it was not fertilized with NPK; *Rhizobium tropici* + *Pseudomonas fluorescens* and *Rhizobium tropici* + *Azospirillum brasilense* + *B. subtilis* when 50% of the NPK dose was provided; and *Rhizobium tropici* + *B. subtilis* in the recommended fertilization of NPK (100%), only in 2019. With co-inoculations of BPCPs, mineral fertilization with NPK of winter common bean has great potential for reduction to 50% of the recommended dose, due to increased efficiency. However, it is important that foliar nutrient contents and soil fertility be monitored.

Keywords: *Azospirillum brasilense*; *Bacillus subtilis*; *Pseudomonas fluorescens*; grain yield; leaf nutrients content; reduced fertilization.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** – Precipitação pluvial, umidade relativa do ar e temperaturas máximas, médias e mínimas, obtidas durante o ano de 2019 (A) e 2020 (B).....31
- Figura 2** – Mapa de calor dos coeficientes de correlação de Pearson obtidos das variáveis analisadas no cultivo de feijão em resposta a redução da aplicação de NPK e inoculações e coinoculações. X indica correlação não significativa ($P < 0,05$). Número de nódulos (NOD), índice de clorofila foliar (ICF), área foliar (AF), número de grãos por vagem (GVAGEM), número de grãos por planta (GPLANTA), número de vagens por planta (VPLANTA), massa seca da palhada (MSPA), produtividade de grãos (PROD), acúmulo de nitrogênio na parte aérea (N-PA), fósforo (P-PA), potássio (K-PA), cálcio (Ca-PA), magnésio (Mg-PA), enxofre (S-PA), boro (B-PA), cobre (Cu-PA), ferro (Fe-PA), manganês (Mn -PA), zinco (Zn-PA), acúmulo de nitrogênio nos grãos (N-GR), fósforo (P-GR), potássio (K-GR), cálcio (Ca-GR), magnésio (Mg-GR), enxofre (S-GR), boro (B-GR), cobre (Cu-R), ferro (Fe-GR), manganês (Mn -GR) e zinco (Zn-GR) na safra de inverno de 2019.....118
- Figura 3** - Mapa de calor dos coeficientes de correlação de Pearson obtidos das variáveis analisadas no cultivo de feijão em resposta a redução da aplicação de NPK e inoculações e coinoculações. X indica correlação não significativa ($P < 0,05$). Número de nódulos (NOD), índice de clorofila foliar (ICF), área foliar (AF), número de grãos por vagem (GVAGEM), número de grãos por planta (GPLANTA), número de vagens por planta (VPLANTA), massa seca da palhada (MSPA), produtividade de grãos (PROD), acúmulo de nitrogênio na parte aérea (N-PA), fósforo (P-PA), potássio (K-PA), cálcio (Ca-PA), magnésio (Mg-PA), enxofre (S-PA), boro (B-PA), cobre (Cu-PA), ferro (Fe-PA), manganês (Mn -PA), zinco (Zn-PA), acúmulo de nitrogênio nos grãos (N-GR), fósforo (P-GR), potássio (K-GR), cálcio (Ca-GR), magnésio (Mg-GR), enxofre (S-GR), boro (B-GR),

cobre (Cu-R), ferro (Fe-GR), manganês (Mn -GR) e zinco (Zn-GR)	
na safra de inverno de	
2020.....	119

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Valores médios de nodulação em relação a doses de NPK e as coinoculações com BPCPs em feijão de inverno irrigado. Selvíria - MS, 2019 e 2020.....	36
Tabela 2 - Desdobramento da interação doses NPK e coinoculações com BPCPs, da análise de variância referente a nodulação. Selvíria - MS, 2019 e 2020.....	37
Tabela 3 - Desdobramento da interação doses NPK e coinoculações com BPCPs, da análise de variância referente a massa seca de nódulos. Selvíria - MS, 2019 e 2020.....	39
Tabela 4 - Valores médios de índice de clorofila foliar e área foliar em relação a doses de NPK e as coinoculações com BPCPs em de feijão de inverno irrigado. Selvíria - MS, 2019 e 2020.....	40
Tabela 5 - Desdobramento da interação doses NPK e coinoculações com BPCPs, da análise de variância referente área foliar. Selvíria - MS, 2019 e 2020.....	41
Tabela 6 - Valores médios de concentrações foliares de N, P, K, Ca, Mg e S em folhas diagnósticas, em relação a doses de NPK e as coinoculações com BPCPs em feijão de inverno irrigado. Selvíria - MS, 2019 e 2020.....	43
Tabela 7 - Desdobramento da interação doses NPK e coinoculações com BPCPs, da análise de variância referente a concentração foliar de N. Selvíria - MS, 2019.....	45
Tabela 8 - Desdobramento da interação doses NPK e coinoculações com BPCPs, da análise de variância referente a concentração foliar de P. Selvíria - MS, 2020.	46
Tabela 9 - Desdobramento da interação doses NPK e coinoculações com BPCPs, da análise de variância referente a concentração foliar de K. Selvíria - MS, 2019.	47
Tabela 10 - Desdobramento da interação doses NPK e coinoculações com BPCPs, da análise de variância referente a concentração foliar de Ca. Selvíria - MS, 2019.	48

Tabela 11 - Desdobramento da interação doses NPK e coinoculações com BPCPs, da análise de variância referente a concentração foliar de S. Selvíria - MS, 2020.	49
Tabela 12 - Valores médios de concentrações foliares de B, Cu, Fe, Mn, Zn em folhas diagnósticas, em relação a doses de NPK e as coinoculações com BPCPs em feijão de inverno irrigado. Selvíria - MS, 2019 e 2020.	50
Tabela 13 - Desdobramento da interação doses NPK e coinoculações com BPCPs, da análise de variância referente a concentração foliar de B. Selvíria - MS, 2019 e 2020.	52
Tabela 14 - Desdobramento da interação doses NPK e coinoculações com BPCPs, da análise de variância referente a concentração foliar de Cu. Selvíria - MS, 2019.	53
Tabela 15 - Desdobramento da interação doses NPK e coinoculações com BPCPs, da análise de variância referente a concentração foliar de Fe. Selvíria - MS, 2019 e 2020.	54
Tabela 16 - Desdobramento da interação doses NPK e coinoculações com BPCPs, da análise de variância referente a concentração foliar de Mn. Selvíria - MS, 2019 e 2020.	55
Tabela 17 - Desdobramento da interação doses NPK e coinoculações com BPCPs, da análise de variância referente a concentração foliar de Zn. Selvíria - MS, 2019.	56
Tabela 18 - Valores médios de matéria seca parte aérea do feijoeiro em relação a doses de NPK e as coinoculações com BPCPs em feijão de inverno irrigado. Selvíria - MS, 2019 e 2020.	57
Tabela 19 - Desdobramento da interação doses NPK e coinoculações com BPCPs, da análise de variância referente a matéria seca da parte aérea do feijoeiro. Selvíria - MS, 2019.	58
Tabela 20 - Valores médios de massa de 100 grãos, número de vagens por planta, número de grãos por vagem e número de grãos por planta em relação a doses de NPK e coinoculações com BPCPs em sementes de feijão. Selvíria - MS, 2019 e 2020.	59
Tabela 21 - Desdobramento da interação doses NPK e coinoculações com BPCPs, da análise de variância referente a massa de 100 grãos (A),	

número de grãos por vagem (B) e número de grãos por planta de feijão (C). Selvíria - MS, 2019.	60
Tabela 22 - Valores médio de produtividade de grãos em relação a doses de NPK e coinoculações com BPCPs em sementes de feijão de inverno irrigado. Selvíria - MS, 2019 e 2020.	62
Tabela 23 - Desdobramento da interação doses NPK e coinoculações com BPCPs, da análise de variância referente a produtividade de grãos de feijão de inverno irrigado. Selvíria – MS, safra 2019 e 2020.	64
Tabela 24 - Valores médio de acúmulo de macronutrientes na palhada do feijoeiro em relação a doses de NPK e coinoculações com BPCPs em feijão de inverno irrigado. Selvíria - MS, 2019 e 2020.	66
Tabela 25 - Desdobramento da interação doses NPK e coinoculações com BPCPs, da análise de variância referente ao acúmulo de N na palhada do feijoeiro. Selvíria - MS, 2019 e 2020.	68
Tabela 26 - Desdobramento da interação doses NPK e coinoculações com BPCPs, da análise de variância referente ao acúmulo de P na palhada do feijoeiro. Selvíria - MS, 2019 e 2020.	70
Tabela 27 - Desdobramento da interação doses NPK e coinoculações com BPCPs, da análise de variância referente ao acúmulo de K na palhada do feijoeiro. Selvíria - MS, 2019 e 2020.	72
Tabela 28 - Desdobramento da interação doses NPK e coinoculações com BPCPs, da análise de variância referente ao acúmulo de Ca na palhada do feijoeiro. Selvíria - MS, 2019 e 2020.....	74
Tabela 29 - Desdobramento da interação doses NPK e coinoculações com BPCPs, da análise de variância referente ao acúmulo de Mg na palhada do feijoeiro. Selvíria - MS, 2019 e 2020.	75

Tabela 30 - Desdobramento da interação doses NPK e coinoculações com BPCPs, da análise de variância referente ao acúmulo de S na palhada do feijoeiro. Selvíria - MS, 2019 e 2020.....	76
Tabela 31 - Valores médio de acúmulo de micronutrientes na palhada do feijoeiro em relação a doses de NPK e coinoculações com BPCPs em feijão de inverno irrigado. Selvíria - MS, 2019 e 2020.	77
Tabela 32 - Desdobramento da interação doses NPK e coinoculações com BPCPs, da análise de variância referente ao acúmulo de B na palhada do feijoeiro. Selvíria - MS, 2019 e 2020.....	79
Tabela 33 - Desdobramento da interação doses NPK e coinoculações com BPCPs, da análise de variância referente ao acúmulo de Cu na palhada do feijoeiro. Selvíria - MS, 2019 e 2020.	80
Tabela 34 - Desdobramento da interação doses NPK e coinoculações com BPCPs, da análise de variância referente ao acúmulo de Fe na palhada do feijoeiro. Selvíria - MS, 2019 e 2020.	81
Tabela 35 - Desdobramento da interação doses NPK e coinoculações com BPCPs, da análise de variância referente ao acúmulo de Mn na palhada do feijoeiro. Selvíria - MS, 2019 e 2020.....	83
Tabela 36 - Desdobramento da interação doses NPK e coinoculações com BPCPs, da análise de variância referente ao acúmulo de Zn na palhada do feijoeiro. Selvíria - MS, 2019 e 2020.....	84
Tabela 37 - Valores médio de acúmulos de macronutrientes nos grãos em relação a doses de NPK e coinoculações com BPCPs em feijão de inverno irrigado. Selvíria - MS, 2019 e 2020.	85
Tabela 38 - Desdobramento da interação doses NPK e coinoculações com BPCPs, da análise de variância referente ao acúmulo de N nos grãos de feijão. Selvíria - MS, 2019 e 2020.	87

Tabela 39 - Desdobramento da interação doses NPK e coinoculações com BPCPs, da análise de variância referente ao acúmulo de P nos grãos de feijão. Selvíria - MS, 2019 e 2020.	88
Tabela 40 - Desdobramento da interação doses NPK e coinoculações com BPCPs, da análise de variância referente ao acúmulo de K nos grãos de feijão. Selvíria - MS, 2019 e 2020.	89
Tabela 41 - Desdobramento da interação doses NPK e coinoculações com BPCPs, da análise de variância referente ao acúmulo de Ca nos grãos de feijão. Selvíria - MS, 2019 e 2020.....	91
Tabela 42 - Desdobramento da interação doses NPK e coinoculações com BPCPs, da análise de variância referente ao acúmulo de Mg nos grãos de feijão. Selvíria - MS, 2019 e 2020.....	92
Tabela 43 - Desdobramento da interação doses NPK e coinoculações com BPCPs, da análise de variância referente ao acúmulo de S nos grãos de feijão. Selvíria - MS, 2019 e 2020.....	93
Tabela 44 - Valores médios de acúmulo de micronutrientes nos grãos em relação a doses de NPK e coinoculações com BPCPs em feijão de inverno irrigado. Selvíria - MS, 2019 e 2020.....	95
Tabela 45 - Desdobramento da interação doses NPK e coinoculações com BPCPs, da análise de variância referente ao acúmulo de B nos grãos de feijão. Selvíria - MS, 2019 e 2020.....	96
Tabela 46 - Desdobramento da interação doses NPK e coinoculações com BPCPs, da análise de variância referente ao acúmulo de Cu nos grãos de feijão. Selvíria - MS, 2019 e 2020.....	97
Tabela 47 - Desdobramento da interação doses NPK e coinoculações com BPCPs, da análise de variância referente ao acúmulo de Fe nos grãos. Selvíria - MS, 2019 e 2020.....	98
Tabela 48 - Desdobramento da interação doses NPK e coinoculações com BPCPs, da análise de variância referente ao acúmulo de Mn nos grãos de feijão. Selvíria - MS, 2019 e 2020.....	99
Tabela 49 - Desdobramento da interação doses NPK e coinoculações com BPCPs, da análise de variância referente ao acúmulo de Zn nos grãos de feijão. Selvíria - MS, 2019 e 2020.....	101

Tabela 50 - Valores médio da análise de solo em relação a doses de NPK e coinoculações com BPCPs em final de ciclo de feijão de inverno irrigado. Selvíria - MS, 2019 e 2020.....	102
Tabela 51 - Desdobramento da interação doses NPK e coinoculações com BPCPs, da análise de variância referente a P-resina da análise de solo. Selvíria - MS, 2019 e 2020.....	103
Tabela 52 - Desdobramento da interação doses NPK e coinoculações com BPCPs, da análise de variância referente ao pH da análise de solo. Selvíria - MS, 2019.....	104
Tabela 53 - Desdobramento da interação doses NPK e coinoculações com BPCPs, da análise de variância referente ao K da análise de solo. Selvíria - MS, 2020.....	105
Tabela 54 - Desdobramento da interação doses NPK e coinoculações com BPCPs, da análise de variância referente ao Ca da análise de solo. Selvíria - MS, 2019 e 2020.....	106
Tabela 55 - Desdobramento da interação doses NPK e coinoculações com BPCPs, da análise de variância referente ao Mg da análise de solo. Selvíria - MS, 2019 e 2020.....	108
Tabela 56 - Continuação dos valores médio da análise de solo em relação a doses de NPK e coinoculações com BPCPs em final de ciclo de feijão de inverno irrigado. Selvíria - MS, 2019 e 2020.....	109
Tabela 57 - Desdobramento da interação doses NPK e coinoculações com BPCPs, da análise de variância referente ao H ⁺ Al da análise de solo. Selvíria - MS, 2019.....	110
Tabela 58 - Desdobramento da interação doses NPK e coinoculações com BPCPs, da análise de variância referente ao Al da análise de solo. Selvíria - MS, 2019.....	111
Tabela 59 - Desdobramento da interação doses NPK e coinoculações com BPCPs, da análise de variância referente ao SB da análise de solo. Selvíria - MS, 2019 e 2020.....	112
Tabela 60 - Desdobramento da interação doses NPK e coinoculações com BPCPs, da análise de variância referente a CTC da análise de solo. Selvíria - MS, 2019 e 2020.....	114

Tabela 61 - Desdobramento da interação doses NPK e coinoculações com BPCPs, da análise de variância referente a V% da análise de solo. Selvíria - MS, 2019 e 2020.....	115
Tabela 62 - Desdobramento da interação doses NPK e coinoculações com BPCPs, da análise de variância referente a m% da análise de solo. Selvíria - MS, 2019.....	116

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	18
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	20
2.1	A CULTURA DO FEIJÃO.....	20
2.2	ADUBAÇÃO DO FEJOEIRO.....	22
2.3	BACTÉRIAS PROMOTORAS DO CRESCIMENTO DE PLANTAS E COINOCULAÇÃO.....	23
2.3.1	<i>Azospirillum brasilense</i>	24
2.3.2	<i>Bacillus subtilis</i>	26
2.3.3	<i>Pseudomonas fluorescens</i>	27
2.3.4	<i>Rhizobium tropici</i>	28
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	30
3.1	LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL.....	30
3.2	TRATAMENTOS E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	31
3.3	INSTALAÇÃO E CONDUÇÃO DA PESQUISA NO CAMPO.....	32
3.4	COLETAS E AVALIAÇÕES.....	33
3.5	ANÁLISES ESTATÍSTICAS.....	35
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	36
4.1	NODULAÇÃO.....	36
4.2	ÍNDICE DE CLOROFILA FOLIAR (ICF) E ÁREA FOLIAR (AF)	39
4.3	CONCENTRAÇÃO FOLIAR DE NUTRIENTES.....	42
4.4	MATÉRIA SECA E COMPONENTES DE PRODUÇÃO.....	56
4.5	PRODUTIVIDADE DE GRÃOS.....	62
4.6	ACÚMULO DE NUTRIENTES NA PALHADA E NOS GRÃOS DE FEIJÃO..	65

4.7	ANÁLISE QUÍMICA DO SOLO.....	101
4.8	CORRELAÇÕES.....	117
5	CONCLUSÕES.....	120
	REFERÊNCIAS.....	121

1. INTRODUÇÃO

O feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é um dos principais componentes da dieta alimentar brasileira, sendo a mais importante fonte de proteína vegetal. Sua relevância econômica e social é notória, principalmente devido à mão-de-obra empregada durante o ciclo da cultura (DALCHIAVON *et al.*, 2011). Segundo dados da CONAB (2021), a produtividade do feijão na safra 2020/21 passou por um decréscimo devido a redução de área colhida e as adversidades climáticas. A produção foi de 2.973,0 mil toneladas numa área de 2.946 mil hectares, com produtividade média de 1.009 kg ha⁻¹.

Os solos brasileiros, muito intemperizados, são em sua maioria ácidos e pouco férteis para a produção, sendo necessário o fornecimento adequado de nutrientes e em tempo hábil, para que a cultura atinja boas produtividades, sem grandes dificuldades (PENN; CAMBERATO, 2019). O feijoeiro é considerado exigente em nutrientes, devido ao sistema radicular pequeno e pouco profundo e ao seu ciclo curto. Na cultura, destaca-se a utilização de fertilizantes minerais, principalmente, os nitrogenados, que são exigidos em maior quantidade e podem ser perdidos por lixiviação, volatilização, na forma de nitratos, ou por desnitrificação (STRALIOTTO *et al.*, 2002). Ressalta-se ainda que os adubos fosfatados e potássicos também são aplicados em grandes quantidades na cultura do feijão, quando o cultivo é irrigado e mais tecnificado e, se almeja obter altas produtividades de grãos.

Em vista dessa problemática, é necessária a busca por tecnologias que visem a qualidade dos solos, uso moderado de fertilizantes minerais e pesticidas, baixo custo econômico e maior sustentabilidade. Uma das alternativas promissoras e que vem ganhando destaque é o uso de bactérias promotoras do crescimento de plantas – BPCPs (ALTAF *et al.*, 2017), que por uma série de mecanismos promovem benefícios às plantas, e além da economia com produtos químicos, também contribuem na preservação dos recursos naturais.

As BPCPs apresentam múltiplos mecanismos de atuação no crescimento de plantas, como a produção e secreção de fitormônios como o (ácido indol-3-acético (AIA), citocininas, giberelinas e etileno); de reguladores de crescimento de plantas (ácido abscísico, óxido nítrico e de poliaminas como espermidina, espermina); aumento na disponibilidade de nutrientes, solubilização do fosfato, na atividade da redutase do nitrato e na eficiência de uso do N; biocontrole de fitopatógenos e doenças; proteção das

plantas contra estresse salino e elementos tóxicos do solo; além de FBN (TEIXEIRA FILHO; GALINDO, 2019).

Estudos com coinoculação tem demonstrado que a utilização de combinações de diferentes microrganismos, promovem resultados produtivos e maior produtividade para as culturas agrícolas (BÁRBARO *et al.*, 2011; YADEGARI *et al.*, 2010). A coinoculação de sementes com *Rhizobium tropici* e *Azospirillum brasilense* é promissora. Estudos, como de Remans *et al.* (2008) e Yadegari *et al.* (2010) evidenciaram o potencial dessa prática para se aumentar a nodulação e o crescimento de plantas de feijão. A interação entre os rizóbios e o *Bacillus* pode estimular a simbiose e favorecer o processo de fixação biológica de nitrogênio (FBN) nas fabáceas. O *Bacillus* pode aumentar a nodulação e a competitividade do rizóbio pelos múltiplos efeitos positivos na rizosfera das plantas (LI; ALEXANDER, 1988; ARAÚJO *et al.*, 2010). Stajkovic *et al.* (2011) relataram um efeito significativo na coinoculação em feijoeiro com *Pseudomonas* sp. e *Rhizobium phaseoli* no crescimento das plantas, bem como no acúmulo de N e P, em comparação com a inoculação apenas com *Rhizobium*.

Diante da hipótese que a coinoculação potencializa os efeitos benéficos obtidos pelo uso das BPCPs, promovendo melhorias na nodulação e otimizando a fixação biológica de nitrogênio, nutrição mineral e reduzindo o uso de fertilizantes no feijoeiro, o objetivo desta pesquisa foi de avaliar o efeito de coinoculações de *Rhizobium tropici* com *Azospirillum brasilense*, *Bacillus subtilis* e *Pseudomonas fluorescens*, com intuito de aumentar a eficiência da adubação com NPK e obter altas produtividades de feijão de inverno, em região do Cerrado.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A cultura do feijão

O feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma leguminosa pertencente à família Fabaceae/Leguminosae, à sub-família *Faboideae* e ao gênero *Phaseolus*, que compreende cerca de 55 espécies, dentre as quais apenas cinco são cultivadas comercialmente (SANTOS; GAVILANES, 2006). É espécie que mais se destaca dentro do gênero, por ser a mais antiga e a mais cultivada nos cinco continentes (COMISSÃO ESTADUAL DE PESQUISA DE FEIJÃO – CEPEF, 2001).

A origem evolutiva e sua diversificação primária ocorreram nas Américas Central e do Sul (DEBOUCK, 1991), mas o local exato onde isto se deu ainda é motivo de controvérsia (GEPTS; DEBOUCK, 1991). Nesses centros surgiram grande variação nas características dos grãos, como cores, formas e tamanhos (GEPTS; DEBOUCK, 1991). Entretanto, grande parte desta variabilidade genética, que foi mantida e ampliada pela agricultura familiar, está sendo perdida em decorrência da substituição das variedades locais por cultivares comerciais (RODRIGUES *et al.*, 2002).

Essa leguminosa, tratada como símbolo da vida, vem sendo cultivada desde os tempos mais antigos da humanidade (EMBRAPA, 2010). No Brasil, a cultura assume grande relevância na alimentação, ainda mais por ser a principal fonte de proteínas para as populações de baixa renda. Por isso, apesar de já existirem inúmeros trabalhos com o feijão, esta leguminosa continua sendo prioridade nas pesquisas (MESQUITA *et al.*, 2007). Além de ser um excelente alimento, que além de seu teor proteico, fornece nutrientes essenciais ao ser humano, como carboidratos, fibras, nutrientes como cálcio, ferro, magnésio, zinco, e vitaminas, principalmente as do complexo B.

Com relação à morfologia, o feijoeiro é uma planta de caule herbáceo, sendo este o eixo principal, cujos nós são os pontos de inserção das folhas e dos quais saem as ramificações. Possui dois tipos de folhas, as simples e compostas. As únicas folhas simples são as primárias, já presentes no embrião. As demais folhas são trifolioladas, formadas por três folíolos ovais. As flores são formadas por cinco pétalas, que podem ser brancas, rosadas ou violáceas, conforme a variedade do feijão, e se reúnem em cachos. O fruto é denominado vagem e sua cor pode ser uniforme ou não, isto é, pode apresentar estrias de outra cor, e variar de acordo com o grau de maturação. Quando se apresenta madura e bem seca abre-se, liberando os grãos de feijão (FERREIRA FILHO, 1941).

O grão de feijão carioca, que é considerado um dos tipos mais consumidos,

apresenta como característica marcante o tegumento com coloração bege e estrias marrons, hilo branco, apresentando ao redor halo de coloração creme. As sementes têm forma oblonga, com média de 0,9 cm de comprimento, 0,6 cm de largura e 0,5 cm de espessura (ALMEIDA; LEITÃO FILHO; MIYASAKA, 1971).

O feijoeiro possui estádios fenológicos de desenvolvimento bem definidos, subdivididos em vegetativos e reprodutivos. Os estádios vegetativos, vão do V0 ao V4, e os estádios reprodutivos vão do R5 ao R9. Em V4, a terceira folha trifoliolada abre e o estádio termina com o surgimento dos botões florais. Em R5, ocorre o desenvolvimento dos ramos secundários e o surgimento dos primeiros botões florais, tendo seu término com início do florescimento (OLIVEIRA *et al.*, 2018).

Do ponto de vista socioeconômico o feijão é um produto agrícola de alta importância, visto que seu cultivo se dá por pequenos à grandes produtores, em sistemas de produção diversos e em todas as regiões do país (LEMES *et al.*, 2011). Além disso, o cultivo do feijoeiro emprega vasta mão de obra durante seu ciclo (BENIN *et al.*, 2002), empregando e gerando renda para muitas pessoas (ELSADR, 2011).

Esta é considerado uma cultura atípica, visto a possibilidade de se realizar três safras anuais, o que a torna bastante atrativa. A safra “das águas” ou 1ª safra tem semeadura nos meses de agosto a novembro, nas regiões Sul, Sudeste, Centro-Oeste e nos estados da Bahia, Ceará, Rio Grande do Norte, Rondônia e Tocantins. A safra “da seca” ou 2ª safra ocorre nas regiões Sul, Sudeste, Centro-Oeste e em algumas regiões no Norte, e é semeada entre os meses de dezembro a abril. Já a 3ª safra, também chamada de safra irrigada ou “de inverno”, tem semeadura entre os meses de abril a julho, no Centro-Sul do Brasil (EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO, 2012).

O Brasil é o terceiro maior produtor de feijão do mundo, superado apenas pela Índia e Myanmar (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION – FAO, 2012). Porém, apesar de se destacar entre os países produtores, o Brasil apresenta baixas produtividades (produção/área). Além do ataque de pragas e doenças, cultivo em solos de baixa fertilidade (FERREIRA, 2017), os avanços tecnológicos obtidos pela pesquisa são adotados de forma parcial pelos produtores, não se obtendo o impacto desejável (RIBEIRO; DEL PELOSO, 2009).

Diagnósticos realizados em importantes regiões produtoras de feijão no Brasil revelam a necessidade da compatibilização do seu cultivo com requisitos de ordem econômica (BARBOSA *et al.*, 2010), uma vez que a maior parte do feijão produzido no Brasil é proveniente da agricultura familiar (cerca de 60% da produção nacional), setor

que utiliza poucos insumos, emprega baixa tecnologia, e que carece de assistência técnica devido à baixa especialização (COMISSÃO TÉCNICA SUL-BRASILEIRA DE FEIJÃO – CTSBF, 2012).

Por conseguinte, estratégias que proporcionem uma agricultura mais sustentável do ponto de vista ecológico, econômico e social, podem melhorar o cultivo de feijão no país, dada a importância desta cultura à nível nacional.

2.2 Adubação do feijoeiro

O feijoeiro é considerado exigente em nutrientes, devido ao sistema radicular pequeno e pouco profundo, e ao seu ciclo curto.

O nitrogênio é de grande importância para o feijão, visto que este nutriente faz parte da composição das proteínas. A deficiência de N no feijoeiro aparece na forma de clorose nos folíolos das folhas mais velhas, que caem prematuramente (ROSOLEM; MARUBAYASHI, 1994).

Quanto ao fósforo, o feijoeiro tem apresentado respostas ao P aplicado na grande maioria dos experimentos. Sua deficiência torna os folíolos novos com coloração verde-azulada e sem brilho, e folíolos mais velhos com coloração verde mais clara (ROSOLEM; MARUBAYASHI, 1994).

Ainda de acordo com Rosolem e Marubayashi (1994), embora não se observasse respostas ao potássio aplicado, com a utilização mais intensa do solo e o consequente esgotamento em K, a adubação potássica tem crescido em importância. Sua deficiência causa clorose marginal nos folíolos das folhas mais velhas, que acabam necrosando, além de diminuir o porte da planta.

A nutrição adequada é uma das formas de se aumentar a produtividade das culturas. Os microrganismos do solo possuem papel fundamental no ciclo biogeoquímico dos minerais e na sua biodisponibilidade para as plantas cultivadas (CARNEIRO *et al.*, 2004). Esta fauna microbiana é amplamente reconhecida por sua habilidade em promover transformações bioquímicas dos nutrientes e prover os elementos de interesse às plantas, principalmente N, P e S (PAUL; CLARK, 1989).

A título de exemplo tem-se as bactérias promotoras do crescimento de plantas (BPCPs) (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006), um grupo de microrganismos capaz de desenvolver interações benéficas com as plantas, podendo alterar seu metabolismo e aumentar a produtividade vegetal (BRUSAMARELLO-SANTOS *et al.*, 2017; TODESCHINI *et al.*, 2018; MORAIS *et al.*, 2019).

2.3 Bactérias promotoras do crescimento de plantas e coinoculação

Uma das alternativas para atender a exigência da agricultura atual, que procura por tecnologias com maiores enfoques ecológicos (SANTOS *et al.*, 2016), é a inoculação das sementes com bactérias promotoras de crescimento de plantas, as “BPCPs” (ZUCARELI *et al.*, 2011).

As BPCP foram introduzidas no final da década de 1970, por Kloepper e Schroth, para designar bactérias de ocorrência natural dos solos, com capacidade de colonizar a rizosfera, filosfera ou ainda tecidos internos das plantas (DAVISON, 1988; KLOEPPER; LIFSHITZ; ZABLOTOWICZ, 1989), e estimular seu crescimento (ALINA; CONSTANTISCU; PETRUTA, 2015).

Em geral, acredita-se que as BPCPs beneficiam o crescimento das plantas por uma combinação de uma série de mecanismos (DOBBELAERE; VANDERLEYDEN; OKON, 2003), como capacidade de fixação biológica de nitrogênio (FBN) (HUERGO *et al.*, 2008 citado por HUNGRIA, 2011), produção de hormônios como auxinas, citocininas (TIEN; GASKINS; HUBBELL, 1979), giberelinas (BOTTINI *et al.*, 1989) e etileno (STRZELCZYK; KAMPER; LI, 1994), solubilização de fosfato (RODRIGUEZ *et al.*, 2004), e outros nutrientes, mineralização de fósforo orgânico, maior absorção de nutrientes (MYOUNGSU *et al.*, 2005) e por se apresentar com alternativa promissora de uso como agente de controle biológico (BERND *et al.*, 2014); estando indiretamente relacionadas com a produção de metabólitos, como antibióticos, sideróforos e ácido hidrociânico, que diminuem o crescimento de fitopatógenos, além de outros efeitos benéficos, desde a germinação até a produção de grãos (LAZARETTI; BETTIOL, 1997).

Contudo, a atividade desses microrganismos é afetada por uma variedade de fatores ambientais, como tipo de solo, teores de nutrientes (em deficiência ou excesso), pH, teor de umidade, bem como fatores relacionados à planta, como espécie e idade (SIVASAKTHI; USHARANI; SARANRAJ, 2014). Além disso, para alcançar o máximo de benefícios em termos de economia de fertilizantes e maior crescimento de plantas, a tecnologia de inoculação baseada nas BPCPs deve ser utilizada juntamente com doses adequadas de fertilizantes ao solo (SOUZA; AMBROSINI; PASSAGLIA, 2015).

A agricultura no século 21 enfrenta desafios associados à perda de fertilidade do solo, salinização de solos agricultáveis, aumento do uso de fertilizantes minerais e

pesticidas, condições climáticas flutuantes e cada vez mais extremas, e crescente ataque às colheitas por patógenos e pragas. Nesse sentido, a tecnologia baseada na integração de plantas com as “BPCPs” torna-se abordagem atraente para começar a solucionar esses problemas (ALTAF *et al.*, 2017).

A possibilidade de uso destes microrganismos em bioprodutos e sua aplicação nos solos traz benefícios diretos para a produção agrícola, ao mesmo tempo em que se constitui em alternativa de cultivo mais ecológica, com menor uso de insumos (FIGUEIREDO *et al.*, 2009 citado por LIMA *et al.*, 2011).

Uma outra técnica a ser utilizada é a coinoculação ou inoculação mista, que consiste na utilização de combinações de diferentes microrganismos, os quais produzem efeito sinérgico, em que se superam os resultados obtidos quando utilizados na forma isolada (FERLINI, 2006; BÁRBARO *et al.*, 2008), porque estimulam uns aos outros através de mecanismos físicos ou bioquímicos (BASHAN; HOLGUIN, 1997).

Entre as “BPCPs” mais estudadas destacam-se os gêneros *Azospirillum*, *Bacillus*, *Pseudomonas* e *Rhizobium* (ARAÚJO, 2008).

2.3.1 *Azospirillum brasilense*

O gênero *Azospirillum* passou a despertar grande interesse a partir da década de 70, com a descoberta pela pesquisadora Dr^a. Johanna Döbereiner (1924-2000) e demais colaboradores da Embrapa Agrobiologia da capacidade dessas bactérias em fixar o nitrogênio atmosférico (N₂), quando em associação com gramíneas (HUNGRIA, 2011; MENDES; FARIA, 2013). Pertencem à ordem Rhodospirillales e à família Rhodospirillaceae.

Inicialmente foram consideradas como bactérias exclusivamente tropicais, mas, apesar de terem preferência por áreas mais quentes, também foram encontradas em clima temperado, sendo então denominadas de cosmopolitas (DROZDOWICZ, 1997).

Podem ser de vida livre ou endofíticas facultativas – em outras palavras, tem a capacidade de colonizar os tecidos internos das plantas (DÖBEREINER; PEDROSA, 1987; HUERGO *et al.*, 2008 citado por HUNGRIA, 2011), formando uma associação simbiótica, sem perder a capacidade de fixar o N₂.

Podem atuar no crescimento da planta através de diversos mecanismos, entre os quais se destacam a produção de hormônios, que interferem no crescimento das plantas e podem alterar a morfologia das raízes, possibilitando a exploração de maior volume de solo (BASHAN; HOGUIN, 1997; ZAIED *et al.*, 2003). O principal hormônio produzido

por estirpes de *Azospirillum* é o ácido 3-indolacético (AIA) (CROZIER *et al.*, 1988), mas também produzem citocininas (CACCIARI *et al.*, 1989), giberelinas e etileno (BOTTINI *et al.*, 1989).

Na literatura existem vários trabalhos confirmando que o *Azospirillum* produz fitohormônios que estimulam o crescimento das raízes, densidade e comprimento dos pêlos radiculares, taxa de aparecimento das raízes laterais e área de superfície das raízes (OKON; LABANDERA-GONZALES, 1994; BÁRBARO *et al.*, 2008). Este melhor desenvolvimento radicular tem por consequência maior absorção de água e nutrientes, e maior tolerância a estresses como salinidade, seca e agentes fitopatogênicos (CORREA *et al.*, 2008 citado por HUNGRIA, 2011), resultando em plantas mais vigorosas e produtivas (HUNGRIA, 2011).

Contudo, vale ressaltar que para se ter sucesso com a inoculação desta bactéria, a seleção de estirpes compatíveis com a cultura deve ser realizada (HUNGRIA, 2011). Ainda que não tenha sido claramente evidenciada especificidade entre as plantas e as bactérias, há relatos indicando alguma afinidade com determinadas espécies (PENOT *et al.*, 1992) ou mesmo cultivares (WANI; CHANDRAPALAIH; DART, 1985).

O feijoeiro, por exemplo, pode fixar o N₂ quando em simbiose com o *Azospirillum*, uma vez que essas bactérias se mostram bastante promissoras no uso com fabáceas (GITTI *et al.*, 2012). A inoculação de sementes com bactérias diazotróficas em feijão pode proporcionar reduções nos custos de produção (ZAROWNI *et al.*, 2016), especialmente com economia de fertilizantes químicos (HUNGRIA *et al.*, 2010).

German *et al.* (2000), avaliando a morfologia das raízes de plantas de feijão comum após inoculação com *A. brasilense*, obtiveram aumento no comprimento e peso fresco de raízes em 95 e 66% respectivamente, em relação ao tratamento sem inoculação.

A coinoculação de sementes com *Rhizobium* e *Azospirillum* também é promissora. Estudos, como de Remans *et al.* (2008) e Yadegari *et al.* (2010) evidenciam o potencial dessa prática para se aumentar a nodulação e o crescimento de plantas de feijão. Uma possível explicação é que o *Azospirillum* tenha uma forte atração microaerofílica ao nicho rizosférico das raízes das leguminosas e mobilidade mais rápida do que *Rhizobium* (PERES, 2014). Esses resultados podem levar a conclusão de que as raízes das leguminosas podem ser ocupadas primeiramente por *Azospirillum*, permitindo pré-condicionamento das raízes antes da colonização por *Rhizobium* (OKON; ITZIGSOHN, 1995).

Dardanelli *et al.* (2008), também estudando coinoculação em feijão com *Azospirillum brasilense* e *Rhizobium tropici* sob estresse salino em hidroponia, puderam relatar o efeito positivo desta inoculação mista. Os autores observaram melhoras quanto ao desenvolvimento radicular e à fixação de N₂, produção de mais sinais flavonoides e alívio dos efeitos negativos causado por NaCl.

Ainda assim, apesar dos bons resultados, poucos trabalhos foram desenvolvidos com a utilização de *Azospirillum brasilense* em feijoeiro (PERES, 2014).

2.3.2 *Bacillus subtilis*

As bactérias da espécie *Bacillus subtilis* pertencem à ordem Eubacteria e à família Bacillaceae, que compreende um grupo de bactérias Gram-positivas (FRITZE, 2004), cujas paredes celulares não perdem a cor azul-arroxeadas quando submetidas ao processo de descoloração, depois de terem sido coloridas pela violeta de genciana.

São microrganismos altamente resistentes em condições adversas, devido à capacidade de formação de esporos que suportam extremos de temperatura, pH, dessecação, radiação UV e a exposição à insumos fitossanitários e fertilizantes (DRIKS, 2004; PIGGOT; HILBERT, 2004).

No contexto ecológico, populações de *B. subtilis* têm como habitat natural o solo (OLIVEIRA, 2006), de onde podem ser isolados em abundância, assim como em diferentes configurações ambientais, devido à sua capacidade de formar endósporos altamente resistentes em resposta à deficiência de nutrientes e outros estresses ambientais (SONENSHEIN; HOCK; LOSICK, 2002).

Estão entre as bactérias mais abundantes na rizosfera, promovendo crescimento vegetal através de mecanismos desenvolvidos por elas, que vem sendo estudados a muito tempo (SAHARAN, 2011), como produção de fitohormônios estimuladores do crescimento (DATTA; BANIK; GUPTA, 1982), produção de sideróforos (compostos orgânicos que atuam na captação de ferro (Fe) pelos organismos) e antibióticos (HARMAN *et al.*, 2004), indução de resistência das plantas contra fitopatógenos (RAMAMOORTHY *et al.*, 2001), além de acelerar a germinação e promover o rápido desenvolvimento da plântula, condicionando a mesma a alcançar mais rapidamente o estágio adulto, permanecendo menos tempo no campo e favorecendo, assim, o escape contra patógenos presentes no solo e no ambiente externo (OLIVEIRA, 2006).

Também promove aumento da fixação de N₂, solubilização de fosfatos (GOVINDASAMY *et al.*, 2010), melhoria das condições do solo (OLIVEIRA, 2006), e

aumento fisiológico de metabólitos que desencadeiam a sensibilidade do sistema radicular às condições externas, facilitando a absorção de nutrientes (MANJULA; PODILE, 2005).

A interação entre os rizóbios e o *Bacillus* pode estimular a simbiose e favorecer o processo de FBN nas leguminosas. O *Bacillus* pode aumentar a nodulação e a competitividade do rizóbio pelos múltiplos efeitos positivos na rizosfera das plantas (LI; ALEXANDER, 1988; ARAÚJO *et al.*, 2009).

Em resumo, o sucesso da *B. subtilis* na promoção de crescimento de plantas está intrinsecamente relacionado com as características biológicas deste microrganismo, que além de todos os benefícios descritos, pode potencializar o incremento de produtividade. É um organismo fácil de ser manipulado em bioformulados, portanto, sua capacidade de ocupar eficientemente nichos distintos e apresentar uma notória versatilidade fisiológica, o torna bastante interessante para estudos na agricultura (LANNA FILHO; FERRO; DE PINHO, 2010).

Ademais, a utilização de bactérias promotoras do crescimento vegetal, que não pertençam ao gênero *Rhizobium*, poderá ser uma alternativa viável para incrementar a produção na cultura do feijão (CERQUEIRA *et al.*, 2015).

2.3.3 *Pseudomonas fluorescens*

Quanto à sua classificação científica, a *P. fluorescens* pertence à ordem Pseudomonadales e à família Pseudomonadaceae. Seu gênero, *Pseudomonas*, abrange um grupo de bactérias onipresente em solos agrícolas, por possuírem muitas características que as tornam ótimas bactérias promotoras do crescimento de plantas, como sua versatilidade nutricional e sua habilidade de crescer em ampla variedade de ambientes e substratos (FERREIRA *et al.*, 2009).

Embora algumas espécies desse gênero apresentem fitopatogenicidade, muitos membros desse grupo, como a *P. fluorescens*, têm sido relacionados a efeitos benéficos observados em plantas (JI *et al.*, 2006).

Elas colonizam rapidamente o sistema radicular e promovem aumento no crescimento das plantas e rendimento de grãos, suprimem vários microrganismos patogênicos (KHARE *et al.*, 2011; LAVAKUSHA *et al.*, 2014), produzem fitohormônios, fazem a fixação biológica de N₂ (FBN), solubilizam o P inorgânico e outros nutrientes, e mineralizam o P orgânico (ZUCARELLI *et al.*, 2011).

Globalmente, pesquisas consideráveis estão em andamento para explorar o potencial deste grupo de bactérias, que ajudam não somente na manutenção da saúde do solo, mas que também produzem grande variedade de substâncias biologicamente ativas (SIVASAKTHI; USHARANI; SARANRAJ, 2014).

A coinoculação de estirpes bacterianas de diferentes gêneros torna-se uma estratégia importante na produção de feijão, reduzindo a necessidade de tratamento químico das sementes (FERREIRA, 2017). Stajkovic *et al.* (2011) relataram um efeito significativo na coinoculação em feijão com *Pseudomonas sp.* e *Rhizobium phaseoli* no crescimento das plantas, bem como nos acúmulos de N e P, em comparação com a inoculação com *Rhizobium* sozinho.

Ferreira *et al.* (2015) também obtiveram resultados positivos ao comparar o número de nódulos e matéria seca dos nódulos e das plantas de feijão, inoculado isoladamente e com inoculação mista. As plantas coinoculadas com *Rhizobium tropici* e *Pseudomonas sp.* foram superiores em comparação ao efeito isolado do *R. tropici*.

2.3.4 *Rhizobium tropici*

Bactérias do gênero *Rhizobium* fazem parte da ordem Rhizobiales e da família Rhizobiaceae. São endossimbiontes e vivem nas células das raízes de leguminosas formando nódulos, onde realizam fixação biológica do N₂ – processo intensamente estudado devido aos benefícios para a sustentabilidade agrícola, representando redução dos custos de produção e contribuindo para a preservação do ambiente (HUNGRIA; VARGAS, 2000).

A escolha da espécie e da raça de *Rhizobium* a ser utilizada é um fator importante para a FBN, pois existe grande variabilidade de respostas em função das variações de temperatura. Foi observado que estirpes da espécie *Rhizobium tropici* são mais resistentes à temperaturas elevadas que as estirpes de *Rhizobium leguminosarum* (RAPOSEIRAS *et al.*, 1998; OLIVEIRA *et al.*, 1998). Além disso, apesar de sua alta capacidade de nodulação, nem todos os gêneros de rizóbios são capazes de fornecer N de forma satisfatória (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006).

O feijoeiro, a exemplo de outras leguminosas, apresenta a propriedade de fixar o N₂ quando em simbiose com bactérias do gênero *Rhizobium*, o que pode contribuir para a redução no uso de fertilizantes nitrogenados. Ademais, é considerado uma planta promíscua, com capacidade de estabelecer simbiose com vários gêneros de rizóbios (MOREIRA *et al.*, 2006).

A associação entre o feijão e essas bactérias é complexa, devido a fatores bióticos e abióticos do solo que interferem no desempenho das estirpes inoculadas, como o número de colônias bacterianas, variações de temperatura, acidez e teor de N (MOURA *et al.*, 2009).

Apesar de ser uma alternativa que pode substituir, ainda que parcialmente, a adubação nitrogenada, a prática de inoculação do feijoeiro ainda é pouco utilizada, requerendo pesquisas nos diversos tipos de solo, clima e manejo empregados nas áreas produtoras, para que a mesma possa ser difundida e utilizada com maior frequência (MOURA *et al.*, 2009). Nos últimos anos, a inoculação com *Rhizobium tropici* no feijoeiro tem crescido muito no Brasil.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização e caracterização da área experimental

O experimento com feijão de inverno foi conduzido nos anos 2019 e 2020 na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão (FEPE) da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista (UNESP), situada no município de Selvíria – MS (51° 22' de Longitude Oeste e 20° 22' de Latitude Sul), com altitude de 335 m.

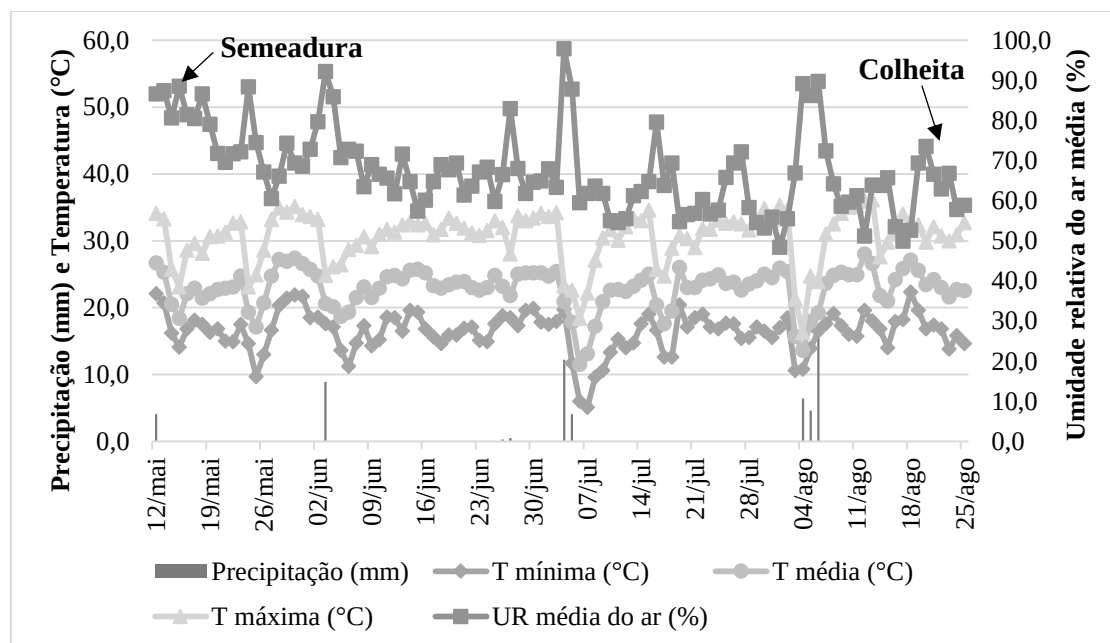
O clima, conforme a classificação de Köppen, é o tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno, do tipo fundamental Aw, com precipitação pluvial média, e temperatura média anual de 1322 mm e 23 °C, respectivamente (ALVARES, 2013). De acordo com a classificação da Emrapa (SANTOS *et al.*, 2018), o solo da área experimental é um Latossolo Vermelho Distrófico, de textura argilosa (59% de argila). Os atributos químicos na camada de 0,00 a 0,20 m, foram determinados antes da instalação do primeiro experimento, segundo metodologia proposta por Raij *et al.* (2001) e os resultados foram: 38 mg dm⁻³ de P (resina); 5 mg dm⁻³ de S-SO₄; 23 g dm⁻³ de matéria orgânica.; 5,2 de pH (CaCl₂); K, Ca, Mg, H+Al = 3,0; 39,0; 33,0 e 34,0 mmolc dm⁻³, respectivamente; Cu, Fe, Mn, Zn (DTPA) = 6,1; 29,0; 107,7 e 1,4 mg dm⁻³, respectivamente; 0,15 mg dm⁻³ de B (água quente) e 69% de saturação por bases.

A pesquisa foi realizada sob sistema plantio direto com histórico de 16 anos e a cultura anterior a semeadura do feijão, foi a soja em ambos os anos. Além destas culturas, historicamente nesta área também houve o cultivo de milho e trigo na rotação de culturas.

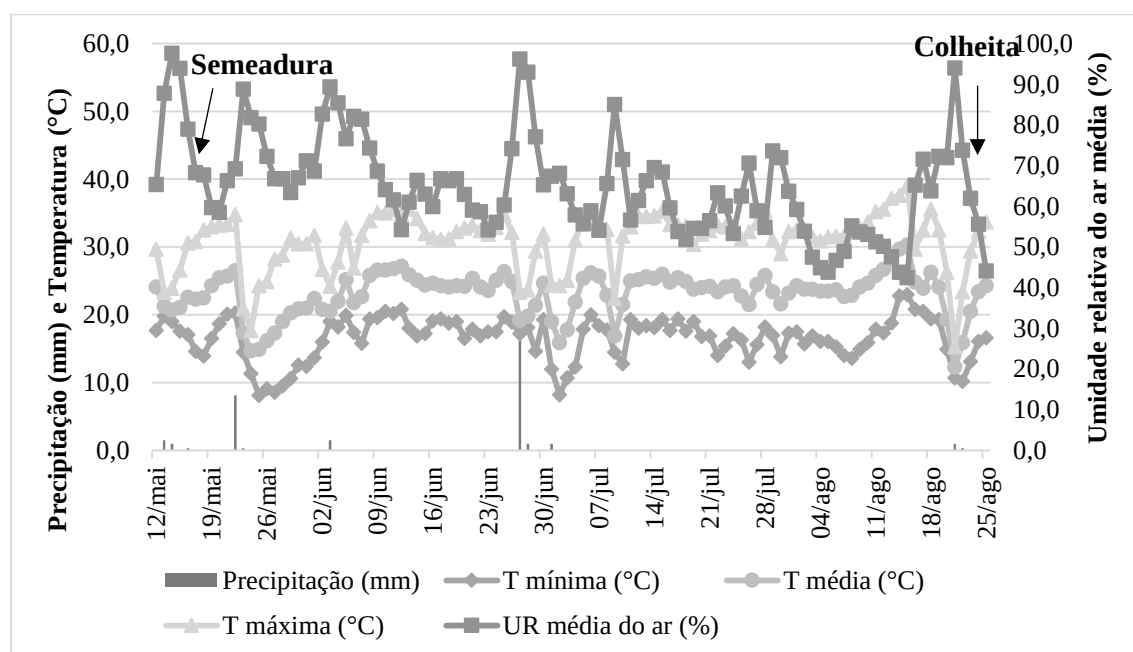
Os dados climáticos (precipitação pluvial, umidade relativa do ar e temperaturas máximas, médias e mínimas) referentes ao período de condução dos experimentos de 2019 e 2020 constam na Figura 1.

Figura 1. Precipitação pluvial, umidade relativa do ar e temperaturas máximas, médias e mínimas, obtidas durante o ano de 2019 (A) e 2020 (B).

A.



B.



3.2 Tratamentos e delineamento experimental

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso (DBC), com quatro repetições, dispostos em um esquema fatorial 3 x 7, sendo: 3 tipos de adubação NPK (controle sem NPK (0%), 50% da dose recomendada e 100% da dose recomendada,

tanto para a adubação de semeadura NPK quanto para a adubação nitrogenada em cobertura, descritas no subtópico 3.3) e 7 tipos de inoculação ou coinoculação (testemunha não inoculada, inoculação somente com *Rhizobium tropici*, *R. tropici* + *Azospirillum brasilense*, *R. tropici* + *Bacillus subtilis*, *R. tropici* + *Pseudomonas fluorescens*, *R. tropici* + *A. brasilense* + *B. subtilis* e *R. tropici* + *A. brasilense* + *P. fluorescens*), perfazendo o total de 84 parcelas.

As parcelas foram demarcadas, com 4 linhas de 5 metros, espaçadas em 0,45 m, considerando a área útil das parcelas as duas linhas centrais, desprezando 0,5 m das extremidades.

3.3 Instalação e condução da pesquisa no campo

O experimento foi realizado com feijão de inverno, cultivar IPR Campos Gerais que é do tipo carioca do grupo IAPAR, de porte ereto, alto rendimento, hábito de crescimento indeterminado tipo II, altura média de 59 cm, e potencial médio produtivo de 3.987 kg/ha. A área foi dessecada com um herbicida sistêmico (seletivo) (2, 4-D — 670 g ha⁻¹ do ingrediente ativo (AI)) e um herbicida de amplo espectro (glifosato, 1800 g ha⁻¹ de AI), 15 dias antes da instalação do experimento para controle de plantas daninhas de folhas estreitas e largas.

As sementes foram tratadas previamente com piraclostrobina (2,5% m/v), tiofanato metílico (22,5% m/v) e fipronil (25% m/v), com base nas recomendações do fabricante para a cultura. E a inoculação das sementes de feijão com *Rhizobium tropici* (SEMIA 4077) foi com inoculante turfoso na dose de 2 g para 1 kg de sementes (garantia de 2×10^9 UFC g⁻¹). Para adesão das bactérias foi acrescentada uma solução açucarada a 10% nas sementes.

A coinoculação das sementes com as bactérias foi conforme a recomendação da empresa Biotrop, com *Azospirillum brasilense* (estirpes Ab-V5 e Ab-V6) na dose de 100 mL de inoculante líquido para 50 kg de semente (garantia de 2×10^8 UFC mL⁻¹); a inoculação com *Bacillus subtilis* (estirpe CCTB04) na dose de 50 mL para 25 kg de semente (garantia de 1×10^8 UFC mL⁻¹), de acordo com a população de plantas; a inoculação com *Pseudomonas fluorescens* (estirpe CCTB03) na dose de 100 mL ha⁻¹ de inoculante líquido, também de acordo com a população de plantas (garantia de 2×10^8 UFC mL⁻¹). As inoculações ou coinoculações das sementes foram feitas à sombra e duas horas antes da semeadura do feijão.

A semeadura dos experimentos com feijão foi realizada em 15/05/2019 e 16/05/2020, de forma mecânica utilizando trator e semeadora-adubadora, de cinco linhas, com 16 sementes por metro.

Com base na análise de solo, no histórico de cultivos na área e na exigência da cultura do feijão de inverno, em recomendação adaptada de Ambrosano *et al.* (1997), na adubação de semeadura foram utilizadas como doses recomendadas (100% NPK): 40 kg ha⁻¹ de nitrogênio – N, tendo como fonte ureia; 80 kg ha⁻¹ de fósforo – P₂O₅, tendo como fonte superfosfato triplo; e 40 kg ha⁻¹ de potássio – K₂O, tendo como fonte cloreto de potássio. Portanto, nos tratamentos com 50% da dose recomendada de NPK aplicou-se 20 kg ha⁻¹ de nitrogênio – N, tendo como fonte ureia; 40 kg ha⁻¹ de fósforo – P₂O₅, tendo como fonte superfosfato triplo; e 20 kg ha⁻¹ de potássio – K₂O, tendo como fonte cloreto de potássio. De acordo com os limites de interpretação do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), o teor de boro no solo estava baixo, dessa forma, todos os tratamentos receberam a aplicação via foliar na dose de 1 kg ha⁻¹ de B, na forma de ácido bórico em pré-florescimento da cultura do feijão, em ambos os anos.

A adubação nitrogenada de cobertura foi realizada nas entrelinhas do feijão, na dose de 90 kg ha⁻¹ (ureia) para os tratamentos com 100% de NPK, 30 dias após a emergência das plantas. Como o intuito desta pesquisa é trabalhar com adubação total reduzida, as doses aplicadas também foram: controle sem adubação NPK e 50% da dose recomendada de NPK, aplicou-se 45 kg ha⁻¹ (ureia).

A área foi irrigada por pivô central, com lâmina média de 14 mm a cada três dias ou quando necessário. Foi efetuado o controle de plantas daninhas em pós-emergência, de forma manual com o auxílio de uma enxada.

3.4 Coletas e avaliações realizadas

- a) **Nodulação e massa seca de nódulos:** No florescimento pleno, foram coletadas cinco plantas inteiras (folhas, caule e raízes) de cada parcela, com o auxílio de um enxadão, retirando-se um bloco de solo. As raízes foram destacadas, lavadas e os nódulos destacados, contados, secos em estufa de ventilação de ar forçado à 65 °C até a obtenção de massa constante e pesados.
- b) **Índice de clorofila foliar (ICF):** determinado indiretamente no estágio de florescimento pleno, por meio de leituras com o clorofilômetro portátil marca ClorofiLOG®, modelo CFL 1030 (Falker Automação Agrícola®) adotando o terceiro trifólio completamente expandido a partir do ápice. Foram escolhidas

ao acaso 5 plantas na área útil da parcela, realizando uma leitura de cada folha trifoliolada.

- c) **Área foliar:** terceiro trifólio coletado no florescimento pleno do feijoeiro, onde cada folíolo foi determinado por meio do medidor “Area Meter” modelo LI-COR LI-3000C, com média de três leituras.
- d) **Concentrações foliar de nutrientes:** determinado através da coleta de 12 folhas diagnósticas do terceiro trifólio coletado no florescimento pleno do feijoeiro, conforme recomendação de Ambrosano *et al.*, (1997), segundo determinados conforme metodologia proposta por Malavolta, Vitti e Oliveira (1997) sendo estas secas em estufa de ventilação de ar forçado à 65 °C até a obtenção de massa constante, sendo posteriormente moídas em moinho tipo Wiley para determinação do teor de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn, no laboratório de Nutrição de Plantas da UNESP – Campus de Ilha Solteira;
- e) **Matéria seca e componentes de produção:** Foram coletadas 5 plantas representativas por parcela na ocasião da colheita para as avaliações dos seguintes componentes de produção: número de vagens por planta (relação número total de vagens/número de plantas), número de grãos por vagem (relação número total de grãos/número total de vagens), número de grãos por planta (relação número total de grãos/número de plantas) e massa de 100 grãos (em balança de precisão (0,01g) à 13% de umidade), além de serem secas em estufa de ventilação de ar forçado à 65 °C até a obtenção de massa constante.
- f) **Produtividade de grãos:** determinada pela coleta manual das plantas contidas nas 2 linhas úteis de cada parcela. As plantas foram expostas ao sol para secagem, depois levados à trilha mecânica, para os grãos serem quantificados e os dados transformados em kg ha⁻¹ a 13% (base úmida).
- g) **Acúmulo de nutrientes na palhada e nos grãos:** as amostras foram secas, moídas em moinho tipo Wiley e submetidas às análises químicas para determinação dos teores de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn, de acordo com a metodologia proposta por Malavolta, Vitti e Oliveira (1997), para posterior cálculo do acúmulo de nutrientes (kg ou g ha⁻¹) na palhada e nos grãos (exportação de nutrientes) de feijão.
- h) **Análise de solo:** após a colheita do feijão, foi coletado solo da entre-linha de 3 pontos por parcela, formou-se uma amostra composta e então levou-se ao laboratório de Fertilidade do Solo da UNESP – Campus de Ilha Solteira.

3.5 Análises estatísticas

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F ($P < 0,05$) e teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade para comparação de médias das coinoculações, e as médias dos tratamentos com adubação NPK foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa SISVAR (FERREIRA, 2008). Foi também realizada uma análise de correlação Pearson entre os parâmetros avaliados nos tratamentos, pelo programa SAS.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Nodulação

Na nodulação por ocasião de florescimento e massa de nódulos (Tabela 1) é possível notar que houve interação significativa entre doses de NPK e as coinoculações com BPCPs nos anos 2019 e 2020. O desdobramento para as interações entre doses NPK e coinoculações com BPCPs constam na Tabela 2 e 3.

Tabela 1. Valores médios de nodulação em relação a doses de NPK e as coinoculações com BPCPs em feijão de inverno irrigado. Selvíria - MS, 2019 e 2020.

Doses de NPK (% do recomendado)	Nº de nódulos		Massa seca de nódulos (g)	
	2019	2020	2019	2020
0	186,64	108,43	0,20	0,21
50	131,14	104,57	1,33	0,14
100	91,96	136,96	1,26	0,12
DMS (%)	2,11	9,32	0,01	0,01
Coinoculação				
Testemunha	113,75	90,75	0,86	0,18
<i>R. tropici</i>	108,00	52,92	0,90	0,08
<i>R. tropici</i> + <i>A. brasilense</i>	128,25	211,50	0,91	0,18
<i>R. tropici</i> + <i>B. subtilis</i>	184,00	119,58	0,93	0,13
<i>R. tropici</i> + <i>P. fluorescens</i>	139,92	102,75	0,98	0,29
<i>R</i> + <i>Azo</i> + <i>Bac</i>	147,42	103,50	0,99	0,07
<i>R</i> + <i>Azo</i> + <i>Pseudo</i>	134,75	135,58	0,87	0,17
Teste F				
Doses NPK (D)	5897,70 **	41,65 **	7660,0 **	179,31 **
Coinoculação (C)	705,10 **	137,43 **	216,10 **	194,74 **
D x C	554,40 **	21,30 **	130,83 **	351,26 **
Média geral	136,93	116,65	0,92	0,15
Erro padrão	0,62	2,74	0,00	0,00
CV (%)	2,40	12,44	1,29	11,95

Médias seguidas de mesma letra na coluna para doses de NPK não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Médias seguidas de mesma letra na coluna para coinoculação não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

**, * e ns: significativas em $p < 0,01$, $0,01 < p < 0,05$, e não significativas, respectivamente.

Com o desdobramento da interação para o ano 2019 (Tabela 2.A), nota-se que na dose zero de NPK houve maior número de nódulos na combinação entre *R. tropici* + *B. subtilis*, que também destacou-se na dose 100%. Enquanto na dose de 50% de NPK, o destaque positivo foi a combinação tripla entre *R. tropici* + *Azo* + *Bac*.

Analisando o desempenho de cada bactéria entre as doses de NPK, testemunha, *R. tropici* + *B. subtilis*, *R. tropici* + *P. fluorescens*, *R. tropici* + *Azo* + *Pseudo*, apresentaram maior número de nódulos na dose zero de NPK. A inoculação com *R. tropici*, propiciou maior nodulação na dose zero e em 50% dos adubos. A coinoculação tripla *R. tropici* + *Azo* + *Bac*, só foi eficiente quando submetida a 50% da

dose de NPK, já o *R. tropici* + *A. brasilense* foram eficientes nos três tratamentos para o número de nódulos por planta.

Trabalhando com coinoculação de rizóbio e *Bacillus subtilis* em feijão-caupi, Araujo *et al.* (2009) constataram aumento na nodulação, indicando assim um potencial para aumentar a fixação biológica do N₂ e o crescimento das plantas.

Viçosi e Pelá (2020), em seu estudo com *Rhizobium tropici* e feijão-vagem, observaram um efeito adverso na relação da adubação nitrogenada e a fixação biológica de nitrogênio, indicando uma capacidade de redução na nodulação tanto na presença quanto na ausência do inoculante, demonstrando que não há desenvolvimento da bactéria com adubação de ureia. Zuffo *et al.* (2019) afirmaram também que a adubação nitrogenada na cultura da soja é capaz de inibir a nodulação, através da redução do número de nódulos.

Tabela 2. Desdobramento da interação doses NPK e coinoculações com BPCPs, da análise de variância referente a nodulação. Selvíria - MS, 2019 e 2020.

2019			
A. Coinoculação	Doses de NPK (% do recomendado)		
	0	50	100
Testemunha	155,25 Ae	123,25 Bd	62,75 Ce
<i>R. tropici</i>	135,25 Af	139,00 Ab	49,75 Bf
<i>R. tropici</i> + <i>A. brasilense</i>	138,75 Af	142,75 Ab	103,25 Ab
<i>R. tropici</i> + <i>B. subtilis</i>	254,00 Aa	132,25 Cc	165,75 Ba
<i>R. tropici</i> + <i>P. fluorescens</i>	204,75 Ac	126,25 Bd	88,75 Cc
<i>R. tropici</i> + Azo + Bac	171,25 Bd	181,75 Aa	89,25 Cc
<i>R. tropici</i> + Azo + Pseudo	247,25 Ab	72,75 Ce	84,25 Bd
Erro padrão	1,63		
2020			
B. Coinoculação	Doses de NPK (% do recomendado)		
	0	50	100
Testemunha	71,00 Bc	77,25 Bc	124,00 Ac
<i>R. tropici</i>	64,00 Ac	64,00 Ac	30,75 Bd
<i>R. tropici</i> + <i>A. brasilense</i>	248,75 Aa	216,00 Ba	169,75 Cb
<i>R. tropici</i> + <i>B. subtilis</i>	105,25 Bb	104,75 Bb	148,75 Ac
<i>R. tropici</i> + <i>P. fluorescens</i>	87,25 Bc	87,25 Bc	133,75 Ac
<i>R. tropici</i> + Azo + Bac	73,75 Bc	73,75 Bc	163,00 Ab
<i>R. tropici</i> + Azo + Pseudo	109,00 Bb	109,00 Bb	188,75 Aa
Erro padrão	7,25		

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha para doses de NPK não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna para coinoculação não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

No desdobramento do ano de 2020 (Tabela 2.B), a coinoculação com *R. tropici* + *A. brasilense* apresentou maior nodulação do feijoeiro na dose zero e 50% de

NPK. Com 100% de NPK, a coinoculação tripla *R. tropici* + *Azo* + *Pseudo* teve maior número de nódulos por planta.

Analisando o desempenho de cada bactéria dentro das doses de NPK, as coinoculações *R. tropici* + *B. subtilis*, *R. tropici* + *P. fluorescens*, *R. tropici* + *Azo* + *Bac*, *R. tropici* + *Azo* + *Pseudo* proporcionaram maior nodulação na dose 100% de NPK. Por outro lado, o *R. tropici*, na dose zero e 50% propiciou melhores resultados, enquanto *R. tropici* + *A. brasilense*, se destacou apenas na dose zero, diferindo da testemunha que teve nodulação eficiente na dose recomendada do adubo NPK.

Carvalho *et al.* (2017) também constataram que a coinoculação com *Azospirillum* favoreceu uma nodulação mais abundante nas plantas de feijoeiro comum cerca de 43% superior ao tratamento inoculado apenas com rizóbio. A efetividade da coinoculação de *Rhizobium* e *Azospirillum* e os efeitos no desenvolvimento nodular em feijão, sugerindo que pode estimular o aumento do número de raízes laterais e de pelos radiculares (OKON; KAPULNIK, 1986). Dardanelli *et al.* (2008) verificaram que a inoculação com *A. brasilense* é capaz de prolongar a sinalização das raízes para *Rhizobium tropici* pela maior produção de flavonóides, favorecendo, consequentemente, a nodulação das plantas.

Com o desdobramento da massa seca de nódulos em 2019 (Tabela 3.A), nota-se que na dose zero de NPK houve maior massa na combinação entre *R. tropici* + *P. fluorescens*. Enquanto na dose de 50% de NPK, o destaque foi a combinação tripla entre *R. tropici* + *Azo* + *Bac*, e em 100% do adubo, foram *R. tropici* + *P. fluorescens* e *R. tropici* + *Azo* + *Bac*.

Analisando o desempenho de cada bactéria entre as doses de NPK, todos os tratamentos apresentaram maior massa em 50% do adubo recomendado, com exceção do *R. tropici* + *P. fluorescens* e *R. tropici* + *Azo* + *Pseudo*, que se destacaram na dose parcial e total recomendada para a cultura.

No desdobramento do ano de 2020 (Tabela 3.B), para a dose zero, *R. tropici* + *P. fluorescens* obteve a maior massa seca de nódulos. Em 50% de NPK, foram *R. tropici* + *A. brasilense* e *R. tropici* + *B. subtilis*. Com 100% de NPK, a coinoculação *R. tropici* + *A. brasilense*, obteve o maior resultado.

Analisando o desempenho de cada bactéria dentro das doses de NPK, as coinoculações *R. tropici*, *R. tropici* + *P. fluorescens*, *R. tropici* + *Azo* + *Pseudo* e a testemunha, tiveram maior massa seca na dose zero de NPK. O *R. tropici* + *B. subtilis* e *R. tropici* + *Azo* + *Bac*, conseguiram tal margem na dose parcial do adubo aplicado, ao

passo que *R. tropici* + *A. brasilense*, atingiu maior massa quando submetido à dose total de NPK.

Tabela 3. Desdobramento da interação doses NPK e coinoculações com BPCPs, da análise de variância referente a massa seca de nódulos. Selvíria - MS, 2019 e 2020.

2019			
A. Coinoculação	Doses de NPK (% do recomendado)		
	0	50	100
Testemunha	0,16 Ce	1,29 Ad	1,12 Bd
<i>R. tropici</i>	0,15 Ce	1,40 Ab	1,14 Bc
<i>R. tropici</i> + <i>A. brasilense</i>	0,13 Cf	1,34 Ac	1,24 Bb
<i>R. tropici</i> + <i>B. subtilis</i>	0,28 Cb	1,29 Ad	1,23 Bb
<i>R. tropici</i> + <i>P. fluorescens</i>	0,32 Ba	1,31 Ad	1,31 Aa
<i>R. tropici</i> + Azo + <i>Bac</i>	0,20 Cc	1,45 Aa	1,30 Ba
<i>R. tropici</i> + Azo + <i>Pseudo</i>	0,17 Bd	1,21 Ae	1,23 Ab
Erro padrão	0,01		

2020			
B. Coinoculação	Doses de NPK (% do recomendado)		
	0	50	100
Testemunha	0,25 Ab	0,13 Bc	0,15 Bb
<i>R. tropici</i>	0,12 Ac	0,06 Bd	0,06 Bd
<i>R. tropici</i> + <i>A. brasilense</i>	0,04 Cd	0,23 Ba	0,27 Aa
<i>R. tropici</i> + <i>B. subtilis</i>	0,03 Cd	0,23 Aa	0,12 Bc
<i>R. tropici</i> + <i>P. fluorescens</i>	0,75 Aa	0,06 Bd	0,05 Bd
<i>R. tropici</i> + Azo + <i>Bac</i>	0,03 Cd	0,11 Ac	0,06 Bd
<i>R. tropici</i> + Azo + <i>Pseudo</i>	0,24 Ab	0,16 Bb	0,12 Cc
Erro padrão	0,01		

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha para doses de NPK não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna para coinoculação não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

4.2 Índice de clorofila foliar (ICF) e área foliar (AF)

Quanto ao índice de clorofila foliar avaliado no florescimento não se notou diferença significativa entre as doses de NPK e as coinoculações em ambos os anos experimentais (Tabela 4). Para a área foliar é possível notar diferença significativa entre os fatores analisados, em 2019 e 2020.

O N é nutriente chave para aumentar o índice de área foliar e, consequentemente, as taxas de fotossíntese (MARSCHNER, 2012), contribuindo assim na fotossíntese e aumento da produtividade (FAGERIA *et al.*, 2006).

Tabela 4. Valores médios de índice de clorofila foliar e área foliar em relação a doses de NPK e as coinoculações com BPCPs em de feijão de inverno irrigado. Selvíria - MS, 2019 e 2020.

Doses de NPK (% do recomendado)	ICF		AF (cm ²)	
	2019	2020	2019	2020
0	34,33	36,10	129,89	107,54
50	34,35	36,53	124,83	126,09
100	34,50	36,14	119,20	116,88
DMS (%)	0,52	1,39	0,51	4,99
Coinoculação				
Testemunha	33,47	37,13	143,81	121,76
<i>R. tropici</i>	34,77	35,20	109,19	111,14
<i>R. tropici</i> + <i>A. brasilense</i>	33,83	36,34	138,87	119,57
<i>R. tropici</i> + <i>B. subtilis</i>	33,53	35,84	142,08	100,68
<i>R. tropici</i> + <i>P. fluorescens</i>	34,49	37,01	102,83	134,53
<i>R</i> + <i>Azo</i> + <i>Bac</i>	35,56	36,19	131,80	117,89
<i>R</i> + <i>Azo</i> + <i>Pseudo</i>	35,56	36,09	103,89	112,30
Teste F				
Doses NPK (D)	0,36 ns	0,32 ns	1283,82 **	39,86 **
Coinoculação (C)	12,20 **	1,14 ns	6636,98 **	21,84 **
D x C	0,54 ns	0,59 ns	15829,50 **	42,26 **
Média Geral	34,39	36,26	124,64	116,84
Erro Padrão	0,15	0,41	0,15	1,47
CV (%)	2,35	5,97	0,63	6,65

Médias seguidas de mesma letra na coluna para doses de NPK não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Médias seguidas de mesma letra na coluna para Coinoculação não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

**, * e ns: significativas em $p < 0,01$, $0,01 < p < 0,05$, e não significativos, respectivamente.

No desdobramento da interação da área foliar em 2019 (Tabela 5.A), é perceptível que na dose zero e 50% de NPK, a testemunha sem inoculação promoveu maior área foliar, quando comparado com as coinoculações, enquanto na dose 100%, a combinação *R. tropici* + *B. subtilis* demonstrou maior área foliar.

Analisando o desempenho de cada bactéria dentro das doses de NPK, a testemunha, *R. tropici* + *A. brasilense*, *R. tropici* + *P. fluorescens* e *R. tropici* + *Azo* + *Pseudo* apresentaram maiores médias foliares na ausência de adubação NPK. *R. tropici*, *R. tropici* + *B. subtilis*, *R. tropici* + *Azo* + *Bac* só foram eficientes na dose 100% do adubo NPK foi fornecida.

Tabela 5. Desdobramento da interação doses NPK e coinoculações com BPCPs, da análise de variância referente área foliar. Selvíria - MS, 2019 e 2020.

2019			
A. Coinoculação	Doses de NPK (% do recomendado)		
	0	50	100
Testemunha	183,28 Aa	176,28 Ba	71,73 Cf
<i>R. tropici</i>	83,43 Cf	95,62 Be	148,52 Ac
<i>R. tropici</i> + <i>A. brasilense</i>	165,16 Ab	134,38 Bd	117,08 Cd
<i>R. tropici</i> + <i>B. subtilis</i>	86,70 Ce	159,34 Bb	180,34 Aa
<i>R. tropici</i> + <i>P. fluorescens</i>	154,76 Ad	85,10 Bf	68,63 Cg
<i>R. tropici</i> + Azo + <i>Bac</i>	75,99 Cg	148,50 Bc	170,92 Ab
<i>R. tropici</i> + Azo + <i>Pseudo</i>	159,89 Ac	74,47 Cg	77,32 Be
Erro padrão	0,40		

2020			
B. Coinoculação	Doses de NPK (% do recomendado)		
	0	50	100
Testemunha	86,37 Bc	144,02 Aa	134,88 Aa
<i>R. tropici</i>	114,39 Bb	80,07 Cd	138,97 Aa
<i>R. tropici</i> + <i>A. brasilense</i>	119,97 Bb	144,88 Aa	93,85 Cb
<i>R. tropici</i> + <i>B. subtilis</i>	95,03 Bc	115,45 Ac	91,56 Bb
<i>R. tropici</i> + <i>P. fluorescens</i>	148,53 Aa	127,62 Bb	127,43 Ba
<i>R. tropici</i> + Azo + <i>Bac</i>	115,29 Bb	141,03 Aa	97,36 Cb
<i>R. tropici</i> + Azo + <i>Pseudo</i>	73,22 Bd	129,58 Ab	134,08 Aa
Erro padrão	3,88		

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha para doses de NPK não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna para coinoculação não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

No desdobramento de 2020 (Tabela 5.B), nota-se que na dose zero, o *R. tropici* + *P. fluorescens* obtiveram maior média de área foliar. Na dose 50% NPK, foram superiores em área foliar a testemunha, *R. tropici* + *A. brasilense* e *R. tropici* + Azo + *Bac*. Na dose recomendada do adubo (100% NPK), a testemunha, *R. tropici*, *R. tropici* + *P. fluorescens* e *R. tropici* + Azo + *Pseudo*, destacaram-se por promover maior área foliar.

Analisando o desempenho de cada bactéria entre as doses de adubo, a combinação *R. tropici* + *P. fluorescens*, se mostrou eficiente sem a necessidade de adubação, a testemunha e a combinação tripla *R. tropici* + Azo + *Pseudo* apresentaram melhores resultados quando na dose 50% e 100% de NPK. As coinoculações com *R. tropici* + *A. brasilense*, *R. tropici* + *B. subtilis* e *R. tropici* + Azo + *Bac* propiciaram maior expansão foliar com 50% de NPK. E o *R. tropici* foi o único tratamento que apresentou maior área foliar apenas na dose recomendada da adubação NPK.

Corroborando Viçosi (2019), em seu experimento com feijão-vagem constatou que para a variável em questão, o tratamento sem adubação nitrogenada de cobertura

(dose de 0 kg ha⁻¹) apresentou a maior média quando comparado na presença de adubação semelhante. Lynch *et al.* (1991) e Araújo e Teixeira (2000), reportaram limitações ao aumento da área foliar do feijoeiro em baixos teores de P no substrato. Nesta condição, há redução na produção de folhas novas, o que pode reduzir a taxa fotossintética e afetar o crescimento da planta em estádios posteriores.

Coelho *et al.* (2008) notaram que os tratamentos que foram submetidos à bactérias dos gêneros *Burkholderia sp.*, *Pseudomonas sp.* e *Rhizobium sp.* apresentaram médias de área foliar superiores as obtidas nos demais tratamentos e controle.

4.3 Concentração foliar de nutrientes

Na Tabela 6, é apresentada a concentração foliar dos macronutrientes em folhas diagnósticas de feijoeiro nos dois anos de cultivo, em função das coinoculações e doses de NPK. Observa-se que houve interação significativa nas concentrações foliares de N e Ca no ano de 2019, para P e S, a interação ocorreu no ano de 2020, e o K em ambos os anos.

Os resultados da análise foliar foram interpretados conforme as faixas de suficiência descritas por Ambrosano *et al.* (1997) em g kg⁻¹: N- 30,0 a 50,0, P- 2,5 a 4,0, K- 20,0 a 24,0, Ca- 10,0 a 20,0, Mg- 2,5 a 5,0 e S- 2,0 a 3,0.

A concentração de N foliar média das plantas do experimento ficou dentro do padrão adequado para o feijoeiro. A concentração de P foliar estavam altas em 2019, independentemente do tratamento, para a concentração de K foliar no ano de 2019, os valores estavam superiores à faixa estipulada como adequada. Para concentração Ca foliar, no primeiro ano de experimento, os valores ficaram abaixo da faixa adequada, à medida que o Mg e S estavam dentro da faixa de suficiência descrita por Ambrosano *et al.* (1997).

Não foi constatada diferença entre doses de NPK para as concentrações foliares de N em 2020 e P em 2019 (Tabela 6). Porém, em 2020, verificou-se que a concentração de Ca foi maior com 50 e 100% da dose recomendada de NPK. Em 2019, a concentração foliar de Mg foi superior na dose de 50% de NPK, não diferindo do controle sem adubação, porém em 2020, a maior concentração de Mg foliar foi observada na dose 100% NPK. Resultado semelhante ocorreu para a concentração de Mg foliar em 2020, com a maior dose de NPK.

Tabela 6. Valores médios de concentrações foliares de N, P, K, Ca, Mg e S em folhas diagnósticas, em relação a doses de NPK e as coinoculações com BPCPs em feijão de inverno irrigado. Selvíria - MS, 2019 e 2020.

Doses de NPK (% do recomendado)	N		P		K	
	----- g kg ⁻¹ -----					
	2019	2020	2019	2020	2019	2020
0	50,10	45,51	6,29	3,89	28,68	22,14
50	48,74	44,16	6,34	3,74	27,38	21,27
100	51,99	44,23	6,21	3,60	24,85	19,94
DMS (%)	1,08	1,63	0,32	0,20	1,54	1,13
Coinoculação						
Testemunha	50,59	44,38	6,42	3,57	30,33	22,69
<i>R. tropici</i>	49,99	43,56	6,20	3,81	27,10	22,02
<i>R. tropici</i> + <i>A. brasilense</i>	52,31	43,38	6,37	3,47	26,98	19,66
<i>R. tropici</i> + <i>B. subtilis</i>	47,33	45,67	5,99	3,94	24,81	20,93
<i>R. tropici</i> + <i>P. fluorescens</i>	49,80	45,47	6,33	3,57	26,48	21,32
<i>R</i> + <i>Azo</i> + <i>Bac</i>	51,12	45,19	6,10	3,82	22,92	19,89
<i>R</i> + <i>Azo</i> + <i>Pseudo</i>	50,79	44,80	6,56	4,02	30,17	21,30
Teste F						
Doses NPK (D)	27,14**	2,57ns	0,51ns	6,34**	19,02**	11,49**
Coinoculação (C)	10,37**	1,55ns	1,88ns	5,58**	15,31**	4,71**
D x C	6,96**	1,97ns	0,99ns	2,74**	7,44**	3,36**
Média Geral	50,28	44,63	6,82	3,74	26,97	21,12
Erro Padrão	0,31	0,47	0,09	0,06	0,44	0,33
CV (%)	2,85	4,88	6,82	7,17	7,59	7,09

Doses de NPK (% do recomendado)	Ca		Mg		S	
	----- g kg ⁻¹ -----					
	2019	2020	2019	2020	2019	2020
0	7,19	11,46	3,13	3,39	2,70	2,37
50	8,19	13,50	3,45	3,79	2,68	2,18
100	5,51	13,45	2,79	4,32	3,04	2,21
DMS (%)	0,71	1,28	0,56	0,39	0,25	0,16
Coinoculação						
Testemunha	7,67	12,46	3,50	3,93	2,90	2,29
<i>R. tropici</i>	6,98	13,09	3,30	3,86	2,69	2,27
<i>R. tropici</i> + <i>A. brasilense</i>	7,44	12,56	3,29	3,84	2,91	2,27
<i>R. tropici</i> + <i>B. subtilis</i>	6,66	12,90	3,08	4,01	2,72	2,27
<i>R. tropici</i> + <i>P. fluorescens</i>	7,80	14,12	3,24	3,82	2,72	2,09
<i>R</i> + <i>Azo</i> + <i>Bac</i>	6,14	12,23	2,79	3,60	2,70	2,28
<i>R</i> + <i>Azo</i> + <i>Pseudo</i>	6,06	12,27	2,67	3,77	3,01	2,32
Teste F						
Doses NPK (D)	42,98**	9,69**	4,19*	17,06*	7,66**	5,10*
Coinoculação (C)	5,07**	1,35ns	1,47ns	0,56ns	1,33ns	1,16ns
D x C	6,90**	1,21ns	1,72ns	0,84ns	0,38ns	2,09*
Média Geral	6,96	12,80	3,12	3,83	2,81	2,25
Erro Padrão	0,21	0,37	0,16	0,11	0,07	0,05
CV (%)	13,57	13,36	23,73	13,62	12,01	9,32

Médias seguidas de mesma letra na coluna para doses de NPK não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Médias seguidas de mesma letra na coluna para Coinoculação não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

**, * e ns: significativas em p <0,01, 0,01 <p <0,05, e não significativos, respectivamente.

No desdobramento da concentração foliar de N (Tabela 7), é notável que na dose zero, as coinoculações que tiveram melhores desempenho foram *R. tropici* + *A. brasilense*, *R. tropici* + *P. fluorescens*, *R. tropici* + *Azo* + *Bac* e *R. tropici* + *Azo* + *Pseudo*. Na dose 50% de NPK, *R. tropici* e *R. tropici* + *A. brasilense* se sobressaíram, na dose de 100% de NPK foram superiores em concentração de N foliar, a testemunha e coinoculação com *R. tropici* + *Azo* + *Bac*.

Quanto ao desempenho de cada bactéria entre as doses de adubo (Tabela 7), a testemunha e *R. tropici* + *Azo* + *Bac* apresentaram maior concentração de N foliar na dose 100% de N-P-K. O *R. tropici*, *R. tropici* + *A. brasilense* e *R. tropici* + *Azo* + *Pseudo* não diferiram estatisticamente entre as três doses de adubo usadas no experimento. Por sua vez, *R. tropici* + *B. subtilis* destacou-se nas doses 50 e 100% de NPK. O *R. tropici* + *P. fluorescens* mostrou mais eficiente na dose zero e na dose recomendada de NPK para a concentração de N foliar.

Em um experimento estudando a influência da coinoculação em duas cultivares de feijão em cinco locais diferentes, Remans (2008) observou que a coinoculação de *Azospirillum* e *Rhizobium* quando comparada com a inoculação com *Rhizobium* apenas, aumentou a quantidade de nitrogênio fixado. Segundo Dobbelaere *et al.* (2001), este resultado pode estar relacionado à fixação biológica do nitrogênio atmosférico juntamente com os mecanismos de crescimento, aumentando assim a capacidade das plantas em absorver o nutriente do solo.

Por outro lado, Corsini (2014), ao avaliar o teor de N foliar verificou nas doses de 30, 60, 90 e 120 kg ha⁻¹ que a ausência de inoculação proporcionou às plantas de feijão maior teor de N em relação aos demais tratamentos.

Tabela 7. Desdobramento da interação doses NPK e coinoculações com BPCPs, da análise de variância referente a concentração foliar de N. Selvíria - MS, 2019.

Coinoculação	Doses de NPK (% do recomendado)		
	0	50	100
Testemunha	48,80 Bb	48,67 Bb	54,30 Aa
<i>R. tropici</i>	49,03 Ab	51,07 Aa	49,87 Ac
<i>R. tropici</i> + <i>A. brasilense</i>	53,10 Aa	52,03 Aa	51,80 Ab
<i>R. tropici</i> + <i>B. subtilis</i>	45,87 Bc	46,87 ABc	49,27 Ac
<i>R. tropici</i> + <i>P. fluorescens</i>	52,10 Aa	47,00 Bc	50,30 Ac
<i>R. tropici</i> + Azo + <i>Bac</i>	51,20 Ba	46,30 Cc	55,87 Aa
<i>R. tropici</i> + Azo + <i>Pseudo</i>	50,60 ABa	49,27 Bb	52,50 Bb
Erro padrão	2,85		

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha para doses de NPK não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna para coinoculação não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade

No desdobramento dos fatores estudados para a concentração foliar de P no ano de 2020 (Tabela 8), é possível notar que na dose zero, a coinoculação que teve maior destaque foi *R. tropici* + *A. brasilense* + *P. fluorescens*. Na dose 50% de NPK recomendado, as bactérias *R. tropici*, *R. tropici* + *B. subtilis* e *R. tropici* + *A. brasilense* + *P. fluorescens* apresentaram maior concentração foliar do nutriente. Na dose 100%, as coinoculações obtiveram resultados satisfatórios para a concentração de P foliar, com exceção da testemunha e da combinação entre *R. tropici* + *A. brasilense*.

Quanto ao desempenho de cada bactéria dentro de doses de NPK (Tabela 8), as inoculações com *R. tropici*, *R. tropici* + *A. brasilense*, *R. tropici* + *B. subtilis* e *R. tropici* + *P. fluorescens* não diferiram entre si estatisticamente. A testemunha, e a coinoculação tripla *R. tropici* + Azo + *Pseudo* apresentam concentrações semelhantes nas doses zero e 50% de NPK. A coinoculação com *R. tropici* + Azo + *Bac* obteve maiores concentrações de P foliar na dose zero e 50%.

Segundo Duijff *et al.* (1997), a *P. fluorescens* pode ser inoculada para incrementar o fósforo (P) disponível no solo para as plantas, por meio da mineralização de fosfatos orgânicos por ação pela liberação de fosfatases ou solubilização de fosfatos inorgânicos, por meio dos ácidos orgânicos.

Chaves *et al.* (2013) verificaram maior eficiência do superfosfato triplo na cultura do milho quando associado à inoculação com *P. fluorescens*. Esses autores observaram ainda que a combinação dessa bactéria com fosfato natural reativo aumentou o teor de fósforo nas folhas de milho. Zamariolli (2016) notou que a capacidade de solubilização de fosfatos com *P. fluorescens* é maior nas fontes de

fósforo menos solúveis, sendo uma alternativa sustentável para melhorar a eficiência dessas fontes de P.

Tabela 8. Desdobramento da interação doses NPK e coinoculações com BPCPs, da análise de variância referente a concentração foliar de P. Selvíria - MS, 2020.

Coinoculação	Doses de NPK (% do recomendado)		
	0	50	100
Testemunha	3,93 Ab	3,50 ABb	3,27 Bb
<i>R. tropici</i>	3,67 Ab	4,10 Aa	3,67 Aa
<i>R. tropici</i> + <i>A. brasilense</i>	3,70 Ab	3,53 Ab	3,17 Ab
<i>R. tropici</i> + <i>B. subtilis</i>	4,10 Aa	4,03 Aa	3,70 Aa
<i>R. tropici</i> + <i>P. fluorescens</i>	3,60 Ab	3,50 Ab	3,60 Aa
<i>R. tropici</i> + Azo + <i>Bac</i>	3,83 ABb	3,50 Bb	4,13 Aa
<i>R. tropici</i> + Azo + <i>Pseudo</i>	4,40 Aa	4,03 ABa	3,63 Ba
Erro padrão	0,16		

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha para doses de NPK não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna para coinoculação não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

No desdobramento referente a concentração foliar de K no ano 2019 (Tabela 9.A), na dose zero, a testemunha foi superior aos demais tratamentos com inoculação. Na dose 50% de NPK, *R. tropici* + Azo + *Pseudo* proporcionou maior concentração de K foliar dentre as demais. Enquanto que na dose de 100% NPK, a testemunha e *R. tropici* + Azo + *Pseudo* foram superiores no teor deste macronutriente.

Referente ao desempenho de cada bactéria entre as doses de adubo, testemunha e *R. tropici* + *A. brasilense* obtiveram resultados semelhantes na dose zero e 100% (Tabela 9.A). O *R. tropici*, *R. tropici* + *B. subtilis* e *R. tropici* + *P. fluorescens*, apresentaram melhores resultados na dose zero e na dose parcial. Já *R. tropici* + Azo + *Bac*, se destacou apenas na dose zero, ao passo que *R. tropici* + Azo + *Pseudo*, se destacou na dose parcial e cheia.

Com o desdobramento da concentração de K foliar do ano 2020 (Tabela 9.B), nota-se que na dose zero todas as coinoculações obtiveram resultados satisfatórios. Na dose 50% de NPK, a inoculação com *R. tropici* foi superior aos demais na concentração de K foliar. E em 100% da dose de NPK, a testemunha, *R. tropici* + *B. subtilis*, *R. tropici* + *P. fluorescens* e *R. tropici* + Azo + *Pseudo*, foram superiores na concentração de macronutriente.

Quanto ao desempenho de bactérias entre as doses de NPK (Tabela 9.B), a testemunha, *R. tropici*, *R. tropici* + *A. brasilense*, *R. tropici* + *B. subtilis*, *R. tropici* + *P. fluorescens* e *R. tropici* + Azo + *Pseud* não diferiram estatisticamente. O *R. tropici* se

destacou em concentração de K foliar na dose 50% de NPK, e a coinoculação com *R. tropici* + *Azo* + *Bac* na dose zero e 50% de NPK.

O feijão possui um alto consumo de K, e é eficiente no aproveitamento deste nutriente, absorvendo mais de 50% do total aplicado (OLIVEIRA JUNIOR *et al.*, 2013). O nutriente na forma iônica regula e participa de muitos processos importantes, como: fotossíntese, abertura e fechamento de estômatos, absorção de água do solo, atividades enzimáticas, como a síntese da enzima ribulose bifosfato carboxilase (EPSTEIN; BLOOM, 2006), síntese do amido e síntese protéica (MARSCHNER, 2012).

Tabela 9. Desdobramento da interação doses NPK e coinoculações com BPCPs, da análise de variância referente a concentração foliar de K. Selvíria - MS, 2019.

2019			
A. Coinoculação	Doses de NPK (% do recomendado)		
	0	50	100
Testemunha	32,37 Aa	27,47 Bb	31,17 ABa
<i>R. tropici</i>	28,77 Ab	29,77 Ab	22,77 Bc
<i>R. tropici</i> + <i>A. brasilense</i>	29,60 Ab	23,97 Bc	27,37 ABb
<i>R. tropici</i> + <i>B. subtilis</i>	27,93 Ab	26,20 Ac	20,30 Bd
<i>R. tropici</i> + <i>P. fluorescens</i>	27,53 Ab	28,53 Ab	23,37 Bc
<i>R. tropici</i> + <i>Azo</i> + <i>Bac</i>	27,90 Ab	23,37 Bc	17,50 Cd
<i>R. tropici</i> + <i>Azo</i> + <i>Pseudo</i>	26,67 Bb	32,37 Aa	31,47 Aa
Erro padrão	1,18		
2020			
B. Coinoculação	Doses de NPK (% do recomendado)		
	0	50	100
Testemunha	24,50 Aa	21,80 Ab	21,77 Aa
<i>R. tropici</i>	20,73 Ba	26,00 Aa	19,33 Bb
<i>R. tropici</i> + <i>A. brasilense</i>	20,97 Aa	19,70 Ab	18,30 Ab
<i>R. tropici</i> + <i>B. subtilis</i>	21,30 Aa	20,50 Ab	21,00 Aa
<i>R. tropici</i> + <i>P. fluorescens</i>	22,73 Aa	20,77 Ab	20,47 Aa
<i>R. tropici</i> + <i>Azo</i> + <i>Bac</i>	22,13 Aa	19,37 ABb	18,17 Bb
<i>R. tropici</i> + <i>Azo</i> + <i>Pseudo</i>	22,60 Aa	20,77 Ab	20,53 Aa
Erro padrão	0,86		

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha para doses de NPK não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna para coinoculação não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

No desdobramento da concentração foliar de Ca no ano 2019 (Tabela 10), observa-se que na dose zero de NPK, a maioria das coinoculações se destacaram com exceção das duas combinações triplas usadas no experimento. Na dose 50% de NPK, apenas *R. tropici* + *P. fluorescens* foi maior que os demais. Quanto a 100% de NPK, a

testemunha e *R. tropici* + *A. brasilense* obtiveram resultados mais satisfatórios que os demais tratamentos.

Referente ao desempenho das bactérias entre as doses de NPK para concentração foliar de Ca (Tabela 10), a testemunha e *R. tropici* + *A. brasilense* não diferiram estatisticamente entre as doses de NPK. As inoculações com *R. tropici*, *R. tropici* + *B. subtilis*, *R. tropici* + *Azo* + *Bac*, só não apresentaram maior concentração de Ca foliar do nutriente na dose de 100% de NPK. Já as coinoculações *R. tropici* + *P. fluorescens* e *R. tropici* + *Azo* + *Pseudo* propiciaram concentração de Ca superior na dose 50% de NPK.

Gilabel (2018) em seu experimento com feijoeiro comum, constatou que o fornecimento de N na semeadura proporcionou incrementos nos teores foliares de cálcio e magnésio, nas duas épocas de cultivo. O teor foliar de Ca considerado adequado para a cultura está compreendido entre 10 e 20 g kg⁻¹ (AMBROSANO *et al.*, 1997); sendo assim, os valores observados para todos os tratamentos, exceto *R. tropici* + *P. fluorescens*, encontram-se abaixo do adequado, possivelmente devido a não realização de calagem antecedendo à instalação do experimento, por ser uma área de plantio direto rotacionado com soja e pelo fato de que o solo inicialmente estava com uma saturação por base de 69%.

Tabela 10. Desdobramento da interação doses NPK e coinoculações com BPCPs, da análise de variância referente a concentração foliar de Ca. Selvíria - MS, 2019.

Coinoculação	Doses de NPK (% do recomendado)		
	0	50	100
Testemunha	7,60 Aa	7,53 Ab	7,87 Aa
<i>R. tropici</i>	7,63 Aa	7,80 Ab	5,50 Bb
<i>R. tropici</i> + <i>A. brasilense</i>	7,57 Aa	7,47 Ab	7,30 Aa
<i>R. tropici</i> + <i>B. subtilis</i>	7,87 Aa	7,60 Ab	4,50 Bb
<i>R. tropici</i> + <i>P. fluorescens</i>	7,90 Ba	11,53 Aa	3,97 Cb
<i>R. tropici</i> + <i>Azo</i> + <i>Bac</i>	6,57 Ab	7,90 Ab	3,97 Bb
<i>R. tropici</i> + <i>Azo</i> + <i>Pseudo</i>	5,17 Bb	7,50 Ab	5,50 Bb
Erro padrão	0,55		

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha para doses de NPK não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna para coinoculação não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

No desdobramento da concentração foliar de S do ano 2020 (Tabela 11), nota-se que nas doses zero, 50% e 100%, as coinoculações tiveram o mesmo desempenho, não diferindo estatisticamente entre si, inclusive da testemunha sem inoculação.

Quanto à análise de bactérias dentro das doses de NPK (Tabela 11), a testemunha, *R. tropici* + *A. brasilense*, *R. tropici* + *P. fluorescens* e *R. tropici* + *Azo* + *Bac*, não diferiram estatisticamente. O *R. tropici* se destacou com maior concentração

de S foliar na dose de 50% e 100% de NPK, já o *R. tropici* + *B. subtilis* foi maior na concentração foliar deste nutriente na dose zero e 100%. A coinoculação tripla entre *R. tropici* + *Azo* + *Pseudo*, apresentou maior concentração foliar de S na dose zero.

Tabela 11. Desdobramento da interação doses NPK e coinoculações com BPCPs, da análise de variância referente a concentração foliar de S. Selvíria - MS, 2020.

Coinoculação	Doses de NPK (% do recomendado)		
	0	50	100
Testemunha	2,43 Aa	2,20 Aa	2,23 Aa
<i>R. tropici</i>	2,03 Ba	2,47 Aa	2,30 ABa
<i>R. tropici</i> + <i>A. brasilense</i>	2,43 Aa	2,23 Aa	2,13 Aa
<i>R. tropici</i> + <i>B. subtilis</i>	2,50 Aa	2,00 Ba	2,30 ABa
<i>R. tropici</i> + <i>P. fluorescens</i>	2,27 Aa	1,97 Aa	2,03 Aa
<i>R. tropici</i> + <i>Azo</i> + <i>Bac</i>	2,30 Aa	2,17 Aa	2,37 Aa
<i>R. tropici</i> + <i>Azo</i> + <i>Pseudo</i>	2,63 Aa	2,20 Ba	2,13 Ba
Erro padrão	0,12		

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha para doses de NPK não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna para coinoculação não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Os valores de concentrações foliares dos micronutrientes estão apresentados na Tabela 12, e é possível notar que houve efeito significativo para a interação entre doses de NPK e coinoculações com BPCPs para a maioria dos micronutrientes nos dois anos, com exceção do Cu e Zn em 2020.

As concentrações foliares de Cu e Zn no feijoeiro em 2020 foram superiores com a aplicação de 50% da dose de NPK recomendada, porém para o cobre não houve diferença em relação a dose de 100% de NPK (Tabela 12). Analisando o efeito isolado de BPCPs, para a concentração de Cu foliar não houve diferença significativa e para a concentração de Zn foliar, verificou-se que foi maior para as coinoculações com *R. tropici* + *B. subtilis* e *R. tropici* + *Azo* + *Pseudo*.

Os resultados da análise foliar foram interpretados conforme as faixas de suficiência descritas por Ambrosano *et al.* (1997) em mg kg⁻¹: B- 15,0 a 26,0, Cu- 4,0 a 20,0, Fe- 40,0 a 140,0, Mn- 15,0 a 100,0, Zn- 18,0 a 50,0. Sendo assim, os teores de B e Fe foliar médios ficaram um pouco acima do adequado, e os teores foliares de Cu, Mn e Zn estavam adequados (Tabela 12). Possivelmente devido ao alto teor de ambos os elementos no solo (Fe e Mn) e aplicação via foliar na dose de 1 kg ha⁻¹ de B, na forma de ácido bórico em pré-florescimento da cultura do feijão, aliado à disponibilidade de água (irrigação), uma vez que, para o B, o contato íon-raiz ocorre por fluxo de massa (MALAVOLTA, 1980). Ressalta-se ainda que não foi observado nenhum sintoma de fitotoxidez por B e Fe nos dois anos experimentais.

Tabela 12. Valores médios de concentrações foliares de B, Cu, Fe, Mn, Zn em folhas diagnósticas, em relação a doses de NPK e as coinoculações com BPCPs em feijão de inverno irrigado. Selvíria - MS, 2019 e 2020.

Doses de NPK (% do recomendado)	B		Cu		Fe	
	----- g kg ⁻¹ -----					
	2019	2020	2019	2020	2019	2020
0	39,71	43,90	14,52	11,57	152,33	148,14
50	35,62	19,67	15,95	12,81	163,52	155,43
100	30,14	24,19	12,48	12,43	164,76	162,10
DMS (%)	2,38	1,43	1,14	1,02	3,22	5,49
Coinoculação						
Testemunha	32,22	28,11	15,78	12,78	155,56	149,11
<i>R. tropici</i>	38,78	27,33	12,56	12,44	169,00	158,56
<i>R. tropici</i> + <i>A. brasilense</i>	37,89	29,11	12,22	11,78	166,56	163,33
<i>R. tropici</i> + <i>B. subtilis</i>	35,22	34,22	13,22	12,00	169,56	148,22
<i>R. tropici</i> + <i>P. fluorescens</i>	34,56	28,22	15,00	12,00	160,78	154,33
<i>R</i> + <i>Azo</i> + <i>Bac</i>	32,89	29,22	17,56	12,89	153,33	159,22
<i>R</i> + <i>Azo</i> + <i>Pseudo</i>	34,56	28,56	13,89	12,00	146,67	153,78
Teste F						
Doses NPK (D)	48,29**	969,13**	27,77**	4,55*	53,46**	19,14**
Coinoculação (C)	5,24**	46,88**	14,27**	0,92 ns	37,28**	5,11**
D x C	4,06**	19,31**	17,01**	1,53ns	13,08**	4,12**
Média Geral	35,16	29,25	14,32	12,27	160,21	155,22
Erro Padrão	0,69	0,41	0,33	0,30	0,94	1,60
CV (%)	9,01	6,49	10,61	11,10	2,68	4,71

Doses de NPK (% do recomendado)	Mn		Zn	
	----- g kg ⁻¹ -----			
	2019	2020	2019	2020
0	89,43	83,29	30,90	25,00
50	79,57	67,10	40,67	29,90
100	96,62	78,52	38,14	27,24
DMS (%)	3,55	2,60	1,12	1,64
Coinoculação				
Testemunha	85,00	73,89	36,78	26,78
<i>R. tropici</i>	102,33	72,11	35,67	26,33
<i>R. tropici</i> + <i>A. brasilense</i>	104,78	77,22	36,56	24,33
<i>R. tropici</i> + <i>B. subtilis</i>	82,44	72,78	35,67	30,22
<i>R. tropici</i> + <i>P. fluorescens</i>	84,78	82,67	37,33	26,56
<i>R</i> + <i>Azo</i> + <i>Bac</i>	79,56	77,78	36,89	27,67
<i>R</i> + <i>Azo</i> + <i>Pseudo</i>	80,89	77,67	37,11	29,78
Teste F				
Doses NPK (D)	68,98**	121,90**	244,03**	26,56**
Coinoculação (C)	44,20**	10,21**	1,80ns	7,97**
D x C	55,75**	10,38**	7,38**	1,44ns
Média Geral	88,54	76,30	36,57	27,38
Erro Padrão	1,03	0,75	0,32	0,48
CV (%)	5,33	4,53	4,06	7,97

Médias seguidas de mesma letra na coluna para doses de NPK não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Médias seguidas de mesma letra na coluna para Coinoculação não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

**, * e ns: significativas em $p < 0,01$, $0,01 < p < 0,05$, e não significativas, respectivamente.

O desdobramento da concentração foliar de B em 2019 (Tabela 13.A) demonstra que na dose zero, *R. tropici* obteve a maior concentração desse importante micronutriente. Na dose 50% de NPK, os desempenhos das bactérias foram semelhantes e estas não diferiram estatisticamente. Já na dose 100% de NPK, o *R. tropici* e *R. tropici* + *Azo* + *Pseudo* obtiveram as maiores concentrações de B foliar.

Quanto ao desempenho de bactérias dentro das doses de NPK (Tabela 13.A), constata-se que a testemunha e *R. tropici* proporcionaram maiores concentrações de B foliar na dose zero de NPK. O *R. tropici* + *A. brasilense* na dose zero e 50% de NPK promoveu maior concentração de B, enquanto para *R. tropici* + *B. subtilis* e *R. tropici* + *P. fluorescens*, foi significativo quando submetidas à dose zero e 50% de NPK, por sua vez *R. tropici* + *Azo* + *Bac* e *R. tropici* + *Azo* + *Pseudo* propiciaram resultados semelhantes para doses de NPK, não diferindo entre si estatisticamente.

No desdobramento da concentração foliar de B em 2020 (Tabela 13.B), observa-se que na dose zero e 50% de NPK, as coinoculações apresentaram o mesmo comportamento, não diferindo entre si estatisticamente, enquanto que na dose 100%, o *R. tropici* + *B. subtilis* proporcionou maior concentração foliar de B.

Quanto ao efeito de bactérias dentro doses de NPK (Tabela 13.B), todas apresentaram resultados superiores quando submetidas à dose zero de NPK.

Tabela 13. Desdobramento da interação doses NPK e coinoculações com BPCPs, da análise de variância referente a concentração foliar de B. Selvíria - MS, 2019 e 2020.

2019			
A. Coinoculação	Doses de NPK (% do recomendado)		
	0	50	100
Testemunha	39,33 Ac	32,67 Ba	24,67 Cb
<i>R. tropici</i>	49,00 Aa	39,33 Ba	28,00 Ca
<i>R. tropici</i> + <i>A. brasilense</i>	41,67 Ac	38,00 ABa	34,00 Bb
<i>R. tropici</i> + <i>B. subtilis</i>	40,67 Ac	36,00 Aa	29,00 Bb
<i>R. tropici</i> + <i>P. fluorescens</i>	38,00 Ac	36,00 Aa	29,67 Bb
<i>R. tropici</i> + Azo + <i>Bac</i>	33,67 Ab	35,00 Aa	30,00 Ab
<i>R. tropici</i> + Azo + <i>Pseudo</i>	35,67 Ab	32,33 Aa	35,67 Aa
Erro padrão	1,83		

2020			
B. Coinoculação	Doses de NPK (% do recomendado)		
	0	50	100
Testemunha	45,00 Aa	19,67 Ba	19,67 Bb
<i>R. tropici</i>	41,67 Aa	18,00 Ca	22,33 Ba
<i>R. tropici</i> + <i>A. brasilense</i>	44,33 Aa	19,33 Ca	23,67 Bb
<i>R. tropici</i> + <i>B. subtilis</i>	45,00 Aa	22,67 Ca	35,00 Ba
<i>R. tropici</i> + <i>P. fluorescens</i>	43,00 Aa	18,67 Ca	23,00 Bb
<i>R. tropici</i> + Azo + <i>Bac</i>	43,67 Aa	20,00 Ca	24,00 Bb
<i>R. tropici</i> + Azo + <i>Pseudo</i>	44,67 Aa	19,33 Ba	21,67 Bb
Erro padrão	1,10		

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha para doses de NPK não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna para coinoculação não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

O desdobramento da concentração foliar de Cu (Tabela 14), evidencia que na dose zero, o *R. tropici* + Azo + *Bac* apresentou maior concentração foliar deste micronutriente, com 50% da dose de NPK, o *R. tropici* + *P. fluorescens* foi superior aos demais. Na dose recomendada de NPK (100%), todas as coinoculações se destacaram, não diferindo entre si estatisticamente.

Quanto à eficiência das bactérias dentro das doses de NPK (Tabela 14), percebe-se que a testemunha propiciou melhores resultados na dose zero e 50% de NPK, e o *R. tropici* e *R. tropici* + *A. brasilense* na dose 50% e 100% de NPK. Estatisticamente não diferiu entre as três doses estudadas a coinoculação entre *R. tropici* + *B. subtilis*, já *R. tropici* + *P. fluorescens* e *R. tropici* + Azo + *Pseudo* mostraram resultados superiores de concentração Cu foliar quando foi usado 50% de NPK, *R. tropici* + Azo + *Bac* proporcionou maior Cu foliar na dose zero de NPK.

Tabela 14. Desdobramento da interação doses NPK e coinoculações com BPCPs, da análise de variância referente a concentração foliar de Cu. Selvíria - MS, 2019.

Coinoculação	Doses de NPK (% do recomendado)		
	0	50	100
Testemunha	17,67 Ab	17,00 Ab	12,67 Ba
<i>R. tropici</i>	11,00 Bd	14,33 Ac	12,33 ABa
<i>R. tropici</i> + <i>A. brasilense</i>	10,00 Bd	14,00 Ac	12,67 ABa
<i>R. tropici</i> + <i>B. subtilis</i>	14,00 Ac	13,33 Ac	12,33 Aa
<i>R. tropici</i> + <i>P. fluorescens</i>	11,33 Bd	20,37 Aa	13,00 Ba
<i>R. tropici</i> + Azo + <i>Bac</i>	25,67 Aa	15,67 Bb	11,33 Ca
<i>R. tropici</i> + Azo + <i>Pseudo</i>	12,00 Bd	16,67 Ab	13,00 Ba
Erro padrão	0,88		

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha para doses de NPK não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna para coinoculação não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

No desdobramento da interação dos fatores estudados referente a concentração foliar de Fe em 2019 (Tabela 15.A), nota-se que na dose zero, a testemunha e *R. tropici* + *P. fluorescens* obtiveram as maiores concentrações, na dose 50% de NPK foi o *R. tropici* + *B. subtilis*, e na dose 100% de NPK foram o *R. tropici*, *R. tropici* + *A. brasilense*, *R. tropici* + *B. subtilis*.

Analizando o efeito das bactérias dentro das doses NPK (Tabela 15.A), a testemunha promoveu maior concentração de Fe foliar na dose zero e na dose recomendada (100%). O *R. tropici*, *R. tropici* + *A. brasilense*, *R. tropici* + Azo + *Bac*, nas doses de 50% e 100% de NPK, enquanto que *R. tropici* + *B. subtilis*, apenas na dose de 50% de NPK. Na dose zero e 50% de NPK, o *R. tropici* + *P. fluorescens*, propiciou a maior concentração de Fe foliar, já *R. tropici* + Azo + *Pseudo* apresentou a concentração de Fe mais alta na dose recomendada de NPK.

No desdobramento da concentração de Fe foliar em 2020 (Tabela 15.B), é possível observar que na dose zero as bactérias tiveram o mesmo desempenho, não diferindo entre si estatisticamente. Com 50% da dose de NPK, a maioria das inoculações com BPCPs se destacaram, com exceção de *R. tropici* + *B. subtilis* e *R. tropici* + Azo + *Pseudo*. Na dose de 100% NPK, apenas *R. tropici* + *A. brasilense* foi superior para concentração de Fe foliar.

Em relação à análise das bactérias dentro das doses de NPK (Tabela 15.B), a testemunha e *R. tropici* apresentaram maior concentração foliar nas doses 50% e 100% de NPK. O *R. tropici* + *A. brasilense* foi eficiente apenas na dose de 100% NPK recomendada para a cultura, à medida que o *R. tropici* + Azo + *Pseudo*, na dose zero e 100% de NPK. As coinoculações com *R. tropici* + *B. subtilis*, *R. tropici* + *P.*

fluorescens e *R. tropici* + Azo + Bac, não diferiram entre si estatisticamente em função das três doses de NPK testadas.

Tabela 15. Desdobramento da interação doses NPK e coinoculações com BPCPs, da análise de variância referente a concentração foliar de Fe. Selvíria - MS, 2019 e 2020.

2019			
A. Coinoculação	Doses de NPK (% do recomendado)		
	0	50	100
Testemunha	160,00 Aa	148,67 Bd	158,00 Ab
<i>R. tropici</i>	157,00 Bb	172,67 Ab	177,33 Aa
<i>R. tropici</i> + <i>A. brasilense</i>	155,67 Bb	169,33 Ab	174,67 Aa
<i>R. tropici</i> + <i>B. subtilis</i>	150,00 Cb	184,67 Aa	174,00 Ba
<i>R. tropici</i> + <i>P. fluorescens</i>	164,00 Aa	165,67 Ab	152,67 Bb
<i>R. tropici</i> + Azo + Bac	141,00 Bc	159,00 Ac	160,00 Ab
<i>R. tropici</i> + Azo + Pseudo	138,67 Bc	144,67 Bd	156,67 Ab
Erro padrão	2,48		

2020			
B. Coinoculação	Doses de NPK (% do recomendado)		
	0	50	100
Testemunha	138,00 Ba	160,67 Aa	148,67 ABd
<i>R. tropici</i>	146,00 Ba	159,67 ABa	170,00 Ab
<i>R. tropici</i> + <i>A. brasilense</i>	152,33 Ba	153,67 Ba	184,00 Aa
<i>R. tropici</i> + <i>B. subtilis</i>	147,67 Aa	148,33 Ab	148,67 Ad
<i>R. tropici</i> + <i>P. fluorescens</i>	145,67 Aa	157,67 Aa	159,67 Ac
<i>R. tropici</i> + Azo + Bac	154,67 Aa	164,00 Aa	159,00 Ac
<i>R. tropici</i> + Azo + Pseudo	152,67 ABa	144,00 Bb	164,67 Ac
Erro padrão	4,22		

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha para doses de NPK não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna para coinoculação não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

O desdobramento da concentração de Mn foliar em 2019 (Tabela 16.A), mostra que na dose zero a maioria das coinoculações proporcionaram resultados satisfatórios, exceto as combinações triplas entre *R. tropici* + Azo + Bac e *R. tropici* + Azo + Pseudo. Na dose 50% de NPK, se destacaram a testemunha, *R. tropici* + *P. fluorescens*, *R. tropici* + Azo + Bac e *R. tropici* + Azo + Pseudo. Para 100% de NPK, apenas *R. tropici* e *R. tropici* + *A. brasilense* se sobressaíram em relação concentração de Mn foliar.

Analisando o efeito das bactérias dentro das doses de NPK (Tabela 16.A), a testemunha, *R. tropici* + *P. fluorescens* proporcionaram maior concentração de Mn foliar na dose zero. A inoculação com *R. tropici* e *R. tropici* + *A. brasilense*, foram mais eficientes nesta avaliação na dose 100% de NPK. Enquanto o *R. tropici* + *B. subtilis* propiciou maior concentração de Mn foliar na dose zero e 100% de NPK, o *R. tropici* +

Azo + *Pseudo* apenas na dose 50% NPK, e a coinoculação entre *R. tropici* + *Azo* + *Bac* não diferiu entre as doses de NPK.

Tabela 16. Desdobramento da interação doses NPK e coinoculações com BPCPs, da análise de variância referente a concentração foliar de Mn. Selvíria - MS, 2019 e 2020.

2019			
A. Coinoculação	Doses de NPK (% do recomendado)		
	0	50	100
Testemunha	92,67 Aa	80,67 Ba	81,67 Bb
<i>R. tropici</i>	91,00 Ba	73,67 Cb	142,33 Aa
<i>R. tropici</i> + <i>A. brasilense</i>	95,00 Ba	74,67 Cb	144,67 Aa
<i>R. tropici</i> + <i>B. subtilis</i>	93,33 Aa	69,00 Bb	85,00 Ab
<i>R. tropici</i> + <i>P. fluorescens</i>	96,67 Aa	84,67 Ba	73,00 Cc
<i>R. tropici</i> + <i>Azo</i> + <i>Bac</i>	77,33 Ab	84,67 Aa	76,67 Ac
<i>R. tropici</i> + <i>Azo</i> + <i>Pseudo</i>	80,00 Bb	89,67 Aa	73,00 Bc
Erro padrão	2,73		

2020			
B. Coinoculação	Doses de NPK (% do recomendado)		
	0	50	100
Testemunha	82,00 Ac	69,67 Ba	70,00 Bc
<i>R. tropici</i>	79,67 Ad	56,67 Bb	80,00 Ab
<i>R. tropici</i> + <i>A. brasilense</i>	87,67 Ab	70,00 Ba	74,00 Bc
<i>R. tropici</i> + <i>B. subtilis</i>	78,00 Ad	67,67 Ba	72,67 ABc
<i>R. tropici</i> + <i>P. fluorescens</i>	95,00 Aa	67,67 Ca	85,33 Ba
<i>R. tropici</i> + <i>Azo</i> + <i>Bac</i>	84,67 Ac	72,00 Ba	76,67 Bb
<i>R. tropici</i> + <i>Azo</i> + <i>Pseudo</i>	76,00 Bd	66,00 Ca	91,00 Aa
Erro padrão	1,99		

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha para doses de NPK não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna para coinoculação não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. a para Coinoculação não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Com base no desdobramento da concentração foliar de Mn em 2020 (Tabela 16.B), observa-se que na dose zero, foi superior a concentração de Mn foliar para *R. tropici* + *P. fluorescens*. Em 50% da dose recomendada de NPK, todas as coinoculações tiveram resultados satisfatórios, com exceção do *R. tropici* que foi inferior. Na dose 100% de NPK, as coinoculações *R. tropici* + *P. fluorescens* e *R. tropici* + *Azo* + *Pseudo* promoveram maior concentração de Mn foliar.

Quanto ao desempenho das bactérias dentro das doses de NPK (Tabela 16.B), a testemunha, *R. tropici* + *A. brasilense*, *R. tropici* + *P. fluorescens* e *R. tropici* + *Azo* + *Bac* foram mais superiores para concentração de Mn foliar na dose zero quando comparadas com as demais. O *R. tropici* e *R. tropici* + *B. subtilis* foram superiores nas

doses zero e 100% de NPK, já *R. tropici* + *Azo* + *Pseudo* foi maior na concentração de Mn foliar apenas na dose 100% de NPK.

No desdobramento da concentração de Zn foliar em 2019 (Tabela 17), nota-se que na dose zero, as coinoculações tiveram desempenho semelhantes, não diferindo entre si estatisticamente. Na dose 50% de NPK, observou-se o mesmo, com exceção do *R. tropici* + *B. subtilis* e *R. tropici* + *Azo* + *Pseudo* que propiciaram menores concentrações de Zn foliar. Ocorrendo o inverso na dose 100% de NPK, onde o *R. tropici* + *B. subtilis* e *R. tropici* + *Azo* + *Pseudo* apresentaram os melhores resultados.

Em relação ao desempenho das bactérias dentro das doses de NPK (Tabela 17), a testemunha, *R. tropici*, *R. tropici* + *A. brasilense*, *R. tropici* + *P. fluorescens* e *R. tropici* + *Azo* + *Bac* obtiveram a maior concentração de Zn foliar quando submetidas à dose 50% de NPK recomendado para o feijoeiro. Por sua vez, o *R. tropici* + *B. subtilis* foi superior neste quesito na dose 100% de NPK. E o *R. tropici* + *Azo* + *Pseudo* promoveu maiores concentrações de Zn foliar nas doses de 50 e 100% de NPK.

Tabela 17. Desdobramento da interação doses NPK e coinoculações com BPCPs, da análise de variância referente a concentração foliar de Zn. Selvíria - MS, 2019.

Coinoculação	Doses de NPK (% do recomendado)		
	0	50	100
Testemunha	30,67 Ca	43,00 Aa	36,67 Bb
<i>R. tropici</i>	31,33 Ca	41,00 Aa	34,67 Bc
<i>R. tropici</i> + <i>A. brasilense</i>	31,33 Ca	41,33 Aa	37,00 Bb
<i>R. tropici</i> + <i>B. subtilis</i>	30,00 Ca	36,00 Bc	41,00 Aa
<i>R. tropici</i> + <i>P. fluorescens</i>	31,33 Ca	42,67 Aa	38,00 Bb
<i>R. tropici</i> + <i>Azo</i> + <i>Bac</i>	31,00 Ca	41,67 Aa	38,00 Bb
<i>R. tropici</i> + <i>Azo</i> + <i>Pseudo</i>	30,67 Ba	39,00 Ab	41,67 Aa
Erro padrão	0,86		

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha para doses de NPK não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna para coinoculação não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

4.4 Matéria seca e componentes de produção

O fornecimento de NPK aliado ao uso de bactérias promotoras de crescimento influenciou significativamente a matéria seca da parte aérea do feijoeiro no ano de 2019 (Tabela 18). Houve maior matéria seca da parte aérea do feijoeiro em 2020 com a aplicação de 50 ou 100% da dose de NPK recomendada, independentemente da coinoculação com BPCPs.

O N é o principal nutriente responsável pelo aumento de área foliar, como visto anteriormente e, como resultado, aumenta também a taxa fotossintética, promovendo assim maior acúmulo de matéria seca (MARSCHNER, 2012). A adubação aumenta a

disponibilidade de nutrientes no solo e, assim, a absorção pelo sistema radicular é maior, resultando em incrementos na parte aérea do feijão (SORATTO *et al.*, 2017).

O uso de bactérias promotoras do crescimento de plantas no sistema, como *Azospirillum brasilense*, promove aumento do crescimento radicular, uma vez que estas são responsáveis pelo aumento na produção de auxinas, citocininas e giberelinas, sendo estes fitohormônios responsáveis pelo crescimento vegetal (DARTORA *et al.*, 2013).

Tabela 18. Valores médios de matéria seca parte aérea do feijoeiro em relação a doses de NPK e as coinoculações com BPCPs em feijão de inverno irrigado. Selvíria - MS, 2019 e 2020.

Doses de NPK (% do recomendado)	Matéria seca (kg ha ⁻¹)	
	2019	2020
0	6164,60	5056,29
50	7135,11	6970,29
100	6489,65	6959,46
DMS (%)	1220,38	1048,45
Coinoculação		
Testemunha	6143,19	6419,26
<i>R. tropici</i>	5960,96	6617,78
<i>R. tropici</i> + <i>A. brasilense</i>	6384,67	7199,04
<i>R. tropici</i> + <i>B. subtilis</i>	7297,85	6786,67
<i>R. tropici</i> + <i>P. fluorescens</i>	7322,74	5479,10
<i>R</i> + <i>Azo</i> + <i>Bac</i>	6204,15	6176,59
<i>R</i> + <i>Azo</i> + <i>Pseudo</i>	6861,63	5621,41
Teste F		
Doses NPK (D)	1,94 ns	13,10 **
Coinoculação (C)	1,08 ns	1,77 ns
D x C	2,59 *	1,94 ns
Média geral	6596,45	6328,68
Erro padrão	354,42	304,49
CV (%)	24,62	22,05

Médias seguidas de mesma letra na coluna para doses de NPK não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Médias seguidas de mesma letra na coluna para Coinoculação não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

No desdobramento da interação coinoculação com BPCPs e doses de NPK para a matéria seca da parte aérea do feijoeiro em 2019 (Tabela 19), observa-se que na ausência de adubo NPK, os maiores resultados foram obtidos pela testemunha e *R. tropici* + *B. subtilis*. Em relação a 50% da dose de NPK, as coinoculações não diferiram entre si estatisticamente, bem como na dose 100% de NPK, que é a recomendada para o feijoeiro.

Analisando as bactérias dentro das doses de NPK (Tabela 19), a testemunha, *R. tropici*, *R. tropici* + *A. brasilense*, *R. tropici* + *B. subtilis*, *R. tropici* + *Azo* + *Bac* não diferiram entre si, ou seja, estatisticamente os resultados de matéria seca da parte aérea

foram semelhantes nas três doses usadas no experimento. Para o *R. tropici* + *P. fluorescens* e *R. tropici* + *Azo* + *Pseudo*, as maiores matérias seca da parte aérea do feijoeiro foram obtidas nas dose de 50 e 100% de NPK.

Tabela 19. Desdobramento da interação doses NPK e coinoculações com BPCPs, da análise de variância referente a matéria seca da parte aérea do feijoeiro. Selvíria - MS, 2019.

Coinoculação	Doses de NPK (% do recomendado)		
	0	50	100
Testemunha	7317,56 Aa	5269,34 Aa	5842,67 Aa
<i>R. tropici</i>	6221,11 Ab	7045,11 Aa	4616,67 Aa
<i>R. tropici</i> + <i>A. brasilense</i>	5610,67 Ab	6660,44 Aa	6882,89 Aa
<i>R. tropici</i> + <i>B. subtilis</i>	8940,66 Aa	6360,89 Aa	6591,99 Aa
<i>R. tropici</i> + <i>P. fluorescens</i>	6116,89 Bb	9447,33 Aa	6404,00 ABa
<i>R. tropici</i> + <i>Azo</i> + <i>Bac</i>	4698,89 Ab	6904,22 Aa	7009,34 Aa
<i>R. tropici</i> + <i>Azo</i> + <i>Pseudo</i>	4246,45 Bb	8258,45 Aa	8080,00 Aa
Erro padrão	937,72		

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha para doses de NPK não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna para coinoculação não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Para massa de 100 grãos, no ano de 2019 houve interação significativa entre as doses de NPK e a coinoculação com BPCPs (Tabela 20), enquanto que em 2020, a aplicação de 50 e 100% da dose de NPK proporcionaram as maiores massas de 100 grãos. No desdobramento da interação dos fatores doses de NPK e coinoculações com BPCPs (Tabela 21.A), verifica-se que, quando não foi aplicado fertilizante mineral NPK, a combinação entre *Rhizobium tropici* e *Bacillus subtilis* propiciou maior desempenho ao ser comparado entre as demais bactérias. Na dose de 50% NPK, *Rhizobium tropici* e *Pseudomonas fluorescens* se destacaram, e na dose de 100% NPK, a coinoculação que sobressaiu foi *Rhizobium tropici* e *Azospirillum brasilense*.

Analisando o desempenho das bactérias dentro das doses de NPK para massa de 100 grãos em 2019 (Tabela 21.A), a testemunha (sem bactérias) e a combinação tripla *R. tropici* + *A. brasilense* + *P. fluorescens* foram eficientes quando houve adição de adubo NPK ao solo (sendo 50 ou 100%), não diferindo entre si estatisticamente. O *R. tropici* e *R. tropici* + *A. brasilense* apresentaram resultados semelhantes, sendo mais eficientes na maior dose de NPK. Enquanto o *R. tropici* + *B. subtilis* e *R. tropici* + *A. brasilense* + *P. fluorescens*, não diferiram entre as doses NPK, inclusive quando não foi aplicado NPK. O *R. tropici* + *P. fluorescens* propiciou maior massa de 100 grãos quando a dose de NPK foi de 50%.

Corroborando com Yadegari *et al.* (2010), que verificaram que a coinoculação de *R. tropici* e *P. fluorescens* resultou em aumento na nodulação, maior fixação de nitrogênio, matéria seca da parte aérea e aumento da produtividade de feijoeiros, o mesmo não ocorrendo em 2020 (Tabela 19).

Schossler *et al.* (2016) em pesquisa com feijão comum, também observaram em plantas inoculadas com *R. tropici* + *A. brasilense* maior de massa de grãos, evidenciando que o efeito combinado das bactérias é benéfico para *Phaseolus vulgaris*, visto que ao se aplicar essas bactérias isoladamente, a massa foi inferior a coinoculação. Contudo, no ano de 2020, não foram verificadas diferenças entre coinoculações com BPCPs para a massa de 100 grãos (Tabela 19).

Tabela 20. Valores médios de massa de 100 grãos, número de vagens por planta, número de grãos por vagem e número de grãos por planta em relação a doses de NPK e coinoculações com BPCPs em sementes de feijão. Selvíria - MS, 2019 e 2020.

Doses de NPK (% do recomendado)	Massa 100 grãos (g)		Vagens/planta		Grãos/vagem		Grãos/planta	
	2019	2020	2019	2020	2019	2020	2019	2020
0	25,26	25,61	23,79	20,61	4,74	4,96	115,60	101,52
50	25,87	26,47	25,36	26,50	4,69	4,85	125,21	125,29
100	26,43	25,88	23,18	24,89	4,73	5,22	100,15	128,83
DMS (%)	0,27	0,50	4,06	3,18	0,06	0,69	10,61	20,23
Coinoculação								
Testemunha	25,72	26,00	23,25	20,83	4,80	6,65	106,76	136,21
<i>R. tropici</i>	25,01	26,51	22,75	25,50	4,70	4,79	93,96	121,33
<i>R. + A. brasilense</i>	25,95	25,93	23,83	24,08	4,79	5,41	121,19	127,69
<i>R. + B. subtilis</i>	26,40	25,35	26,17	25,75	4,65	4,75	128,03	120,46
<i>R. + P. fluorescens</i>	25,99	25,88	25,17	24,25	4,70	4,49	120,91	108,55
<i>R. + Azo + Bac</i>	26,10	26,19	23,17	24,92	4,74	4,56	103,05	114,07
<i>R. + Azo + Pseudo</i>	25,80	26,06	24,42	22,67	4,65	4,42	121,68	101,52
Teste F								
Doses NPK (D)	53,97**	8,97**	0,89 ^{ns}	10,58**	0,19 ^{ns}	0,85 ^{ns}	16,43**	6,23**
Coinoculação (C)	12,60**	2,48 ^{ns}	0,45 ^{ns}	1,46 ^{ns}	0,42 ^{ns}	6,48**	6,82**	1,65 ^{ns}
D x C	13,97**	1,35 ^{ns}	1,51 ^{ns}	1,20 ^{ns}	5,06**	1,54 ^{ns}	6,77**	1,46 ^{ns}
Média geral	25,85	25,99	24,11	24,00	4,72	5,01	113,35	118,55
Erro padrão	0,08	1,15	1,19	0,94	0,06	0,20	3,12	5,95
CV (%)	1,63	2,98	26,21	20,65	7,05	21,55	14,52	26,56

Médias seguidas de mesma letra na coluna para doses de NPK não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Médias seguidas de mesma letra na coluna para Coinoculação não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

**, * e ns: significativas em $p < 0,01$, $0,01 < p < 0,05$, e não significativos, respectivamente.

Tabela 21. Desdobramento da interação doses NPK e coinoculações com BPCPs, da análise de variância referente a massa de 100 grãos (A), número de grãos por vagem (B) e número de grãos por planta de feijão (C). Selvíria - MS, 2019.

A. Coinoculação	Doses de NPK (% do recomendado)		
	0	50	100
Testemunha	24,72 Bc	26,18 Ab	26,26 Ab
<i>R. tropici</i>	23,84 Bd	24,52 Bc	26,68 Ab
<i>R. tropici</i> + <i>A. brasilense</i>	25,87 Bb	24,71 Cc	27,28 Aa
<i>R. tropici</i> + <i>B. subtilis</i>	26,58 Aa	26,25 Ab	26,36 Ab
<i>R. tropici</i> + <i>P. fluorescens</i>	25,03 Cc	26,97 Aa	25,99 Bb
<i>R. tropici</i> + Azo + Bac	25,36 Bb	26,46 Ab	26,48 Ab
<i>R. tropici</i> + Azo + Pseudo	25,45 Ab	25,99 Ab	25,96 Ab
Erro padrão	0,21		
B. Coinoculação	Doses de NPK (% do recomendado)		
	0	50	100
Testemunha	4,66 Aa	4,99 Aa	4,76 Aa
<i>R. tropici</i>	4,43 Aa	4,90 Aa	4,77 Aa
<i>R. tropici</i> + <i>A. brasilense</i>	4,75 Aa	4,62 Ab	4,99 Aa
<i>R. tropici</i> + <i>B. subtilis</i>	4,81 Aa	4,20 Bb	4,94 Aa
<i>R. tropici</i> + <i>P. fluorescens</i>	5,20 Aa	4,56 Bb	4,34 Bb
<i>R. tropici</i> + Azo + Bac	4,89 Ba	4,89 Bb	4,99 Aa
<i>R. tropici</i> + Azo + Pseudo	4,44 Ba	5,21 Aa	4,29 Bb
Erro padrão	0,16		
C. Coinoculação	Doses de NPK (% do recomendado)		
	0	50	100
Testemunha	119,95 Ab	103,67 Ac	96,67 Ab
<i>R. tropici</i>	103,53 Ab	117,93 Ac	60,40 Bc
<i>R. tropici</i> + <i>A. brasilense</i>	108,36 Ab	121,89 Ac	133,33 Aa
<i>R. tropici</i> + <i>B. subtilis</i>	147,93 Aa	125,00 ABc	111,15 Bb
<i>R. tropici</i> + <i>P. fluorescens</i>	119,27 ABb	139,80 Ab	103,67 Bb
<i>R. tropici</i> + Azo + Bac	119,67 Ab	98,20 ABc	91,27 Bb
<i>R. tropici</i> + Azo + Pseudo	90,50 Bb	170,00 Aa	104,55 Bb
Erro padrão	8,25		

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha para doses de NPK não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna para coinoculação não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Quanto ao número de vagens por planta (Tabela 20), não houve diferença significativa entre as doses de NPK aplicadas em 2019 e a coinoculação com BPCPs nos anos de 2019 e 2020. Divergindo de Yadegari *et al.* (2008), que em estudo sobre o efeito da inoculação de *R. tropici* associada a *Pseudomonas fluorescens* e *Azospirillum lipoferum* em feijoeiro, observaram aumento significativo do número de vagens nos tratamentos.

Para o número de grãos por vagem no ano de 2019, constatou-se diferença significativa entre os fatores analisados (Tabela 21.B). Quando não houve adubação com NPK, todos os tratamentos com BPCPs proporcionaram resultados semelhantes. Na dose de 50% NPK, os maiores números de grãos por vagem foram obtidos na

testemunha, *R. tropici* e *R. tropici* + *A. brasilense* + *P. fluorescens*. Na dose recomendada de NPK (100%), as coinoculações com BPCPs propiciaram números de grãos por vagem semelhantes, exceto o *R. tropici* + *P. fluorescens* e *R. tropici* + *A. brasilense* + *P. fluorescens*, que foram inferiores.

No referente ao desempenho de BPCPs dentro das doses de NPK para o número de grãos por vagem (Tabela 21.B), a testemunha, *R. tropici* e *R. tropici* + *A. brasilense* apresentaram desempenho semelhantes, não diferindo entre as doses de NPK. O *R. tropici* + *B. subtilis* proporcionaram melhores resultados na dose zero e na maior dose de NPK (100%). Por outro lado, *R. tropici* + *P. fluorescens* foi eficientemente na dose zero, já a combinação *R. tropici* + *A. brasilense* + *P. fluorescens* propiciou maior número de grãos por vagem na dose de 50% de NPK.

Yadegari (2014) verificou que o feijoeiro comum obteve incrementos no número de vagens por planta e número de grãos por vagem quando as sementes foram inoculadas com *R. tropici* e também em associação com outras estirpes de bactérias. Entretanto no ano de 2020, a testemunha se destacou com o maior número de grãos por vagem.

Moraes *et al.* (2016) observaram que a inoculação com *Pseudomonas sp.* isoladamente em fabaceas, incrementou o número de grãos por vagem, destacando-se como uma bactéria promissora. Também Mishra *et al.* (2014), relataram que a coinoculação de *Pseudomonas spp.* e *Rhizobium leguminosarum* em feijoeiro, aumentou a biomassa e produtividade de grãos, além de elevar o teor de clorofila total das plantas.

No desdobramento da interação para o número de grãos por planta do ano de 2019 (Tabela 21.C), constatou-se diferença significativa entre as doses de NPK e a coinoculação com BPCPs. Referente a ausência de adubação NPK, destacou-se a coinoculação entre *R. tropici* + *B. subtilis* e quando aplicado 50% da dose recomendada de NPK para a cultura, a combinação tripla *R. tropici* + *A. brasilense* + *P. fluorescens* se sobressaiu, em contrapartida na maior dose de NPK (100%), o *R. tropici* + *A. brasilense* se destacaram na influência do número de grãos por planta. Em 2020, quando não foi efetuada a adubação com NPK, notou-se menor número de grãos por feijoeiro (Tabela 19).

Quanto ao desempenho das BPCPs em cada dose de NPK, a testemunha e *R. tropici* + *A. brasilense* demonstraram resultados semelhantes, não diferindo entre si para o número de grãos por planta (Tabela 21.C). A inoculação com *R. tropici* demonstrou maior influência no número de grãos por planta, na dose zero e de 50% de

NPK. Para o *R. tropici* + *B. subtilis* e o *R. tropici* + *A. brasilense* + *B. subtilis*, quando não houve adubação com NPK, estes propiciaram maiores números de grãos por planta. A coinoculação tripla *R. tropici* + *A. brasilense* + *P. fluorescens*, na dose de 50% de NPK foi notoriamente superior para essa avaliação.

Mattos (2017) em pesquisa com soja observou que o número de grãos por planta inoculadas com *Bacillus* foi superior aos demais tratamentos, não diferindo estatisticamente da combinação *Bacillus* spp. + *A. brasilense*. Por outro lado, Bastos (2016) verificou que a coinoculação e a inoculação de *A. brasilense* em feijoeiro comum, juntamente à adubação nitrogenada proporcionou os maiores resultados em termos de número de vagens e número de grãos por planta, porém com uma menor massa de 100 grãos, e este resultado representou um incremento de 12 e 20,9% em relação à adubação nitrogenada mineral e à coinoculação, respectivamente.

4.5 Produtividade de grãos

Tanto em 2019 como em 2020, foi constatada interação significativa entre doses de NPK e coinoculações com BPCPs para produtividades de grãos de feijão (Tabela 22).

Tabela 22. Valores médio de produtividade de grãos em relação a doses de NPK e coinoculações com BPCPs em sementes de feijão de inverno irrigado. Selvíria - MS, 2019 e 2020.

Doses de NPK (% do recomendado)	Produtividade de grãos ----- (kg ha ⁻¹) -----	
	2019	2020
0	3212	2751
50	3693	3813
100	3822	4370
DMS (%)	246,52	248,70
Coinoculação		
Testemunha	3527	3435
<i>R. tropici</i>	3203	3464
<i>R. tropici</i> + <i>A. brasilense</i>	3461	3534
<i>R. tropici</i> + <i>B. subtilis</i>	4329	3571
<i>R. tropici</i> + <i>P. fluorescens</i>	3240	3712
<i>R</i> + <i>Azo</i> + <i>Bac</i>	3665	3664
<i>R</i> + <i>Azo</i> + <i>Pseudo</i>	3605	4131
Teste F		
Doses NPK (D)	19,67**	126,44**
Coinoculação (C)	11,44**	4,47**
D x C	9,39**	2,67**
Média geral	3575,48	3644,39
Erro padrão	72,51	76,16
CV (%)	10,73	10,62

Médias seguidas de mesma letra na coluna para doses de NPK não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Médias seguidas de mesma letra na coluna para Coinoculação não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

**, * e ns: significativas em $p < 0,01$, $0,01 < p < 0,05$, e não significativos, respectivamente.

No desdobramento do ano de 2019 (Tabela 23.A), é possível notar que na dose zero de NPK, o *R. tropici* + *B. subtilis* e as coinoculações triplas de *R. tropici* + *A. brasilense* + *B. subtilis* e *R. tropici* + *A. brasilense* + *P. fluorescens* proporcionaram as maiores produtividades de grãos. Porém, utilizando 50% da dose de NPK, *R. tropici* + *A. brasilense*, *R. tropici* + *B. subtilis*, *R. tropici* + *P. fluorescens* e *R. tropici* + *A. brasilense* + *B. subtilis* se destacaram com produtividades notoriamente superiores. E na dose recomendada de NPK (100%), o *R. tropici* + *B. subtilis*, se destacaram com a maior produtividade de grãos.

Em relação ao desempenho das BPCPs dentro de cada dose de NPK em 2019 (Tabela 23.A), o *R. tropici* + *A. brasilense* e *R. tropici* + *A. brasilense* + *B. subtilis* apresentaram resultados semelhantes nas três doses NPK testadas. O *R. tropici* + *B. subtilis* e a testemunha, demonstraram menor produtividade de grãos quando não houve adubação com NPK. Contudo, o *R. tropici* e *R. tropici* + *A. brasilense* + *P. fluorescens* só foram mais produtivos quando aplicado a dose de 100% de NPK. O *R. tropici* + *P. fluorescens* obtiveram maior produtividade de grãos na dose de 50% de NPK. O oposto foi verificado por Pelegrin *et al.* (2009), em que a aplicação de 20, 60 e 80 kg ha⁻¹ de N associada à inoculação com rizóbio, não houve incrementos significativos de produtividade de grãos em comparação à testemunha.

Uma das causas para o aumento da produtividade, de acordo com Chibeba *et al.* (2015), é a nodulação precoce, pois o *Azospirillum* spp. coloniza as raízes antes do *Rhizobium* spp. e produz flavonóides que atraem o *Rhizobium* spp., além do aumento no número de nódulos (COSTA *et al.*, 2014).

A melhor oferta de N para a planta como um resultado da coinoculação pode aumentar a síntese de clorofila (BASET MIA *et al.*, 2010) e atividade fotossintética, promovendo o crescimento vegetativo do feijoeiro (SORATTO *et al.*, 2006) e, consequentemente, contribuir para a produtividade da cultura.

Tabela 23. Desdobramento da interação doses NPK e coinoculações com BPCPs, da análise de variância referente a produtividade de grãos de feijão de inverno irrigado. Selvíria – MS, safra 2019 e 2020.

2019			
A. Coinoculação	Doses de NPK (% do recomendado)		
	0	50	100
Testemunha	2987 Bb	2906 Bb	3738 Ab
<i>R. tropici</i>	2956 Bb	3857 Aa	3747 Ab
<i>R. tropici</i> + <i>A. brasilense</i>	3035 Ab	3668 Aa	3679 Ab
<i>R. tropici</i> + <i>B. subtilis</i>	3514 Ba	4099 Aa	5372 Aa
<i>R. tropici</i> + <i>P. fluorescens</i>	3070 Bb	4332 Aa	2318 Cc
<i>R. tropici</i> + Azo + <i>Bac</i>	3438 Aa	3800 Aa	3757 Ab
<i>R. tropici</i> + Azo + <i>Pseudo</i>	3482 Ba	3190 Bb	4143 Ab
Erro padrão	191,86		

2020			
B. Coinoculação	Doses de NPK (% do recomendado)		
	0	50	100
Testemunha	2704 Cb	3444 Bb	4159 Aa
<i>R. tropici</i>	2234 Cb	3563 Bb	4595 Aa
<i>R. tropici</i> + <i>A. brasilense</i>	2971 Bb	3669 Ab	3963 Aa
<i>R. tropici</i> + <i>B. subtilis</i>	2663 Cb	3579 Bb	4471 Aa
<i>R. tropici</i> + <i>P. fluorescens</i>	2773 Bb	4085 Aa	4278 Aa
<i>R. tropici</i> + Azo + <i>Bac</i>	2352 Cb	3974 Ba	4667 Aa
<i>R. tropici</i> + Azo + <i>Pseudo</i>	3559 Ba	4378 Aa	4456 Aa
Erro padrão	193,55		

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha para doses de NPK não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna para coinoculação não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

No desdobramento das interações para o ano 2020 (Tabela 23.B), é possível distinguir que quando não houve adubação com NPK, a combinação tripla *R. tropici* + *A. brasilense* + *P. fluorescens* proporcionou a maior produtividade da cultura. Quando observado a dose de 50% de NPK, as coinoculações com *R. tropici* + *P. fluorescens*, *R. tropici* + *A. brasilense* + *B. subtilis* e *R. tropici* + *A. brasilense* + *P. fluorescens* foram mais produtivas que os demais tratamentos. Na dose recomendada de NPK (100%), não foi constatada diferença entre as BPCP e a testemunha sem inoculação.

Quanto ao efeito das BPCPs dentro de cada dose de NPK (Tabela 23.B), para a testemunha, *R. tropici*, *R. tropici* + *B. subtilis* e *R. tropici* + *A. brasilense* + *B. subtilis*, a produtividade de grãos foi maior na dose 100% de N-P-K, e inferior quando não houve adubação. Com relação ao *R. tropici* + *A. brasilense*, *R. tropici* + *P. fluorescens* e *R. tropici* + *A. brasilense* + *P. fluorescens*, superiores produtividades foram observadas na doses de 50 e 100% de NPK.

Em termos de produtividade de grãos, diversos trabalhos indicam que não a resposta do feijoeiro comum à inoculação com *R. tropici* (FERREIRA *et al.*, 2000; FERREIRA *et al.*, 2009; KANEKO *et al.*, 2010) e para a adubação nitrogenada mineral (FERREIRA *et al.*, 2000; SILVA *et al.*, 2009; SOUZA *et al.*, 2011). Porém, nesse trabalho foi possível constatar que algumas coinoculações com BPCPs resultaram em incrementos de produtividade para a cultura do feijão de inverno, variando conforme a adubação com NPK.

A inoculação com *Azospirillum* têm propiciado resultados positivos quando combinada com bactérias do gênero *Rhizobium* em fabáceas (BURDMAN *et al.*, 1997). A inoculação mista dessas bactérias é responsável por aumentar a estimulação e função dos nódulos, número total e massa dos nódulos, resultando consequentemente em maior produtividade de grãos (BASHAN E BASHAN, 2005).

4.6 Acúmulo de nutrientes na palhada e nos grãos de feijão

A quantidade de nutrientes acumulada é proporcional à quantidade de biomassa produzida, variando, entre as espécies e eficiência de absorção de nutrientes. É possível notar interação significativa entre coinoculação com BPCPs e doses de NPK para todos os acúmulos de macronutrientes na palhada de feijão no final do ciclo da cultura em ambos os anos de cultivo (Tabela 24). Em termos quantitativos, o acúmulo de macronutrientes na palhada foi de $K > N > Ca > Mg > S > P$ tanto em 2019 como em 2020.

Em relação ao desdodramento do acúmulo de N na palhada em final de ciclo em 2019 (Tabela 25.A), observa-se que na ausência da aplicação de NPK, a testemunha apresentou maior acúmulo do nutriente. Com 50% da dose NPK, a coinoculação entre *R. tropici* + *P. fluorescens* se destacou, em 100% da dose de NPK, o *R. tropici* + *A. brasilense* e *R. tropici* + *B. subtilis*, obtiveram maiores acúmulos de N na palhada.

Analisando o desempenho das bactérias promotoras de crescimento dentro das doses de NPK (Tabela 25.A), o *R. tropici* + *A. brasilense*, *R. tropici* + *B. subtilis* e *R. tropici* + *Azo* + *Pseudo* foram mais efetivas em acumular N associadas com a dose 100% do adubo NPK. A testemunha apresentou melhor resultado quando não houve aplicação de adubo NPK, e a inoculação com *R. tropici* estatisticamente não diferiu entre as três doses de NPK. O *R. tropici* + *P. fluorescens* propiciou maior acúmulo de n na palhada, e isso foi possível na dose parcial do adubo NPK, já a coinoculação *R.*

tropici + *Azo* + *Bac* foi estatisticamente notória em acúmulo de N na palhada na dose de 50% e 100% de NPK.

Tabela 24. Valores médio de acúmulo de macronutrientes na palhada do feijoeiro em relação a doses de NPK e coinoculações com BPCPs em feijão de inverno irrigado. Selvíria - MS, 2019 e 2020.

Doses de NPK (% do recomendado)	N		P		K	
	----- g kg ⁻¹ -----					
	2019	2020	2019	2020	2019	2020
0	36,44	32,16	3,64	6,57	73,87	95,08
50	35,62	47,35	4,57	9,15	120,30	157,46
100	39,69	48,18	4,68	8,40	134,73	139,17
DMS (%)	1,99	1,94	0,46	0,43	3,17	5,91
Coinoculação						
Testemunha	33,78	42,28	4,39	6,57	93,14	169,86
<i>R. tropici</i>	33,15	47,71	3,28	8,42	94,43	134,80
<i>R. tropici</i> + <i>A. brasilense</i>	40,52	43,92	4,17	10,01	91,49	162,08
<i>R. tropici</i> + <i>B. subtilis</i>	41,87	43,75	5,59	9,63	129,41	137,29
<i>R. tropici</i> + <i>P. fluorescens</i>	44,07	42,31	4,15	7,39	117,61	96,92
<i>R</i> + <i>Azo</i> + <i>Bac</i>	32,89	42,33	4,08	6,53	103,62	110,61
<i>R</i> + <i>Azo</i> + <i>Pseudo</i>	34,47	35,63	4,42	7,75	137,70	102,45
Teste F						
Doses NPK (D)	13,84**	256,32**	18,71**	111,17**	1196,09**	348,56**
Coinoculação (C)	28,61**	17,57**	11,46**	51,99**	178,15**	119,16**
D x C	21,11**	39,52**	21,96**	24,60**	214,85**	40,73**
Média Geral	37,25	42,56	4,30	8,04	109,63	130,57
Erro Padrão	0,58	0,56	0,13	0,13	0,92	1,72
CV (%)	7,12	6,06	14,14	7,17	3,84	6,03

Doses de NPK (% do recomendado)	Ca		Mg		S	
	----- g kg ⁻¹ -----					
	2019	2020	2019	2020	2019	2020
0	16,36	31,26	11,61	19,06	11,25	6,16
50	24,07	49,69	16,63	24,95	12,87	10,05
100	17,54	46,62	13,62	29,26	12,71	7,85
DMS (%)	1,34	3,11	1,07	1,60	0,98	0,83
Coinoculação						
Testemunha	16,28	32,76	13,32	20,98	12,40	9,09
<i>R. tropici</i>	20,73	48,67	12,24	28,89	11,50	8,80
<i>R. tropici</i> + <i>A. brasilense</i>	18,49	50,44	14,17	29,75	10,40	8,62
<i>R. tropici</i> + <i>B. subtilis</i>	17,94	50,19	13,48	29,10	17,17	9,53
<i>R. tropici</i> + <i>P. fluorescens</i>	19,38	33,21	15,42	19,08	13,22	5,76
<i>R</i> + <i>Azo</i> + <i>Bac</i>	17,16	42,54	13,74	24,25	8,08	6,89
<i>R</i> + <i>Azo</i> + <i>Pseudo</i>	25,29	39,88	15,33	18,90	13,18	7,47
Teste F						
Doses NPK (D)	113,17**	119,94**	65,90**	121,25**	9,75**	65,25**
Coinoculação (C)	25,37**	30,58**	5,69**	46,61**	41,45**	13,54**
D x C	30,43**	18,94**	29,23**	32,63**	24,11**	31,36**
Média Geral	19,32	42,53	13,96	24,42	12,28	8,02
Erro Padrão	0,39	0,90	0,31	0,47	0,29	0,24
CV (%)	9,26	9,72	10,21	8,73	10,67	13,78

Médias seguidas de mesma letra na coluna para doses de NPK não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Médias seguidas de mesma letra na coluna para Coinoculação não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

**, * e ns: significativas em $p < 0,01$, $0,01 < p < 0,05$, e não significativos, respectivamente.

No desdobramento de acúmulo de N na palhada no ano de 2020 apresentado na Tabela 25.B, nota-se que na dose zero, *R. tropici* + *A. brasilense* apresentou melhores resultados, na dose de 50% NPK, a inoculação com *R. tropici*; e na dose de 100% de NPK, foram o *R. tropici* + *A. brasilense* e o *R. tropici* + *B. subtilis*.

Quanto ao desempenho das coinoculações dentro das doses de NPK (Tabela 25.B), a testemunha, *R. tropici* e *R. tropici* + *B. subtilis*, foram eficiente em acumular N palhada na dose parcial do adubo NPK. As coinoculações *R. tropici* + *P. fluorescens*, *R. tropici* + *Azo* + *Bac* e *R. tropici* + *Azo* + *Pseudo* proporcionaram melhores resultados na dose recomendada de NPK para o feijoeiro. O *R. tropici* + *A. brasilense* se destacou e foi superior estatisticamente na dose zero e 100% de NPK.

Corroborando Araújo *et al.* (2010), que observaram que os valores para a matéria seca da parte aérea, clorofila e o acúmulo de nitrogênio no feijão caupi foram maiores nos tratamentos com fertilização nitrogenada (NPK) e com coinoculação. Para a leucena, não houve diferenças entre os tratamentos NPK, inoculado e coinoculado. Os menores valores para essas variáveis no feijão-caupi e na leucena foram observados na testemunha.

Tabela 25. Desdobramento da interação doses NPK e coinoculações com BPCPs, da análise de variância referente ao acúmulo de N na palhada do feijoeiro. Selvíria - MS, 2019 e 2020.

2019			
A. Coinoculação	Doses de NPK (% do recomendado)		
	0	50	100
Testemunha	45,32 Aa	19,44 Cd	36,59 Bb
<i>R. tropici</i>	32,53 Ac	34,78 Ac	32,13 Ac
<i>R. tropici</i> + <i>A. brasilense</i>	35,47 Bc	39,56 Bb	46,54 Aa
<i>R. tropici</i> + <i>B. subtilis</i>	40,59 Bb	36,22 Bc	48,80 Aa
<i>R. tropici</i> + <i>P. fluorescens</i>	41,00 Bb	52,35 Aa	38,86 Bb
<i>R. tropici</i> + Azo + Bac	29,02 Bc	33,86 ABc	35,80 Ab
<i>R. tropici</i> + Azo + Pseudo	31,15 Bc	33,14 Bc	39,12 Ab
Erro padrão	1,53		

2020			
B. Coinoculação	Doses de NPK (% do recomendado)		
	0	50	100
Testemunha	23,78 Cd	56,35 Ab	46,71 Bb
<i>R. tropici</i>	29,71 Cc	66,49 Aa	46,94 Bb
<i>R. tropici</i> + <i>A. brasilense</i>	43,68 ABa	40,32 Be	47,77 Ab
<i>R. tropici</i> + <i>B. subtilis</i>	35,70 Cb	51,66 Ac	43,91 Bc
<i>R. tropici</i> + <i>P. fluorescens</i>	38,71 Bb	33,72 Bf	54,52 Aa
<i>R. tropici</i> + Azo + Bac	25,53 Cd	46,64 Bd	54,82 Aa
<i>R. tropici</i> + Azo + Pseudo	28,04 Cc	36,27 Bf	42,59 Ac
Erro padrão	1,49		

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha para doses de NPK não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna para coinoculação não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

No desdobramento para o acúmulo de P na palhada em final de ciclo no ano de 2019 (Tabela 26.A), verifica-se que na dose zero de NPK, a coinoculação entre *R. tropici* + *B. subtilis* apresentou o maior acúmulo desse nutriente. Com 50% de NPK, todas as coinoculações se destacaram, com exceção da testemunha e *R. tropici* + *A. brasilense*. Na dose de 100% NPK, *R. tropici* + *A. brasilense* e *R. tropici* + Azo + *Pseudo* promoveram maior acúmulo de P na palhada.

Quanto ao desempenho das bactérias dentro das doses de NPK (Tabela 26.A), *R. tropici* e *R. tropici* + *P. fluorescens* foram estatisticamente mais eficientes no acúmulo de P na dose parcial do adubo NPK. As coinoculações *R. tropici* + *A. brasilense* e *R. tropici* + Azo + *Pseudo* foram superiores na dose 100% de NPK. A testemunha apresentou esse desempenho na dose zero e na dose recomendada de NPK, o *R. tropici* + Azo + Bac na dose parcial e total de NPK, já *R. tropici* + *B. subtilis* apenas na dose zero, sem NPK aplicado.

Referente ao desdobramento do acúmulo de P na planta no ano de 2020 (Tabela 26.B), na dose zero, *R. tropici* + *A. brasilense*, *R. tropici* + *B. subtilis* e *R. tropici* + *P. fluorescens*, promoveram melhores resultados. Com 50% de NPK, *R. tropici* + *A. brasilense* e *R. tropici* + *B. subtilis* atingiram os maiores acúmulos de P, em 100% de NPK, isto foi observado apenas para a inoculação com *R. tropici*.

Quanto ao desempenho das bactérias dentro das doses de NPK (Tabela 26.B), a testemunha e *R. tropici* conseguiram atingir maior acúmulo do nutriente quando adicionado a dose de NPK recomendada para a cultura. As combinações *R. tropici* + *A. brasilense* e *R. tropici* + *B. subtilis*, forma superiores no acúmulo de P na palhada na dose de 50% de NPK, para as combinações triplas *R. tropici* + *Azo* + *Bac* e *R. tropici* + *Azo* + *Pseudo*, as doses 50% e 100% de NPK foram superiores para esta avaliação quando comparadas à dose zero. O *R. tropici* + *P. fluorescens* foi eficiente em acumular P na palhada na dose zero.

Segundo Bashan e Bashan (2005), as inoculações mistas são mais promissoras. Uma vez que nas plantas coinoculadas, a nutrição é mais equilibrada e absorção de nitrogênio, fósforo e outros nutrientes minerais são significativamente melhoradas, podendo atingir altas produtividades.

Tabela 26. Desdobramento da interação doses NPK e coinoculações com BPCPs, da análise de variância referente ao acúmulo de P na palhada do feijoeiro. Selvíria - MS, 2019 e 2020.

2019			
A. Coinoculação	Doses de NPK (% do recomendado)		
	0	50	100
Testemunha	4,82 Ab	3,01 Bb	5,33 Ab
<i>R. tropici</i>	3,62 Bc	4,98 Aa	1,25 Cc
<i>R. tropici</i> + <i>A. brasilense</i>	3,59 Bc	3,07 Bb	5,85 Aa
<i>R. tropici</i> + <i>B. subtilis</i>	6,69 Aa	5,01 Ba	5,07 Bb
<i>R. tropici</i> + <i>P. fluorescens</i>	2,41 Cd	5,88 Aa	4,16 Bb
<i>R. tropici</i> + Azo + <i>Bac</i>	2,17 Bd	5,33 Aa	4,74 Ab
<i>R. tropici</i> + Azo + <i>Pseudo</i>	2,18 Cd	4,69 Ba	6,41 Aa
Erro padrão	0,35		

2020			
B. Coinoculação	Doses de NPK (% do recomendado)		
	0	50	100
Testemunha	4,81 Cc	6,54 Bc	8,35 Ab
<i>R. tropici</i>	6,68 Cb	8,34 Bb	10,24 Aa
<i>R. tropici</i> + <i>A. brasilense</i>	8,00 Ba	13,45 Aa	8,60 Bb
<i>R. tropici</i> + <i>B. subtilis</i>	7,81 Ba	12,76 Aa	8,32 Bb
<i>R. tropici</i> + <i>P. fluorescens</i>	8,22 Aa	6,96 Bc	6,98 Bc
<i>R. tropici</i> + Azo + <i>Bac</i>	4,89 Bc	7,19 Ac	7,52 Ac
<i>R. tropici</i> + Azo + <i>Pseudo</i>	5,60 Bc	8,82 Ab	8,82 Ab
Erro padrão	0,33		

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha para doses de NPK não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna para coinoculação não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Analisando o desdobramento do acúmulo de K na palhada ao final de ciclo em 2019 (Tabela 27.A), nota-se que na dose zero de NPK, a coinoculação *R. tropici* + *B. subtilis* se destacou dentre as demais, na dose 50%, foi o *R. tropici* + Azo + *Pseudo* e na dose de 100% de NPK, a coinoculação com *R. tropici* + *B. subtilis* foi superior no acúmulo de K na palhada.

Quanto ao desempenho das bactérias dentro das doses de NPK (Tabela 27.A), a testemunha, *R. tropici* + *A. brasilense*, *R. tropici* + *B. subtilis* e *R. tropici* + Azo + *Bac*, foram estatisticamente semelhantes obtendo maior acúmulo de K na palhada na dose de 100% NPK. Quanto ao *R. tropici*, *R. tropici* + *P. fluorescens* e *R. tropici* + Azo + *Pseudo*, na dose de 50% de NPK houve maior acúmulo de K na palhada.

No desdobramento da interação entre doses e acúmulo de K na planta no final do ciclo em 2020 (Tabela 27.B), constata-se que na dose zero, *R. tropici* + *A. brasilense*

promoveram melhor resultado, na dose de 50% de NPK, foi o *R. tropici* + *B. subtilis*, e na dose de 100% de NPK, a testemunha propiciou superior acúmulo de K na palhada.

Quanto ao desempenho das bactérias dentro das doses de NPK (Tabela 27.B), a testemunha e *R. tropici* + *Azo* + *Bac* apresentaram maior acúmulo de K na dose 100% de NPK. As coinoculações *R. tropici*, *R. tropici* + *A. brasilense*, *R. tropici* + *B. subtilis* e *R. tropici* + *P. fluorescens*, notavelmente forma superiores para o acúmulo de K na palhada na dose parcial de NPK, enquanto que *R. tropici* + *Azo* + *Pseudo*, não diferiu estatisticamente nas doses 50% e 100% de NPK.

O feijão necessita de quantidades relativamente altas de potássio, menores apenas que as de nitrogênio (BUZETTI *et al.*, 2015). Galvão *et al.* (2013) observaram que cultivares de feijão-caupi responderam à adubação potássica em dois sistemas de plantio, direto e convencional, com produtividade de 1.590 e 1.187 kg ha⁻¹, respectivamente, verificando produção 12% maior sob plantio direto, explicado pelo efeito residual expressivo de potássio acumulado na palhada da cultura anterior.

Tabela 27. Desdobramento da interação doses NPK e coinoculações com BPCPs, da análise de variância referente ao acúmulo de K na palhada do feijoeiro. Selvíria - MS, 2019 e 2020.

2019			
A. Coinoculação	Doses de NPK (% do recomendado)		
	0	50	100
Testemunha	81,47 Bb	84,79 Bd	113,33 Ae
<i>R. tropici</i>	58,32 Cc	150,21 Ab	74,75 Bf
<i>R. tropici</i> + <i>A. brasilense</i>	49,57 Cd	93,00 Bc	131,90 Ad
<i>R. tropici</i> + <i>B. subtilis</i>	107,56 Ba	90,45 Cc	190,22 Aa
<i>R. tropici</i> + <i>P. fluorescens</i>	79,40 Cb	146,92 Ab	126,52 Bd
<i>R. tropici</i> + Azo + <i>Bac</i>	85,06 Bb	84,85 Bd	140,94 Ac
<i>R. tropici</i> + Azo + <i>Pseudo</i>	55,71 Cc	191,90 Aa	165,48 Bb
Erro padrão	2,43		

2020			
B. Coinoculação	Doses de NPK (% do recomendado)		
	0	50	100
Testemunha	121,89 Cb	165,37 Bc	222,31 Aa
<i>R. tropici</i>	87,66 Cc	174,24 Ac	142,49 Bb
<i>R. tropici</i> + <i>A. brasilense</i>	167,21 Ba	185,83 Ab	133,21 Cb
<i>R. tropici</i> + <i>B. subtilis</i>	88,36 Cc	205,64 Aa	117,89 Bc
<i>R. tropici</i> + <i>P. fluorescens</i>	69,96 Cd	119,01 Ad	101,80 Bd
<i>R. tropici</i> + Azo + <i>Bac</i>	63,67 Cd	124,88 Bd	143,27 Ab
<i>R. tropici</i> + Azo + <i>Pseudo</i>	66,84 Cd	127,25 Ad	113,26 Ac
Erro padrão	5,54		

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha para doses de NPK não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna para coinoculação não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

O desdobramento para o acúmulo de Ca na palhada ao final de ciclo em 2019 está apresentado na Tabela 28.A, e distingue-se que na dose zero de NPK, o *R. tropici* diferenciou das demais coinoculações com uma maior capacidade de acumular o nutriente. Com 50% da dose de NPK, o *R. tropici* + Azo + *Pseudo* foi superior e com 100% da dose NPK, os maiores acúmulos de Ca na palhada foram obtidos com *R. tropici* + *A. brasilense* e *R. tropici* + Azo + *Pseudo*.

Analisando o desempenho das coinoculações dentro das doses de NPK (Tabela 28.A), *R. tropici*, *R. tropici* + *P. fluorescens*, *R. tropici* + Azo + *Bac* e *R. tropici* + Azo + *Pseudo* foram mais eficientes acumulando Ca na dose parcial de NPK. A testemunha se destacou nas três doses de NPK estudadas, *R. tropici* + *A. brasilense* na dose de 100%, e *R. tropici* + *B. subtilis* promoveu maior acúmulo de Ca na palhada na dose zero e 50% de NPK.

O desdobramento do acúmulo de Ca do ano de 2020 (Tabela 28.B) constata-se que na dose zero, *R. tropici* + *B. subtilis* foram mais eficientes, em 50% de NPK, o *R.*

tropici, *R. tropici* + *A. brasilense* e *R. tropici* + *B. subtilis*, e em 100% de NPK foram superiores no acúmulo de Ca na palhada, a testemunha, *R. tropici* + *A. brasilense*, *R. tropici* + Azo + Bac e *R. tropici* + Azo + Pseudo.

Quanto ao comportamento das coinoculações dentro das doses de NPK (Tabela 28.B), *R. tropici*, *R. tropici* + *A. brasilense* e *R. tropici* + *B. subtilis* se destacaram na dose do 5 de NPK. Para o *R. tropici* + Azo + Bac e *R. tropici* + Azo + Pseudo, o maior acúmulo deste nutriente na palhada foi na dose de 100% NPK, enquanto para o *R. tropici* + *P. fluorescens* foi maior na dose de 50 e 100% de NPK, e a testemunha apenas na dose de 100% de NPK.

Na Tabela 29.A esta apresentado o desdobramento do acúmulo de Mg na palhada ao final de ciclo, e é possível observar que *R. tropici* e *R. tropici* + *B. subtilis* foram as coinoculações de maiores destaques na dose zero. Na dose parcial, *R. tropici* + *P. fluorescens* e *R. tropici* + Azo + Pseudo, e na dose de 100% de NPK, foi superior o *R. tropici* + *A. brasilense*.

Analisando a ação das coinoculações dentro das doses de NPK (Tabela 29.A), a testemunha teve o maior acúmulo de Mg na palhada na dose de 50 e 100% de NPK. Na dose zero e parcial, foi maior o acúmulo de Mg na palhada para *R. tropici* apenas. Quanto ao *R. tropici* + *A. brasilense* foi notavelmente melhor na dose de 100% de NPK, a coinoculação *R. tropici* + *B. subtilis* na dose zero e 100% de NPK. O *R. tropici* + *P. fluorescens*, *R. tropici* + Azo + Bac e *R. tropici* + Azo + Pseudo promoveram maior acúmulo de Mg na palhada na dose 50% de NPK.

Tabela 28. Desdobramento da interação doses NPK e coinoculações com BPCPs, da análise de variância referente ao acúmulo de Ca na palhada do feijoeiro. Selvíria - MS, 2019 e 2020.

2019			
A. Coinoculação	Doses de NPK (% do recomendado)		
	0	50	100
Testemunha	14,76 Ac	17,86 Ad	16,23 Ab
<i>R. tropici</i>	22,45 Ba	28,91 Ab	10,82 Cc
<i>R. tropici</i> + <i>A. brasilense</i>	14,03 Bc	16,34 Bd	25,10 Aa
<i>R. tropici</i> + <i>B. subtilis</i>	18,81 Ab	22,23 Ac	12,80 Bc
<i>R. tropici</i> + <i>P. fluorescens</i>	15,98 Bc	27,14 Ab	15,01 Bb
<i>R. tropici</i> + Azo + <i>Bac</i>	14,79 Bc	21,59 Ac	15,10 Bb
<i>R. tropici</i> + Azo + <i>Pseudo</i>	13,69 Cc	34,45 Aa	27,75 Ba
Erro padrão	1,03		

2020			
B. Coinoculação	Doses de NPK (% do recomendado)		
	0	50	100
Testemunha	25,96 Bc	26,12 Bd	46,19 Aa
<i>R. tropici</i>	35,27 Cb	65,24 Aa	45,50 Bb
<i>R. tropici</i> + <i>A. brasilense</i>	37,48 Cb	62,88 Aa	50,95 Ba
<i>R. tropici</i> + <i>B. subtilis</i>	47,37 Ba	64,65 Aa	38,55 Cc
<i>R. tropici</i> + <i>P. fluorescens</i>	27,68 Bc	38,63 Ac	33,33 ABc
<i>R. tropici</i> + Azo + <i>Bac</i>	20,95 Cc	48,58 Bb	58,10 Aa
<i>R. tropici</i> + Azo + <i>Pseudo</i>	24,13 Cc	41,76 Bc	53,74 Aa
Erro padrão	2,39		

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha para doses de NPK não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna para coinoculação não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

No desdobramento do acúmulo de Mg na palhada em 2020 (Tabela 29.B), é possível observar que na dose zero, *R. tropici* + *A. brasilense* tiveram os melhores resultados. Em 50% da dose NPK, a coinoculação entre *R. tropici* + *B. subtilis* foi superior para esta avaliação. E na dose 100% de NPK, sobressaíram em acúmulo de Mg na palhada a testemunha, *R. tropici*, *R. tropici* + *A. brasilense* e *R. tropici* + *A. brasilense* + *B. subtilis*.

Analisando a ação das coinoculações dentro das doses de NPK (Tabela 29.B), a testemunha, *R. tropici* + *A. brasilense* + *B. subtilis* e *R. tropici* + *A. brasilense* + *P. fluorescens*, tiveram resultados efetivos na dose recomendada de NPK para a cultura. A inoculação com *R. tropici* promoveu maior acúmulo de Mg na palhada na dose parcial e recomendada de NPK, já *R. tropici* + *A. brasilense* na dose zero e 100% de NPK. Para o *R. tropici* + *B. subtilis* e *R. tropici* + *P. fluorescens* estatisticamente o maior acúmulo de Mg na palhada foi na dose 50% de NPK.

Tabela 29. Desdobramento da interação doses NPK e coinoculações com BPCPs, da análise de variância referente ao acúmulo de Mg na palhada do feijoeiro. Selvíria - MS, 2019 e 2020.

2019			
A. Coinoculação	Doses de NPK (% do recomendado)		
	0	50	100
Testemunha	11,61 Bb	15,30 Ac	13,05 ABc
<i>R. tropici</i>	14,68 Aa	13,88 Ac	8,16 Bd
<i>R. tropici</i> + <i>A. brasilense</i>	11,42 Bb	11,08 Bd	20,01 Aa
<i>R. tropici</i> + <i>B. subtilis</i>	13,21 ABa	11,90 Bd	15,32 Ab
<i>R. tropici</i> + <i>P. fluorescens</i>	11,17 Bb	23,15 Aa	11,93 Bc
<i>R. tropici</i> + Azo + Bac	11,60 Bb	18,71 Ab	10,91 Bc
<i>R. tropici</i> + Azo + Pseudo	7,62 Cc	22,39 Aa	15,99 Bb
Erro padrão	0,82		

2020			
B. Coinoculação	Doses de NPK (% do recomendado)		
	0	50	100
Testemunha	14,55 Bc	14,86 Be	33,53 Aa
<i>R. tropici</i>	22,41 Bb	32,14 Ab	32,14 Aa
<i>R. tropici</i> + <i>A. brasilense</i>	32,98 Aa	21,46 Bd	34,82 Aa
<i>R. tropici</i> + <i>B. subtilis</i>	18,99 Cb	39,96 Aa	28,35 Bb
<i>R. tropici</i> + <i>P. fluorescens</i>	14,56 Bc	25,81 Ac	16,87 Bc
<i>R. tropici</i> + Azo + Bac	13,84 Cc	25,61 Bc	33,31 Aa
<i>R. tropici</i> + Azo + Pseudo	16,08 Bc	14,81 Be	25,82 Ab
Erro padrão	1,23		

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha para doses de NPK não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna para coinoculação não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

No desdobramento do ano de 2019 para o acúmulo de S na palhada ao final de ciclo (Tabela 30.A), é possível notar que na dose zero de NPK, o *R. tropici* + *B. subtilis* proporcionou o maior acúmulo de S. Utilizando 50% da dose de NPK, *R. tropici* + *B. subtilis*, *R. tropici* + *P. fluorescens* e *R. tropici* + *A. brasilense* + *P. fluorescens* se destacaram com acúmulo de S na palhada notoriamente maior. E na dose recomendada de NPK (100%), foi superior com a coinoculação *R. tropici* + *A. brasilense* + *P. fluorescens*.

Em relação ao desempenho das BPCPs dentro de cada dose de NPK (Tabela 30.A), a testemunha apresentou resultado semelhante nas três doses de NPK. O *R. tropici* demonstrou menor acúmulo de S na palhada na adubação com 100% de NPK. A coinoculação de *R. tropici* + *B. subtilis* obteve os melhores resultados na dose zero, ao passo que *R. tropici* + *A. brasilense*, *R. tropici* + *P. fluorescens*, *R. tropici* + *A. brasilense* + *B. subtilis* e *R. tropici* + *A. brasilense* + *P. fluorescens* obtiveram maiores acúmulos de S na palhada nas doses 50 e 100% de NPK.

No ano de 2020 (Tabela 30.B), na dose zero, nas coinoculações não diferiram entre si estatisticamente, enquanto na dose de 50% de NPK apenas *R. tropici* + *B. subtilis* se destacou, bem como em 100% de NPK, em que o destaque foi o maior acúmulo de S na palhada propiciado pela testemunha.

Em relação ao desempenho das coinoculações dentro das doses de NPK (Tabela 30.B), a testemunha e *R. tropici* + *A. brasilense* + *P. fluorescens* obtiveram desempenho superior, acumulando mais S na dose 100% de N-P-K. O *R. tropici*, *R. tropici* + *A. brasilense*, *R. tropici* + *B. subtilis*, propiciaram maior acúmulo de S na palhada na dose 50% de NPK, à medida que *R. tropici* + *P. fluorescens* e *R. tropici* + *A. brasilense* + *B. subtilis* não diferiram para doses de NPK.

Tabela 30. Desdobramento da interação doses NPK e coinoculações com BPCPs, da análise de variância referente ao acúmulo de S na palhada do feijoeiro. Selvíria - MS, 2019 e 2020.

2019			
A. Coinoculação	Doses de NPK (% do recomendado)		
	0	50	100
Testemunha	12,55 Ab	12,05 Ab	12,60 Ac
<i>R. tropici</i>	13,48 Ab	12,43 Ab	8,59 Bd
<i>R. tropici</i> + <i>A. brasilense</i>	8,27 Bc	11,03 Ab	11,91 Ac
<i>R. tropici</i> + <i>B. subtilis</i>	22,10 Aa	15,07 Ba	14,36 Bb
<i>R. tropici</i> + <i>P. fluorescens</i>	11,38 Bb	14,38 Aa	13,89 ABb
<i>R. tropici</i> + Azo + Bac	6,27 Bd	8,27 ABc	9,25 Ad
<i>R. tropici</i> + Azo + Pseudo	4,72 Bc	16,45 Aa	18,36 Aa
Erro padrão	0,76		

2020			
B. Coinoculação	Doses de NPK (% do recomendado)		
	0	50	100
Testemunha	4,97 Ba	6,87 Bc	15,43 Aa
<i>R. tropici</i>	6,49 Ba	13,54 Ab	6,35 Bc
<i>R. tropici</i> + <i>A. brasilense</i>	6,35 Ba	12,63 Ab	6,87 Bc
<i>R. tropici</i> + <i>B. subtilis</i>	6,52 Ba	16,75 Aa	5,32 Bc
<i>R. tropici</i> + <i>P. fluorescens</i>	5,37 Aa	6,39 Ac	5,54 Ac
<i>R. tropici</i> + Azo + Bac	7,33 Aa	7,29 Ac	6,06 Ac
<i>R. tropici</i> + Azo + Pseudo	6,13 Ba	6,90 Bc	9,38 Ab
Erro padrão	0,64		

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha para doses de NPK não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna para coinoculação não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Houve interação entre doses de NPK e coinoculações com BPCPs em todos os acúmulos de micronutrientes na palhada de feijoeiro, nos dois anos de pesquisa (Tabela 30). Para os acúmulos de micronutrientes na palhada ao final de ciclo, a ordem

observada foi de Fe > Mn > Zn > B > Cu, no primeiro ano e, Fe > Mn > B > Zn > Cu, no segundo ano.

Tabela 31. Valores médio de acúmulo de micronutrientes na palhada do feijoeiro em relação a doses de NPK e coinoculações com BPCPs em feijão de inverno irrigado. Selvíria - MS, 2019 e 2020.

Doses de NPK (% do recomendado)	B		Cu		Fe	
	----- g kg ⁻¹ -----					
	2019	2020	2019	2020	2019	2020
0	105,06	174,58	65,10	32,97	819,90	858,69
50	107,70	195,33	79,59	41,03	649,95	1047,81
100	91,06	213,77	48,89	43,51	646,35	1305,67
DMS (%)	4,10	12,89	3,37	5,43	59,32	67,65
Coinoculação						
Testemunha	91,52	207,21	68,46	22,24	759,01	1178,71
<i>R. tropici</i>	106,24	177,08	58,82	53,61	612,42	1213,45
<i>R. tropici</i> + <i>A. brasilense</i>	99,00	221,89	64,81	49,28	596,76	1128,76
<i>R. tropici</i> + <i>B. subtilis</i>	103,91	219,65	76,30	37,39	1232,04	1193,58
<i>R. tropici</i> + <i>P. fluorescens</i>	112,02	183,27	83,81	40,53	593,74	1047,69
<i>R</i> + <i>Azo</i> + <i>Bac</i>	91,59	184,43	42,70	36,73	513,25	1062,83
<i>R</i> + <i>Azo</i> + <i>Pseudo</i>	104,67	168,40	56,80	34,40	630,59	670,04
Teste F						
Doses NPK (D)	56,48**	27,45**	245,65**	12,24**	33,14**	130,43**
Coinoculação (C)	17,79**	14,06**	81,43**	18,15**	85,60**	39,16**
D x C	135,59**	29,03**	50,74**	11,85*	91,54**	95,46**
Média Geral	101,28	194,56	64,53	39,17	705,40	1070,72
Erro Padrão	1,19	3,74	0,98	1,58	17,23	19,65
CV (%)	5,38	8,82	6,96	18,44	11,19	8,41

Doses de NPK (% do recomendado)	Mn		Zn	
	----- g kg ⁻¹ -----			
	2019	2020	2019	2020
0	332,20	312,30	125,58	57,63
50	405,10	402,54	142,30	104,08
100	452,24	435,97	56,65	87,18
DMS (%)	27,74	15,23	12,16	5,45
Coinoculação				
Testemunha	345,38	327,88	121,21	79,62
<i>R. tropici</i>	353,44	443,38	103,80	88,58
<i>R. tropici</i> + <i>A. brasilense</i>	334,98	513,61	120,04	97,46
<i>R. tropici</i> + <i>B. subtilis</i>	408,37	388,87	113,16	98,32
<i>R. tropici</i> + <i>P. fluorescens</i>	445,49	296,95	126,32	63,13
<i>R</i> + <i>Azo</i> + <i>Bac</i>	423,39	367,85	75,41	65,41
<i>R</i> + <i>Azo</i> + <i>Pseudo</i>	464,55	346,67	97,29	88,24
Teste F				
Doses NPK (D)	56,38**	209,12**	165,26**	220,54**
Coinoculação (C)	17,78**	119,45***	10,74**	34,71**
D x C	38,53**	141,83**	4,74**	54,79**
Média Geral	396,52	383,60	108,17	82,96
Erro Padrão	8,05	4,42	3,53	1,58
CV (%)	9,31	5,28	14,96	8,75

Médias seguidas de mesma letra na coluna para doses de NPK não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Médias seguidas de mesma letra na coluna para Coinoculação não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

**, * e ns: significativas em $p < 0,01$, $0,01 < p < 0,05$, e não significativos, respectivamente.

O desdobramento para o acúmulo de B na palhada em 2019 (Tabela 32.A), apresenta que na dose zero as coinoculações que demonstraram maiores acúmulos do micronutriente foi a testemunha, *R. tropici* e *R. tropici* + *B. subtilis*. Para 50% de NPK, apenas *R. tropici* + *P. fluorescens* se sobressaiu, em 100% da dose NPK, foi maior o acúmulo de B na palhada para *R. tropici* + *A. brasilense* + *P. fluorescens*.

Quanto ao desempenho das bactérias dentro das doses de NPK em 2019 (Tabela 32.A), a testemunha e *R. tropici* + *B. subtilis* acumularam 30 g ha⁻¹ a mais de B na palhada na dose zero. O *R. tropici* e *R. tropici* + *A. brasilense* + *B. subtilis* foram eficientes na dose zero e 50% de NPK, inversamente *R. tropici* + *A. brasilense* e *R. tropici* + *A. brasilense* + *P. fluorescens*, foram superiores para esta avaliação na dose de 100% de NPK. A coinoculação de *R. tropici* + *P. fluorescens* atingiu uma margem de destaque na dose 50% de NPK.

No desdobramento do acúmulo de B em 2020 (Tabela 32.B), é possível observar que na dose zero, *R. tropici* + *A. brasilense* e *R. tropici* + *P. fluorescens* foram superiores aos demais. Na dose parcial de NPK (50%) foram maiores o acúmulo de B na palhada, o *R. tropici* + *A. brasilense*, *R. tropici* + *B. subtilis* e *R. tropici* + *A. brasilense* + *B. subtilis*. E na dose de 100% de NPK, a testemunha foi superior aos demais na quantidade B acumulada na palhada.

Quanto a ação das coinoculações dentro das doses de NPK (Tabela 32.B), a testemunha e *R. tropici* tiveram resultados satisfatórios na dose total do adubo recomendado para a cultura. As coinoculação com *R. tropici* + *A. brasilense*, *R. tropici* + *B. subtilis* e *R. tropici* + *A. brasilense* + *B. subtilis* obtiveram as maiores quantidades de B acumulada na palhada na dose parcial, o *R. tropici* + *P. fluorescens* na dose zero e 50% de NPK. A coinoculação tripla *R. tropici* + *A. brasilense* + *P. fluorescens* propiciou maior acúmulo de B na palhada na dose zero de NPK.

Segundo Santos *et al.* (2010) o boro é o micronutriente importante e que dev ser fornecido as culturas cultivadas no Brasil, sendo o crescimento e desenvolvimento das plantas altamente dependente da disponibilidade do nutriente, posto que o micronutriente está relacionado com a frutificação e componentes de produtividade.

Tabela 32. Desdobramento da interação doses NPK e coinoculações com BPCPs, da análise de variância referente ao acúmulo de B na palhada do feijoeiro. Selvíria - MS, 2019 e 2020.

2019			
A. Coinoculação	Doses de NPK (% do recomendado)		
	0	50	100
Testemunha	135,25 Aa	50,89 Cd	88,41 Bc
<i>R. tropici</i>	136,33 Aa	127,37 Ab	55,01 Bd
<i>R. tropici</i> + <i>A. brasilense</i>	82,35 Cd	96,20 Bc	118,46 Ab
<i>R. tropici</i> + <i>B. subtilis</i>	132,20 Aa	97,04 Bc	82,49 Cc
<i>R. tropici</i> + <i>P. fluorescens</i>	104,04 Bb	156,73 Aa	75,29 Cc
<i>R. tropici</i> + Azo + <i>Bac</i>	92,23 Ac	101,6 Ac	80,60 Bc
<i>R. tropici</i> + Azo + <i>Pseudo</i>	53,05 Ce	123,76 Bb	137,20 Aa
Erro padrão	3,15		

2020			
B. Coinoculação	Doses de NPK (% do recomendado)		
	0	50	100
Testemunha	177,55 Bb	117,89 Cd	326,19 Aa
<i>R. tropici</i>	166,24 Bba	154,35 Bc	210,66 Ab
<i>R. tropici</i> + <i>A. brasilense</i>	205,37 Ba	250,36 Aa	209,95 Bb
<i>R. tropici</i> + <i>B. subtilis</i>	173,44 Cb	260,71 Aa	224,80 Bb
<i>R. tropici</i> + <i>P. fluorescens</i>	204,60 Aa	183,55 ABb	161,67 Bc
<i>R. tropici</i> + Azo + <i>Bac</i>	152,12 Bb	248,20 Aa	152,97 Bc
<i>R. tropici</i> + Azo + <i>Pseudo</i>	210,17 Ab	152,28 Bc	142,75 Bb
Erro padrão	9,90		

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha para doses de NPK não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna para coinoculação não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Na Tabela 33.A, esta apresentado o desdobramento do acúmulo de Cu na palhada ao final de ciclo em 2019, e é possível observar que a testemunha e *R. tropici* + *B. subtilis* obtiveram maiores destaques na dose zero. Na dose de 50% de NPK, *R. tropici* + *P. fluorescens* se sobressaiu, e na dose 100% de NPK, os maiores acúmulos de Cu na palhada foram observados com *R. tropici* + *A. brasilense* e *R. tropici* + *B. subtilis*.

Analisando o desempenho das coinoculações com BPCPs dentro das doses de NPK (Tabela 33.A.), a testemunha, *R. tropici*, *R. tropici* + *B. subtilis* e *R. tropici* + Azo + *Pseudo* foram mais eficientes acumulando Cu na dose zero e 50% de NPK. A coinoculação de *R. tropici* + *A. brasilense* não diferiu estatisticamente nas três doses NPK testadas, *R. tropici* + *P. fluorescens* e *R. tropici* + Azo + *Bac* acumularam maior quantidade de Cu na dose de 500% de NPK.

No desdobramento do acúmulo de Cu em 2020 (Tabela 33.B), é possível observar que na dose zero, *R. tropici* + *A. brasilense* e *R. tropici* + *B. subtilis* se destacaram dentre as demais. Na dose de 50% de NPK, o maior acúmulo de Cu foi obtido com *R. tropici*. E na dose 100% de NPK, a testemunha e *R. tropici* + *B. subtilis* promoveram menor acúmulo deste micronutriente na palhada.

Quanto ao desempenho das coinoculações dentro das doses de NPK (Tabela 33.B), a testemunha foi eficiente na dose zero e 100% de NPK, o *R. tropici* e *R. tropici* + *A. brasilense* na dose 50% de NPK proporcionaram maiores acúmulos de Cu na palhada. A coinoculação entre *R. tropici* + *B. subtilis* se destacou na dose zero e 50% de NPK, *R. tropici* + *P. fluorescens*, *R. tropici* + *Azo* + *Bac* e *R. tropici* + *Azo* + *Pseudo* foram superiores na dose de 100% de NPK.

Tabela 33. Desdobramento da interação doses NPK e coinoculações com BPCPs, da análise de variância referente ao acúmulo de Cu na palhada do feijoeiro. Selvíria - MS, 2019 e 2020.

2019			
A. Coinoculação	Doses de NPK (% do recomendado)		
	0	50	100
Testemunha	80,34 Aa	78,06 Ab	46,97 Bb
<i>R. tropici</i>	69,94 Ab	78,32 Ab	28,22 Bc
<i>R. tropici</i> + <i>A. brasilense</i>	67,30 Ab	61,25 Ad	65,87 Aa
<i>R. tropici</i> + <i>B. subtilis</i>	82,65 Aa	78,43 Ab	67,83 Ba
<i>R. tropici</i> + <i>P. fluorescens</i>	65,34 Bb	134,76 Aa	51,04 Cb
<i>R. tropici</i> + <i>Azo</i> + <i>Bac</i>	26,56 Bc	68,58 Ac	32,58 Bc
<i>R. tropici</i> + <i>Azo</i> + <i>Pseudo</i>	63,27 Ab	57,76 ABd	49,36 Bd
Erro padrão	2,59		
2020			
B. Coinoculação	Doses de NPK (% do recomendado)		
	0	50	100
Testemunha	24,43 ABb	11,69 Be	30,62 Ab
<i>R. tropici</i>	34,76 Bb	79,86 Aa	46,22 Ba
<i>R. tropici</i> + <i>A. brasilense</i>	45,60 Ba	61,15 Ab	41,10 Ba
<i>R. tropici</i> + <i>B. subtilis</i>	39,74 ABa	45,86 Ac	26,58 Bb
<i>R. tropici</i> + <i>P. fluorescens</i>	32,32 Bb	31,11 Bd	58,16 Aa
<i>R. tropici</i> + <i>Azo</i> + <i>Bac</i>	29,11 Bb	31,34 Bd	49,73 Aa
<i>R. tropici</i> + <i>Azo</i> + <i>Pseudo</i>	24,81 Bb	26,23 Bd	52,16 Aa
Erro padrão	4,17		

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha para doses de NPK não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna para coinoculação não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

No desdobramento do acúmulo de Fe na palhada ao final do ciclo em 2019 (Tabela 34.A) observa-se que na dose zero, *R. tropici* + *B. subtilis* se destacou por acumular mais o micronutriente. Na dose 50% de NPK, a testemunha e *R. tropici* + *A.*

brasiliense foram superiores, e na dose 100% de NPK, *R. tropici* + *Azo* + *Pseudo* promoveram maior acúmulo de Fe na palhada.

Quanto ao desempenho das bactérias dentro das doses de NPK (Tabela 34.A), *R. tropici*, *R. tropici* + *P. fluorescens* e *R. tropici* + *Azo* + *Bac* não diferiram entre si estatisticamente entre as doses testadas. A testemunha promoveu maior acúmulo de Fe na palhada na dose zero e 50%, o *R. tropici* + *A. brasilense* nas doses 50 e 100% de NPK. Para *R. tropici* + *B. subtilis*, o maior acúmulo deste micronutriente foi na dose zero, e, por fim, a coinoculação tripla *R. tropici* + *Azo* + *Pseudo* foi superior na dose recomendado (100% de NPK) para o feijoeiro.

Tabela 34. Desdobramento da interação doses NPK e coinoculações com BPCPs, da análise de variância referente ao acúmulo de Fe na palhada do feijoeiro. Selvíria - MS, 2019 e 2020.

2019			
A. Coinoculação	Doses de NPK (% do recomendado)		
	0	50	100
Testemunha	857,27 Ab	796,50 Aa	623,27 Bb
<i>R. tropici</i>	607,41 Ac	628,64 Ab	601,32 Ab
<i>R. tropici</i> + <i>A. brasilense</i>	423,39 Bd	717,83 Aa	649,05 Ab
<i>R. tropici</i> + <i>B. subtilis</i>	2442,16 Aa	610,35 Bb	643,60 Bb
<i>R. tropici</i> + <i>P. fluorescens</i>	579,14 Ac	620,47 Ab	581,60 Ab
<i>R. tropici</i> + <i>Azo</i> + <i>Bac</i>	482,47 Ad	508,07 Ab	549,22 Ab
<i>R. tropici</i> + <i>Azo</i> + <i>Pseudo</i>	347,48 Cd	667,91 Bb	876,39 Aa
Erro padrão	45,58		
2020			
B. Coinoculação	Doses de NPK (% do recomendado)		
	0	50	100
Testemunha	331,41 Ce	1317,96 Bb	1886,75 Aa
<i>R. tropici</i>	1095,27 Bb	1433,98 Ab	1111,11 cB
<i>R. tropici</i> + <i>A. brasilense</i>	861,70 Bc	823,14 Bc	1701,45 Ab
<i>R. tropici</i> + <i>B. subtilis</i>	731,80 Cc	1730,20 Aa	1118,75 Bc
<i>R. tropici</i> + <i>P. fluorescens</i>	1709,15 Aa	766,30 Bc	667,61 Be
<i>R. tropici</i> + <i>Azo</i> + <i>Bac</i>	770,74 Bc	650,21 Bd	1767,53 Ad
<i>R. tropici</i> + <i>Azo</i> + <i>Pseudo</i>	510, 74 Bd	612,88 Bd	886,51 Ad
Erro padrão	51,98		

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha para doses de NPK não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna para coinoculação não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

O desdobramento para o acúmulo de Fe na palhada em 2020, está apresentado na Tabela 34.B, e se constata que na dose zero, *R. tropici* + *P. fluorescens* foi capaz de acumular mais o nutriente. Na dose parcial, foi a coinoculação com *R. tropici* + *B. subtilis*, e na dose recomendada, a testemunha foi superior aos demais.

Em relação a ação das bactérias dentro das doses de NPK (Tabela 34.B), a testemunha, *R. tropici* + *A. brasilense*, *R. tropici* + *Azo* + *Bac* e *R. tropici* + *Azo* + *Pseudo* forma superiores no acúmulo de Fe na palhada na dose de 100% de NPK. O *R. tropici* e *R. tropici* + *B. subtilis* sobressaiu na dose 50% de NPK, já *R. tropici* + *P. fluorescens*, foi superior na dose zero, apenas.

O desdobramento do acúmulo de Mn na palhada ao final do ciclo em 2019 (Tabela 35.A) indica que na dose zero, *R. tropici* foi capaz de acumular mais este micronutriente que as demais coinoculações. Na dose de 50% de NPK, *R. tropici* + *Azo* + *Pseudo* se destacou positivamente no acúmulo de Mn na palhada, e na dose 100% de NPK, *R. tropici* + *P. fluorescens*, *R. tropici* + *Azo* + *Bac*, *R. tropici* + *Azo* + *Pseudo* se sobressaíram e foram superiores.

Quanto ao comportamento das bactérias dentro das doses de NPK (Tabela 35.A), a testemunha, *R. tropici* + *A. brasilense* e *R. tropici* + *Azo* + *Bac* foram semelhantes estatisticamente, evidenciando a capacidade em acumular mais nutrientes na dose 100% de NPK. O *R. tropici* conseguiu destaque e superioridade na dose zero, *R. tropici* + *B. subtilis* e *R. tropici* + *Azo* + *Pseudo* promoveram maiores acúmulos de Mn na palhada na dose de 50% de NPK. A coinoculação com *R. tropici* + *P. fluorescens* sobressaiu para o acúmulo de Mn na palhada nas doses 50 e 100% de NPK.

O desdobramento do acúmulo de Mn na palhada em 2020 (Tabela 35.B), salientou que *R. tropici* + *A. brasilense* foram eficientes entre as demais para o acúmulo de Mn. Ressalta-se também, na dose 50% de NPK, o maior acúmulo deste micronutriente com o *R. tropici* + *B. subtilis*, e na dose 100% de NPK foi superior para o *R. tropici*.

Quanto ao desempenho das bactérias dentro das doses de NPK (Tabela 35.B), a testemunha, *R. tropici* e *R. tropici* + *Azo* + *Pseudo* foram superiores para o acúmulo de Mn na palhada na dose total do adubo aplicado. O *R. tropici* + *B. subtilis*, *R. tropici* + *P. fluorescens* e *R. tropici* + *Azo* + *Bac* se destacaram e foram maiores na dose 50% de NPK, ao passo que *R. tropici* + *A. brasilense* obteve maior acúmulo de Mn na palhada na dose zero de NPK.

Tabela 35. Desdobramento da interação doses NPK e coinoculações com BPCPs, da análise de variância referente ao acúmulo de Mn na palhada do feijoeiro. Selvíria - MS, 2019 e 2020.

2019			
A. Coinoculação	Doses de NPK (% do recomendado)		
	0	50	100
Testemunha	284,10 Bb	321,24 Bc	430,80 Ab
<i>R. tropici</i>	525,60 Aa	287,70 Bd	247,03 Bc
<i>R. tropici</i> + <i>A. brasilense</i>	327,17 Bb	244,10 Cd	433,68 Ab
<i>R. tropici</i> + <i>B. subtilis</i>	372,12 Bb	478,96 Ab	374,03 Bb
<i>R. tropici</i> + <i>P. fluorescens</i>	317,49 Bb	485,25 Ab	533,74 Aa
<i>R. tropici</i> + Azo + <i>Bac</i>	300,56 Cb	382,11 Bc	587,52 Aa
<i>R. tropici</i> + Azo + <i>Pseudo</i>	198,36 Cc	636,37 Aa	558,93 Ba
Erro padrão	21,31		

2020			
B. Coinoculação	Doses de NPK (% do recomendado)		
	0	50	100
Testemunha	191,73 Bd	224,59 Be	567,33 Ab
<i>R. tropici</i>	337,19 Bb	326,04 Bd	666,93 Aa
<i>R. tropici</i> + <i>A. brasilense</i>	579,61 Aa	486,05 Bb	475,16 Bc
<i>R. tropici</i> + <i>B. subtilis</i>	328,52 Bb	570,07 Aa	268,02 Ce
<i>R. tropici</i> + <i>P. fluorescens</i>	178,58 Cd	450,92 Ac	261,35 Be
<i>R. tropici</i> + Azo + <i>Bac</i>	308,15 Cb	446,76 Ac	348,65 Bd
<i>R. tropici</i> + Azo + <i>Pseudo</i>	262,31 Cc	313,37 Bd	464,34 Ac
Erro padrão	11,70		

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha para doses de NPK não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna para coinoculação não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

No desdobramento para o acúmulo de Zn na palhada em 2019 (Tabela 36.A) identifica-se que na dose zero, as duas coinoculações triplas (*R. tropici* + Azo + *Bac* e *R. tropici* + Azo + *Pseudo*) foram inferiores aos demais tratamentos com BPCPs. Nas doses 50 e 100% de NPK, as coinoculações não diferiram entre si estatisticamente.

Quanto à conduta das bactérias dentro das doses de NPK (Tabela 36.A), a testemunha, *R. tropici*, *R. tropici* + *B. subtilis* e *R. tropici* + *P. fluorescens* foram mais eficientes em acumular Zn, sendo superiores nas doses zero e de 50% de NPK. O *R. tropici* + *A. brasilense* não diferiu estatisticamente entre as doses de NPK. As coinoculações triplas acumularam maior quantidade de Zn na dose de 50% de NPK.

No desdobramento do acúmulo de Zn na palhada em 2020 (Tabela 36.B) verifica-se que na dose zero, *R. tropici* + *A. brasilense* foi superior. Com 50% da dose de NPK, *R. tropici* + *B. subtilis* acumularam mais Zn na palhada, e com 100% da dose de NPK, a testemunha foi superior aos demais tratamentos com BPCPs.

Quanto à desempenho das bactérias dentro das doses de NPK (Tabela 36.B), a testemunha e *R. tropici* + Azo + *Pseudo* se destacaram e forma superiores na dose de 100% de NPK. As coinoculações com *R. tropici*, *R. tropici* + *A. brasilense*, *R. tropici* + *B. subtilis*, *R. tropici* + *P. fluorescens* e *R. tropici* + Azo + *Bac*, não diferiram estatisticamente, indicando que no geral na dose de 50% de NPK acumulou maior quantidade de Zn na palhada que as outras doses de NPK.

Tabela 36. Desdobramento da interação doses NPK e coinoculações com BPCPs, da análise de variância referente ao acúmulo de Zn na palhada do feijoeiro. Selvíria - MS, 2019 e 2020.

2019			
A. Coinoculação	Doses de NPK (% do recomendado)		
	0	50	100
Testemunha	157,17 Aa	143,95 Aa	62,50 Ba
<i>R. tropici</i>	127,77 Aa	136,81 Aa	46,82 Ba
<i>R. tropici</i> + <i>A. brasilense</i>	144,81 Aa	145,59 Aa	69,72 Aa
<i>R. tropici</i> + <i>B. subtilis</i>	152,56 Aa	129,40 Aa	57,51 Ba
<i>R. tropici</i> + <i>P. fluorescens</i>	151,96 Aa	169,37 Aa	57,64 Ba
<i>R. tropici</i> + Azo + <i>Bac</i>	60,24 Bb	122,91 Aa	43,09 Ba
<i>R. tropici</i> + Azo + <i>Pseudo</i>	84,53 Bb	148,09 Aa	59,25 Ba
Erro padrão	9,34		

2020			
B. Coinoculação	Doses de NPK (% do recomendado)		
	0	50	100
Testemunha	39,82 Cd	63,14 Bd	135,90 Aa
<i>R. tropici</i>	46,11 Cd	125,61 Ab	94,03 Bc
<i>R. tropici</i> + <i>A. brasilense</i>	88,34 Ba	118,28 Ab	85,76 Bc
<i>R. tropici</i> + <i>B. subtilis</i>	72,51 Bb	165,28 Aa	57,16 Cd
<i>R. tropici</i> + <i>P. fluorescens</i>	44,44 Cd	82,91 Ac	62,04 Bd
<i>R. tropici</i> + Azo + <i>Bac</i>	59,31 Bc	82,78 Ac	54,14 Bd
<i>R. tropici</i> + Azo + <i>Pseudo</i>	52,89 Cc	90,61 Bc	121,23 Ab
Erro padrão	4,19		

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha para doses de NPK não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna para coinoculação não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

É possível notar que houve interação entre os fatores doses de NPK e coinoculações com BPCPs para todos os acúmulos dos macronutrientes nos grãos de feijão em 2019 e 2020 (Tabela 37). Os macronutrientes exportados pelos grãos de feijão seguiram em média a ordem de N > K > P > S > Ca > Mg, no primeiro ano e, N > K > P > Mg > S > Ca, no segundo ano.

De acordo com Ambrosano et. al. (1997), os acúmulos adequados de macronutrientes em grãos de feijão, são: N- 96,0 kg t⁻¹, P- 8,0 kg t⁻¹, K- 78 kg t⁻¹ e S- 6 kg t⁻¹, seguindo a ordem decrescente encontrada e supracitada.

Tabela 37. Valores médio de acúmulos de macronutrientes nos grãos em relação a doses de NPK e coinoculações com BPCPs em feijão de inverno irrigado. Selvíria - MS, 2019 e 2020.

Doses de NPK (% do recomendado)	N		P		K	
	----- g kg ⁻¹ -----					
	2019	2020	2019	2020	2019	2020
0	166,30	75,82	38,42	12,29	75,02	37,16
50	188,27	116,10	47,26	20,25	90,28	67,75
100	208,49	127,62	50,54	19,01	81,30	70,69
DMS (%)	9,17	7,63	2,18	1,21	4,92	3,20
Coinoculação						
Testemunha	172,52	104,60	50,01	16,39	84,55	55,83
<i>R. tropici</i>	175,61	93,18	38,10	14,67	69,21	50,84
<i>R. tropici</i> + <i>A. brasilense</i>	186,89	105,16	44,20	17,12	83,72	57,72
<i>R. tropici</i> + <i>B. subtilis</i>	223,95	108,89	54,70	17,45	96,87	62,82
<i>R. tropici</i> + <i>P. fluorescens</i>	193,36	106,83	39,74	17,63	77,35	59,36
<i>R</i> + <i>Azo</i> + <i>Bac</i>	168,30	97,36	48,70	16,38	85,10	54,71
<i>R</i> + <i>Azo</i> + <i>Pseudo</i>	193,20	129,58	42,41	20,67	78,61	68,46
Teste F						
Doses NPK (D)	62,73**	150,85**	98,44**	148,00**	28,83**	398,62**
Coinoculação (C)	21,43**	11,72**	38,35**	11,57**	15,30**	16,48**
D x C	52,23**	3,74**	49,29**	5,12**	39,49**	7,20**
Média Geral	187,69	106,51	45,41	17,19	82,20	58,53
Erro Padrão	2,66	2,21	0,63	1,21	1,43	0,93
CV (%)	6,51	9,53	6,38	9,38	7,96	7,28
Doses de NPK (% do recomendado)	Ca		Mg		S	
	----- g kg ⁻¹ -----					
	2019	2020	2019	2020	2019	2020
0	7,08	2,92	5,54	4,69	9,34	3,10
50	9,69	4,43	6,73	6,34	12,56	6,02
100	7,95	4,91	6,03	7,34	13,06	5,62
DMS (%)	0,93	0,49	0,85	0,44	1,22	0,30
Coinoculação						
Testemunha	8,52	3,89	7,39	5,80	12,34	5,02
<i>R. tropici</i>	6,09	3,50	5,60	5,54	9,75	4,23
<i>R. tropici</i> + <i>A. brasilense</i>	9,32	3,77	6,05	5,82	10,33	4,92
<i>R. tropici</i> + <i>B. subtilis</i>	10,65	4,25	6,58	5,98	14,34	3,88
<i>R. tropici</i> + <i>P. fluorescens</i>	8,74	4,19	4,74	6,29	12,08	5,23
<i>R</i> + <i>Azo</i> + <i>Bac</i>	7,96	5,13	7,01	6,10	10,63	5,10
<i>R</i> + <i>Azo</i> + <i>Pseudo</i>	6,40	3,87	5,33	7,33	11,69	6,00
Teste F						
Doses NPK (D)	24,25**	53,87**	5,83**	109,35**	32,74**	333,83**
Coinoculação (C)	15,09**	5,95**	6,30**	8,86**	9,53**	27,19**
D x C	21,08**	11,80**	2,35*	12,10**	8,17**	23,96**
Média Geral	8,24	4,08	6,10	6,12	11,65	4,91
Erro Padrão	0,27	0,14	0,25	0,13	0,35	0,09
CV (%)	15,00	15,84	18,60	9,59	13,89	8,09

Médias seguidas de mesma letra na coluna para doses de NPK não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Médias seguidas de mesma letra na coluna para Coinoculação não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

**, * e ns: significativas em $p < 0,01$, $0,01 < p < 0,05$, e não significativos, respectivamente.

Com relação ao desdobramento do acúmulo de N nos grãos em 2019 (Tabela 38.A), constata-se que na dose zero, não houve diferença significativa entre as coinoculações testadas no experimento, na dose 50% de NPK, o *R. tropici* + *P. fluorescens* se destacou e foi superior, e na dose 100% de NPK, o maior acúmulo de N nos grãos foi verificado para o *R. tropici* + *B. subtilis*.

Quanto ao comportamento das coinoculações dentro das doses de NPK (Tabela 38.A), a testemunha e *R. tropici* + *Azo* + *Bac* não diferiram entre si. O *R. tropici*, *R. tropici* + *A. brasilense* e *R. tropici* + *B. subtilis* tiveram maior acúmulo de N nos grãos na dose 100% de NPK. O *R. tropici* + *P. fluorescens* acumulou 266,91 kg ha⁻¹ de N nos grãos na dose de 50% de NPK, em contrapartida a coinoculação tripla *R. tropici* + *Azo* + *Pseudo* foi capaz de acumular mais o nutriente nas doses 50 e 100% de NPK.

Para o desdobramento de 2020 (Tabela 38.B), na dose zero os maiores acúmulos de N nos grãos foram notados com o *R. tropici* + *A. brasilense* e *R. tropici* + *Azo* + *Pseudo*. Com 50% da dose de NPK, o maior acúmulo de N nos grãos foi para o *R. tropici* + *Azo* + *Pseudo*, e em 100% da dose de NPK, não se notou diferença significativa entre as coinoculações com BPCPs.

Quanto ao desempenho das bactérias dentro das doses de NPK (Tabela 38.B), a maioria delas promoveram maior acúmulo de N nos grãos na dose 100 e 50% de NPK, com excessão do *R. tropici* que obteve maior acúmulo de N na dose de 100% de NPK.

De acordo com Soratto *et al.* (2006), o N é o nutriente absorvido em maiores quantidades pelo feijoeiro, sendo que aproximadamente 50% do N total absorvido é exportado para os grãos.

O N é o nutriente absorvido em maior fração pela cultura e, aproximadamente, 50% do que foi absorvido é exportado para os grãos, sendo frequente sua deficiência (OLIVEIRA *et al.*, 1996). Embora parte do nutriente seja suprida ao feijoeiro por meio da associação com bactérias do gênero *Rhizobium*, a quantidade fornecida é insuficiente (BRITO *et al.*, 2011; SOUZA *et al.*, 2011). O restante do N é obtido da mineralização da matéria orgânica do solo e dos fertilizantes nitrogenados aplicados (BRITO *et al.*, 2011).

Tabela 38. Desdobramento da interação doses NPK e coinoculações com BPCPs, da análise de variância referente ao acúmulo de N nos grãos de feijão. Selvíria - MS, 2019 e 2020.

2019			
A. Coinoculação	Doses de NPK (% do recomendado)		
	0	50	100
Testemunha	164,17 Aa	182,72 Ac	170,67 Ad
<i>R. tropici</i>	154,76 Ba	126,80 Cd	245,28 Ab
<i>R. tropici</i> + <i>A. brasilense</i>	155,58 Ca	187,94 Bc	217,14 Ac
<i>R. tropici</i> + <i>B. subtilis</i>	176,90 Ba	164,50 Bc	330,44 Aa
<i>R. tropici</i> + <i>P. fluorescens</i>	179,63 Ba	266,91 Aa	133,54 Ce
<i>R. tropici</i> + Azo + <i>Bac</i>	168,02 Aa	175,99 Ac	160,90 Ad
<i>R. tropici</i> + Azo + <i>Pseudo</i>	165,05 Ba	213,07 Ab	201,49 Ac
Erro padrão	7,05		

2020			
B. Coinoculação	Doses de NPK (% do recomendado)		
	0	50	100
Testemunha	76,17 Bb	115,51 Ab	122,11 Aa
<i>R. tropici</i>	48,74 Cc	100,96 Bb	129,83 Aa
<i>R. tropici</i> + <i>A. brasilense</i>	93,75 Ba	105,02 ABb	116,72 Aa
<i>R. tropici</i> + <i>B. subtilis</i>	70,50 Bb	122,36 Ab	133,81 Aa
<i>R. tropici</i> + <i>P. fluorescens</i>	73,95 Bb	117,22 Ab	129,32 Aa
<i>R. tropici</i> + Azo + <i>Bac</i>	59,44 Bc	107,10 Ab	125,54 Aa
<i>R. tropici</i> + Azo + <i>Pseudo</i>	108,17 Ba	144,54 Aa	136,04 Aa
Erro padrão	5,86		

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha para doses de NPK não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna para coinoculação não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

No desdobramento do acúmulo de P nos grãos de feijão em 2019 (Tabela 39.A), observa-se que na dose zero, a testemunha, *R. tropici* + *A. brasilense*, *R. tropici* + *B. subtilis* e *R. tropici* + Azo + *Bac*, se sobressaíram dentre as demais. Na dose parcial de NPK (50%), a testemunha promoveu maior acúmulo de P nos grãos, na dose de 100% de NPK, o *R. tropici* + *B. subtilis* se destacou e foi superior.

Quanto ao desempenho das coinoculações com BPCPs dentro das doses de NPK (Tabela 39.A), a testemunha e *R. tropici* + *P. fluorescens* acumulou maior quantidade de P. O *R. tropici*, *R. tropici* + *A. brasilense* e *R. tropici* + *B. subtilis* obtiveram maiores quantidades de P acumuladas nos grãos na dose de 100% de NPK, já as coinoculações triplas *R. tropici* + Azo + *Bac* e *R. tropici* + Azo + *Pseudo* foram superiores nas doses de 50 e 100% de NPK.

Para o desdobramento do acúmulo de P nos grãos em 2020 (Tabela 39.B), na dose zero, a coinoculação *R. tropici* + Azo + *Pseudo* foi superior aos demais. Com 50%

da dose de NPK, os maiores acúmulos de P nos grãos foram obtidos com *R. tropici* + *B. subtilis* e *R. tropici* + *Azo* + *Pseudo*. Em relação a 100% da dose de N-P-K, sobressaíram o *R. tropici* + *B. subtilis*, *R. tropici* + *P. fluorescens*, *R. tropici* + *Azo* + *Bac* e *R. tropici* + *Azo* + *Pseudo*.

Em relação ao desempenho das bactérias dentro das doses de NPK (Tabela 39.B), *R. tropici* + *A. brasilense* acumulou maior quantidade de P nos grãos na dose de 50% de NPK, à medida que *R. tropici* + *Azo* + *Pseudo* atingiu tal feito na dose de 100% de NPK. Quanto as demais coinoculações, o desempenho foi acentuado e os maiores acúmulos de P nos grãos foram observados com 50 e 100% da dose de NPK.

A inoculação das plantas com BPCPs pode ter favorecido o aumento da disponibilidade de nutrientes, como fósforo na solução do solo para as plantas adubadas com NPK, aumentando a absorção e consequentemente o acúmulo de P nos grãos.

Tabela 39. Desdobramento da interação doses NPK e coinoculações com BPCPs, da análise de variância referente ao acúmulo de P nos grãos de feijão. Selvíria - MS, 2019 e 2020.

2019			
A. Coinoculação	Doses de NPK (% do recomendado)		
	0	50	100
Testemunha	42,73 Ba	61,63 Aa	45,68 Bc
<i>R. tropici</i>	35,53 Bb	34,61 Be	44,15 Ac
<i>R. tropici</i> + <i>A. brasilense</i>	39,14 Ba	41,77 Bd	51,70 Ab
<i>R. tropici</i> + <i>B. subtilis</i>	40,11 Ba	40,68 Bd	83,30 Aa
<i>R. tropici</i> + <i>P. fluorescens</i>	36,08 Bb	55,91 Ab	27,23 Cd
<i>R. tropici</i> + <i>Azo</i> + <i>Bac</i>	41,19 Ba	50,61 Ac	54,31 Ab
<i>R. tropici</i> + <i>Azo</i> + <i>Pseudo</i>	34,16 Bb	45,64 Ad	47,42 Ac
Erro padrão	1,67		
2020			
B. Coinoculação	Doses de NPK (% do recomendado)		
	0	50	100
Testemunha	12,40 Bb	18,72 Ab	18,04 Ab
<i>R. tropici</i>	7,73 Bd	18,04 Ab	18,23 Ab
<i>R. tropici</i> + <i>A. brasilense</i>	14,98 Bb	20,32 Ab	16,06 Bb
<i>R. tropici</i> + <i>B. subtilis</i>	11,12 Bc	21,36 Aa	19,87 Aa
<i>R. tropici</i> + <i>P. fluorescens</i>	13,07 Bb	19,31 Ab	20,51 Aa
<i>R. tropici</i> + <i>Azo</i> + <i>Bac</i>	8,66 Bd	20,47 Ab	20,02 Aa
<i>R. tropici</i> + <i>Azo</i> + <i>Pseudo</i>	18,12 Ba	23,52 Ba	20,38 ABa
Erro padrão	0.93		

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha para doses de NPK não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna para coinoculação não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Na Tabela 40.A, está o desdobramento para o acúmulo de K nos grãos em 2019, sendo notório que na dose zero, *R. tropici* + *A. brasilense*, *R. tropici* + *B. subtilis* e *R. tropici* + *Azo* + *Bac*, o acúmulo foi maior que nos demais tratamentos. Com 50% da dose de NPK, apenas *R. tropici* + *P. fluorescens* sobressaiu, e em 100% de NPK, o *R. tropici* + *B. subtilis* foi superior no acúmulo de K nos grãos.

Com relação ao desempenho das bactérias dentro das doses de NPK (Tabela 40.A), observa-se que a testemunha foi capaz de acumular até 28,89 kg ha⁻¹ a mais de K, nas doses 50 e 100% de NPK. O *R. tropici* e *R. tropici* + *B. subtilis* destacaram-se na dose de 100% de NPK, enquanto *R. tropici* + *A. brasilense* e *R. tropici* + *Azo* + *Bac* não diferiram entre as três doses utilizadas no experimento. O *R. tropici* + *P. fluorescens* e *R. tropici* + *Azo* + *Pseudo*, acumularam maior quantidade de K nos grãos na dose 50% de NPK.

No desdobramento de 2020 apresentado na Tabela 40.B, demonstra que na dose zero o acúmulo de K nos grãos foi maior para o *R. tropici* + *Azo* + *Pseudo*, na dose 50% de NPK, foi superior para *R. tropici* + *B. subtilis* e *R. tropici* + *Azo* + *Pseudo*, e na dose 100% de NPK, *R. tropici* + *B. subtilis* foi superior aos demais.

Tabela 40. Desdobramento da interação doses NPK e coinoculações com BPCPs, da análise de variância referente ao acúmulo de K nos grãos de feijão. Selvíria - MS, 2019 e 2020.

2019			
A. Coinoculação	Doses de NPK (% do recomendado)		
	0	50	100
Testemunha	68,88 Bb	97,77 Ab	86,99 Ab
<i>R. tropici</i>	66,58 Bb	60,43 Bd	80,61 Ab
<i>R. tropici</i> + <i>A. brasilense</i>	80,37 Aa	91,84 Ab	78,94 Ab
<i>R. tropici</i> + <i>B. subtilis</i>	78,54 Ba	78,89 Bc	133,18 Aa
<i>R. tropici</i> + <i>P. fluorescens</i>	67,97 Bb	125,75 Aa	38,34 Cd
<i>R. tropici</i> + <i>Azo</i> + <i>Bac</i>	89,20 Aa	76,56 Ac	89,54 Ab
<i>R. tropici</i> + <i>Azo</i> + <i>Pseudo</i>	73,62 Bb	100,72 Ab	61,48 Bc
Erro padrão	3,78		
2020			
B. Coinoculação	Doses de NPK (% do recomendado)		
	0	50	100
Testemunha	37,71 Bc	67,65 Ab	62,13 Ac
<i>R. tropici</i>	22,92 Bd	61,59 Ab	68,00 Ac
<i>R. tropici</i> + <i>A. brasilense</i>	45,66 Bb	62,68 Ab	64,83 Ac
<i>R. tropici</i> + <i>B. subtilis</i>	33,98 Cc	72,61 Ba	81,89 Aa
<i>R. tropici</i> + <i>P. fluorescens</i>	37,62 Bc	68,34 Ab	72,14 Ab
<i>R. tropici</i> + <i>Azo</i> + <i>Bac</i>	27,65 Bd	64,26 Ab	72,22 Ab
<i>R. tropici</i> + <i>Azo</i> + <i>Pseudo</i>	54,60 Ba	77,15 Aa	73,64 Ab
Erro padrão	2,46		

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha para doses de NPK não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna para coinoculação não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Quanto ao desempenho das bactérias dentro das doses de NPK (Tabela 40.B), a maioria das coinoculações tiveram o mesmo desempenho, atingindo maiores acúmulos de K nos grãos na dose 50% e 100% de NPK, exceto o *R. tropici* + *B. subtilis*, que teve maior acúmulo de K nos grãos em 100% da dose de NPK.

Para o desdobramento do acúmulo de Ca nos grãos em 2019 (Tabela 41.A), nota-se que na dose zero, as coinoculações com *R. tropici* + *A. brasilense*, *R. tropici* + *B. subtilis* e *R. tropici* + *Azo* + *Bac*, foram maiores que as demais. Com 50% da dose de NPK, o destaque e maior acúmulo de Ca nos grãos foi para *R. tropici* + *P. fluorescens*, com 100% da dose de NPK, foi maior para o *R. tropici* + *B. subtilis*.

Em relação ao desempenho das bactérias dentro das doses de NPK (Tabela 41.A), a testemunha promoveu maior acúmulo de Ca nos grãos nas doses 50 e 100% de NPK. O *R. tropici*, *R. tropici* + *Azo* + *Bac* e *R. tropici* + *Azo* + *Pseudo*, não diferiram entre as doses de NPK. O *R. tropici* + *A. brasilense* e *R. tropici* + *P. fluorescens*, sobressairam na dose de 50% de NPK, em contrapartida o *R. tropici* + *B. subtilis* propiciou maior acúmulo de Ca nos grãos, na dose 100%.

No desdobramento de 2020 (Tabela 41.B), observa-se que na dose zero, as coinoculações e a testemunha não diferiram entre si para o acúmulo de Ca nos grãos, exceto o *R. tropici*, isoladamente. Na dose 50% de NPK, *R. tropici* + *P. fluorescens* foi superior aos demais para o acúmulo de Ca nos grãos, e na dose de 100% de NPK, o *R. tropici* + *Azo* + *Bac* foi superior.

Quanto ao desempenho das bactérias dentro das doses de NPK (Tabela 41.B), testemunha, *R. tropici* e *R. tropici* + *A. brasilense*, se destacaram nas doses 50 e 100% de NPK. O *R. tropici* + *B. subtilis* e *R. tropici* + *Azo* + *Bac* proporcionou maior acúmulo de Ca nos grãos na dose 100% de NPK. O *R. tropici* + *P. fluorescens* se destacou e foi maior para esta avaliação na dose 50% de NPK, já *R. tropici* + *Azo* + *Pseudo* não diferiu entre as doses estudadas.

Tabela 41. Desdobramento da interação doses NPK e coinoculações com BPCPs, da análise de variância referente ao acúmulo de Ca nos grãos de feijão. Selvíria - MS, 2019 e 2020.

2019			
A. Coinoculação	Doses de NPK (% do recomendado)		
	0	50	100
Testemunha	6,75 Bb	9,38 Ac	9,45 Ab
<i>R. tropici</i>	5,36 Ab	5,77 Ad	7,15 Ac
<i>R. tropici</i> + <i>A. brasilense</i>	7,97 Ba	12,96 Ab	7,05 Bc
<i>R. tropici</i> + <i>B. subtilis</i>	7,84 Ba	8,22 Bc	15,90 Aa
<i>R. tropici</i> + <i>P. fluorescens</i>	6,03 Bb	15,98 Aa	4,21 Bd
<i>R. tropici</i> + Azo + <i>Bac</i>	9,06 Aa	8,18 Ac	6,64 Ac
<i>R. tropici</i> + Azo + <i>Pseudo</i>	6,57 Ab	7,36 Ac	5,29 Ad
Erro padrão	0,71		

2020			
B. Coinoculação	Doses de NPK (% do recomendado)		
	0	50	100
Testemunha	3,21 Ba	3,87 ABb	4,59 Ac
<i>R. tropici</i>	1,54 Bb	4,03 Ab	4,94 Ac
<i>R. tropici</i> + <i>A. brasilense</i>	2,77 Ba	4,28 Ab	4,25 Ac
<i>R. tropici</i> + <i>B. subtilis</i>	2,56 Ca	4,07 Bb	6,11 Ab
<i>R. tropici</i> + <i>P. fluorescens</i>	3,58 Ba	5,99 Aa	3,01 Bd
<i>R. tropici</i> + Azo + <i>Bac</i>	2,90 Ca	4,40 Bb	8,10 Aa
<i>R. tropici</i> + Azo + <i>Pseudo</i>	3,89 Aa	4,34 Ab	3,37 Ad
Erro padrão	0,37		

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha para doses de NPK não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna para coinoculação não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

O desdobramento do acúmulo de Mg nos grãos em 2019, consta na Tabela 42.A, onde observa-se que na dose zero e em 50% de NPK, que as coinoculações não diferiram entre si estatisticamente. Quanto à dose 100% de NPK, a testemunha, *R. tropici*, *R. tropici* + *B. subtilis* e *R. tropici* + Azo + *Bac*, se destacaram e foram superiores aos demais para o acúmulo de Mg nos grãos.

Quanto ao desempenho das bactérias dentro das doses NPK (Tabela 42.A), *R. tropici*, *R. tropici* + *B. subtilis*, *R. tropici* + Azo + *Bac* e *R. tropici* + Azo + *Pseudo*, não diferiram entre as doses de NPK. Para a testemunha, o destaque no acúmulo de Mg nos grãos foram as doses de 50% e 100% de NPK. O *R. tropici* + *A. brasilense* foi superior na dose 50% de NPK, e *R. tropici* + *P. fluorescens* promoveu maior acúmulo de Mg nos grãos na dose zero e 50% de NPK.

No desdobramento do nutriente em 2020 (Tabela 42.B), observa-se que na dose zero e 100% de NPK, a combinação tripla que se destacou e teve maior acúmulo de Mg

nos grãos foi *R. tropici* + *Azo* + *Pseudo*, na dose 50% de NPK, não houve diferença estatística entre as coinoculações com BPCPs.

Em relação ao desempenho das bactérias dentro das doses de NPK (Tabela 42.B), a testemunha, *R. tropici*, *R. tropici* + *B. subtilis* e *R. tropici* + *P. fluorescens*, obtiveram resultados superiores na dose 50 e 100% de NPK. As coinoculações triplas apresentaram resultados superiores na dose 100% de NPK, o *R. tropici* + *A. brasilense* não diferiu para as doses NPK.

Tabela 42. Desdobramento da interação doses NPK e coinoculações com BPCPs, da análise de variância referente ao acúmulo de Mg nos grãos de feijão. Selvíria - MS, 2019 e 2020.

2019			
A. Coinoculação	Doses de NPK (% do recomendado)		
	0	50	100
Testemunha	5,71 Ba	7,94 ABa	8,51 Aa
<i>R. tropici</i>	4,62 Aa	6,01 Aa	6,17 Aa
<i>R. tropici</i> + <i>A. brasilense</i>	5,33 Ba	7,75 Aa	5,07 Bb
<i>R. tropici</i> + <i>B. subtilis</i>	5,68 Aa	7,09 Aa	6,97 Aa
<i>R. tropici</i> + <i>P. fluorescens</i>	4,56 ABa	6,08 Aa	3,57 Bb
<i>R. tropici</i> + <i>Azo</i> + <i>Bac</i>	7,46 Aa	6,11 Aa	7,45 Aa
<i>R. tropici</i> + <i>Azo</i> + <i>Pseudo</i>	5,39 Aa	6,12 Aa	4,48 Ab
Erro padrão	0,65		
2020			
B. Coinoculação	Doses de NPK (% do recomendado)		
	0	50	100
Testemunha	4,58 Bb	6,59 Aa	6,24 Ac
<i>R. tropici</i>	2,65 Bd	6,41 Aa	7,56 Ab
<i>R. tropici</i> + <i>A. brasilense</i>	5,18 Ab	6,04 Aa	6,24 Ac
<i>R. tropici</i> + <i>B. subtilis</i>	4,61 Bb	7,18 Aa	6,15 Ac
<i>R. tropici</i> + <i>P. fluorescens</i>	4,83 Bb	6,63 Aa	7,42 Ab
<i>R. tropici</i> + <i>Azo</i> + <i>Bac</i>	3,77 Cc	6,20 Ba	8,32 Ab
<i>R. tropici</i> + <i>Azo</i> + <i>Pseudo</i>	7,20 Ba	5,35 Ca	9,43 Aa
Erro padrão	0,34		

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha para doses de NPK não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna para coinoculação não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

O desdobramento do acúmulo de S nos grãos em 2019 (Tabela 43.A), revela que na dose zero, a testemunha, *R. tropici* + *B. subtilis*, *R. tropici* + *P. fluorescens* e *R. tropici* + *Azo* + *Pseudo*, acumularam maior quantidade do nutriente nos grãos que os demais. Na dose de 50% de NPK, foi superior para o *R. tropici* + *P. fluorescens*, na dose 100% de NPK, foi maior o acúmulo de S nos grãos para *R. tropici* + *B. subtilis*.

Quanto ao desempenho das bactérias dentro das doses de NPK (Tabela 43.A), a testemunha e *R. tropici* + *Azo* + *Pseudo*, não diferiram entre as doses NPK aplicadas. O

R. tropici e *R. tropici* + *B. subtilis* foram capazes de acumular maior quantidade de S nos grãos na dose de 100% de NPK. O *R. tropici* + *A. brasilense* e *R. tropici* + Azo + *Bac* conseguiu tal feito em 50% e 100% das doses de NPK, em oposição, *R. tropici* + *P. fluorescens*, se sobressaiu com a aplicação de 50% de NPK.

O desdobramento do acúmulo de S nos grãos em 2020 (Tabela 43.B), indica que na dose zero, o *R. tropici* + *A. brasilense* se destacou e foi maior entre as demais. Em 50% da dose de NPK foram superiores no acúmulo de S nos grãos, o *R. tropici* + *P. fluorescens*, *R. tropici* + Azo + *Bac* e *R. tropici* + Azo + *Pseudo*, em 100% da dose de NPK, foi superior o *R. tropici* + Azo + *Pseudo*.

Tabela 43. Desdobramento da interação doses NPK e coinoculações com BPCPs, da análise de variância referente ao acúmulo de S nos grãos de feijão. Selvíria - MS, 2019 e 2020.

2019			
A. Coinoculação	Doses de NPK (% do recomendado)		
	0	50	100
Testemunha	10,39 Aa	13,35 Ab	13,27 Ab
<i>R. tropici</i>	8,69 Bb	7,69 Bc	12,86 Ab
<i>R. tropici</i> + <i>A. brasilense</i>	6,59 Bb	11,86 Ab	12,55 Ab
<i>R. tropici</i> + <i>B. subtilis</i>	11,21 Ba	13,84 Bb	19,18 Aa
<i>R. tropici</i> + <i>P. fluorescens</i>	10,47 Ba	17,69 Aa	8,07 Bc
<i>R. tropici</i> + Azo + <i>Bac</i>	7,88 Bb	10,89 ABb	13,12 Ab
<i>R. tropici</i> + Azo + <i>Pseudo</i>	10,12 Aa	12,60 Ab	12,35 Ab
Erro padrão	0,93		

2020			
B. Coinoculação	Doses de NPK (% do recomendado)		
	0	50	100
Testemunha	2,94 Ac	6,23 Ab	5,90 Ab
<i>R. tropici</i>	1,92 Cd	4,62 Bc	6,14 Ab
<i>R. tropici</i> + <i>A. brasilense</i>	4,63 Ba	4,48 Bc	5,65 Ab
<i>R. tropici</i> + <i>B. subtilis</i>	2,96 Bc	5,19 Ac	3,50 Bd
<i>R. tropici</i> + <i>P. fluorescens</i>	3,53 Cb	7,49 Aa	4,67 Bc
<i>R. tropici</i> + Azo + <i>Bac</i>	2,02 Cd	7,11 Aa	6,18 Bb
<i>R. tropici</i> + Azo + <i>Pseudo</i>	3,70 Bb	7,03 Aa	7,27 Aa
Erro padrão	0,23		

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha para doses de NPK não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna para coinoculação não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Em relação ao desempenho das bactérias dentro das doses de NPK (Tabela 43.B), a testemunha não diferiu para as doses de NPK, o *R. tropici* e *R. tropici* + *A. brasilense* acumularam maior quantidade de S nos grãos na dose 100% de NPK. O *R.*

tropici + *B. subtilis*, *R. tropici* + *P. fluorescens* e *R. tropici* + *Azo* + *Bac*, na dose 50% de NPK, *R. tropici* + *Azo* + *Pseudo* foi superior nas doses 50 e 100% de NPK.

Na Tabela 44, constata-se que para todos os micronutrientes houve efeito significativo entre coinoculações com BPCPs e as doses NPK, nos dois anos de estudo. Os micronutrientes exportados pelos grãos seguiram em média a ordem de Fe > Zn > Cu > Mn > B, em 2019 e, Fe > Cu > Zn > Mn > B, em 2020.

Em relação ao desdobramento para o acúmulo de B nos grãos em 2019 (Tabela 45.A), observa-se que na dose zero, as coinoculações que se destacaram foram *R. tropici* + *A. brasilense*, *R. tropici* + *Azo* + *Bac* e *R. tropici* + *Azo* + *Pseudo*. Com 50% da dose de NPK, foi superior no acúmulo de B nos grãos para *R. tropici* + *P. fluorescens*, e com 100% da dose de NPK, se sobressaiu o *R. tropici* + *B. subtilis*.

Em relação ao desempenho das bactérias dentro das doses NPK (Tabela 45.A), testemunha, *R. tropici* + *A. brasilense*, *R. tropici* + *Azo* + *Bac* e *R. tropici* + *Azo* + *Pseudo*, não diferiram entre as doses estudadas. O *R. tropici*, se destacou na dose zero e 100% de NPK para o acúmulo de B nos grãos, o *R. tropici* + *B. subtilis* foi superior na dose 100% de NPK, e *R. tropici* + *P. fluorescens* foi maior na dose 50% de NPK.

O desdobramento do acúmulo de B nos grãos em 2020 (Tabela 45.B), demonstra que na dose zero, o *R. tropici* + *P. fluorescens* se destacou dentre as demais, na dose 50% de NPK, foi superior para *R. tropici* + *P. fluorescens* e *R. tropici* + *Azo* + *Pseudo*, e na dose 100% de NPK, foi maior o acúmulo de B nos grãos para testemunha, *R. tropici* e *R. tropici* + *Azo* + *Bac*.

Em relação ao desempenho das bactérias dentro das doses de NPK (Tabela 45.B), a testemunha, *R. tropici* e *R. tropici* + *Azo* + *Bac* acumularam maior quantidade de B nos grãos na dose 100% de NPK. O *R. tropici* + *A. brasilense*, *R. tropici* + *P. fluorescens* e *R. tropici* + *Azo* + *Pseudo* foram superiores na dose 50% de NPK, o *R. tropici* + *B. subtilis* se sobressaiu nas doses de 50 e 100% de NPK.

Tabela 44. Valores médios de acúmulo de micronutrientes nos grãos em relação a doses de NPK e coinoculações com BPCPs em feijão de inverno irrigado. Selvíria - MS, 2019 e 2020.

Doses de NPK (% do recomendado)	B		Cu		Fe	
	----- g kg ⁻¹ -----					
	2019	2020	2019	2020	2019	2020
0	59,84	32,01	55,41	232,19	360,51	326,12
50	69,32	43,57	73,38	46,85	438,83	1228,74
100	69,92	45,08	178,77	44,95	443,82	712,67
DMS (%)	4,15	3,18	11,25	9,55	16,97	95,67
Coinoculação						
Testemunha	60,31	36,41	116,75	121,56	408,44	1391,87
<i>R. tropici</i>	51,95	38,05	98,24	81,25	347,95	604,57
<i>R. tropici</i> + <i>A. brasilense</i>	63,56	36,46	115,27	79,98	372,83	1056,60
<i>R. tropici</i> + <i>B. subtilis</i>	87,07	39,72	97,97	115,92	563,62	537,73
<i>R. tropici</i> + <i>P. fluorescens</i>	66,48	45,91	82,94	154,61	392,76	868,27
<i>R</i> + <i>Azo</i> + <i>Bac</i>	67,69	40,43	100,23	87,47	417,17	351,41
<i>R</i> + <i>Azo</i> + <i>Pseudo</i>	67,48	44,55	106,44	115,19	397,93	480,45
Teste F						
Doses NPK (D)	22,04**	60,05**	415,83**	1504,91**	89,92**	265,68**
Coinoculação (C)	33,70**	7,11**	5,46**	40,82**	85,90**	75,65**
D x C	24,12**	14,44**	17,77**	34,53**	62,89**	117,82**
Média Geral	66,36	40,22	102,52	108,00	415,39	755,84
Erro Padrão	1,20	0,92	3,26	2,77	4,93	27,78
CV (%)	8,31	10,51	14,61	11,77	5,45	16,84

Doses de NPK (% do recomendado)	Mn		Zn	
	----- g kg ⁻¹ -----			
	2019	2020	2019	2020
0	76,65	50,42	168,58	93,37
50	87,34	70,02	202,74	98,71
100	91,98	68,97	198,23	119,69
DMS (%)	3,32	4,57	4,10	6,25
Coinoculação				
Testemunha	89,38	66,29	174,05	101,44
<i>R. tropici</i>	79,84	63,79	151,39	90,87
<i>R. tropici</i> + <i>A. brasilense</i>	68,25	65,22	183,64	106,82
<i>R. tropici</i> + <i>B. subtilis</i>	102,68	57,29	246,74	105,96
<i>R. tropici</i> + <i>P. fluorescens</i>	82,87	57,27	183,05	116,13
<i>R</i> + <i>Azo</i> + <i>Bac</i>	88,74	53,17	209,77	96,43
<i>R</i> + <i>Azo</i> + <i>Pseudo</i>	85,52	78,93	180,30	109,84
Teste F				
Doses NPK (D)	66,64**	69,15**	243,19**	58,67**
Coinoculação (C)	50,63**	17,55**	279,37**	9,29**
D x C	85,29**	10,24**	150,21**	16,05**
Média Geral	85,33	63,14	189,85	103,93
Erro Padrão	0,96	1,33	1,19	1,82
CV (%)	5,17	9,62	2,87	8,01

Médias seguidas de mesma letra na coluna para doses de NPK não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Médias seguidas de mesma letra na coluna para Coinoculação não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

**, * e ns: significativas em p <0,01, 0,01 <p <0,05, e não significativos, respectivamente.

Tabela 45. Desdobramento da interação doses NPK e coinoculações com BPCPs, da análise de variância referente ao acúmulo de B nos grãos de feijão. Selvíria - MS, 2019 e 2020.

2019			
A. Coinoculação	Doses de NPK (% do recomendado)		
	0	50	100
Testemunha	55,35 Ab	64,90 Ac	60,69 Ab
<i>R. tropici</i>	51,82 ABb	41,85 Bd	62,18 Ab
<i>R. tropici</i> + <i>A. brasilense</i>	64,42 Aa	58,78 Ac	67,48 Ab
<i>R. tropici</i> + <i>B. subtilis</i>	59,49 Cb	86,63 Bb	115,09 Aa
<i>R. tropici</i> + <i>P. fluorescens</i>	57,62 Bb	97,39 Aa	44,42 Cc
<i>R. tropici</i> + Azo + <i>Bac</i>	64,51 Aa	69,19 Ac	69,38 Ab
<i>R. tropici</i> + Azo + <i>Pseudo</i>	65,71 Aa	66,51 Ac	70,23 Ab
Erro padrão	3,19		

2020			
B. Coinoculação	Doses de NPK (% do recomendado)		
	0	50	100
Testemunha	25,77 Bb	31,21 Bc	52,26 Aa
<i>R. tropici</i>	26,63 Cb	36,63 Bc	50,90 Aa
<i>R. tropici</i> + <i>A. brasilense</i>	31,84 Bb	44,43 Ab	33,13 Bc
<i>R. tropici</i> + <i>B. subtilis</i>	29,14 Bb	47,88 Ab	42,16 Ab
<i>R. tropici</i> + <i>P. fluorescens</i>	42,33 Ba	53,57 Aa	41,84 Bb
<i>R. tropici</i> + Azo + <i>Bac</i>	39,11 Ba	30,96 Bc	51,21 Aa
<i>R. tropici</i> + Azo + <i>Pseudo</i>	29,26 Cb	60,33 Aa	44,07 Bb
Erro padrão	2,44		

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha para doses de NPK não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna para coinoculação não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

O desdobramento para acúmulo de Cu nos grãos em 2019, exposto na Tabela 46.A, indica que na dose zero, as coinoculações não diferiram entre si. Na dose 50% de NPK, *R. tropici* + *B. subtilis* e *R. tropici* + *P. fluorescens*, se destacaram e foram superiores aos demais tratamentos. Na dose 100% de NPK, os maiores acúmulos de Cu nos grãos foram constatados na testemunha e *R. tropici* + *A. brasilense*.

Quanto ao desempenho das bactérias dentro das doses de NPK (Tabela 46.A), as coinoculações e a testemunha tiveram desempenho semelhante, se destacando na dose 100% de NPK, com exceção do *R. tropici* + *P. fluorescens* que foi superior na dose 50 e 100% de NPK.

Com relação ao desdobramento para o acúmulo de Cu nos grãos de 2020 (Tabela 46.B), na dose zero de NPK observa-se que o *R. tropici* + *P. fluorescens* foi

superior, à medida que nas doses 50 e 100% de NPK, as coinoculações não diferiram entre si.

No desempenho das bactérias dentro das doses de NPK (Tabela 46.B), constata-se que todas as coinoculações e a testemunha foram maiores no acúmulo de Cu nos grãos na dose zero de N-P-K.

Tabela 46. Desdobramento da interação doses NPK e coinoculações com BPCPs, da análise de variância referente ao acúmulo de Cu nos grãos de feijão. Selvíria - MS, 2019 e 2020.

2019			
A. Coinoculação	Doses de NPK (% do recomendado)		
	0	50	100
Testemunha	52,98 Ba	72,01 Bb	225,26 Aa
<i>R. tropici</i>	47,38 Ba	51,14 Bb	196,20 Ab
<i>R. tropici</i> + <i>A. brasilense</i>	52,37 Ba	68,14 Bb	225,31 Aa
<i>R. tropici</i> + <i>B. subtilis</i>	72,12 Ba	90,37 Ba	131,44 Ac
<i>R. tropici</i> + <i>P. fluorescens</i>	65,44 Ba	98,15 Aa	84,62 ABd
<i>R. tropici</i> + <i>Azo</i> + <i>Bac</i>	41,96 Ba	63,69 Bb	195,03 Ab
<i>R. tropici</i> + <i>Azo</i> + <i>Pseudo</i>	55,64 Ba	70,17 Bb	193,52 Ab
Erro padrão	8,65		

2020			
B. Coinoculação	Doses de NPK (% do recomendado)		
	0	50	100
Testemunha	274,22 Ab	50,36 Ba	40,10 Ba
<i>R. tropici</i>	148,15 Ae	48,56 Ba	47,03 Ba
<i>R. tropici</i> + <i>A. brasilense</i>	159,56 Ae	39,72 Ba	40,65 Ba
<i>R. tropici</i> + <i>B. subtilis</i>	254,48 Ac	47,88 Ba	45,42 Ba
<i>R. tropici</i> + <i>P. fluorescens</i>	362,70 Aa	57,04 Ba	44,09 Ba
<i>R. tropici</i> + <i>Azo</i> + <i>Bac</i>	175,62 Ad	39,50 Ba	47,29 Ba
<i>R. tropici</i> + <i>Azo</i> + <i>Pseudo</i>	250,62 Ac	44,90 Ba	50,06 Ba
Erro padrão	7,34		

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha para doses de NPK não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna para coinoculação não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

O desdobramento para o acúmulo de Fe nos grãos em 2019 (Tabela 47.A), indica que na dose zero e 100% de NPK, o *R. tropici* + *B. subtilis* se destacaram dentre as demais coinoculações, e em 50% da dose de NPK, foi superior para o *R. tropici* + *P. fluorescens*.

Quanto ao desempenho das bactérias dentro das doses de NPK (Tabela 47.A), a testemunha, *R. tropici* + *A. brasilense* e *R. tropici* + *Azo* + *Bac*, semelhantemente foram maiores com as dose 50 e 100% NPK. O *R. tropici* e *R. tropici* + *B. subtilis* foram superiores no acúmulo de Fe nos grãos na dose 100% de NPK, em contrapartida, *R.*

tropici + *P. fluorescens* e *R. tropici* + Azo + *Pseudo* acumulou maior quantidade deste micronutriente nos grãos na dose 50% de NPK.

O desdobramento para o acúmulo de Fe nos grãos em 2020 (Tabela 47.B), indica que na dose zero, as coinoculações que tiveram maiores acúmulos do nutriente foi *R. tropici* + *P. fluorescens* e *R. tropici* + Azo + *Bac*. Com 50% de NPK, a testemunha propiciou uma maior quantidade do nutriente. Com 100% dose de NPK, foi maior o acúmulo de Fe nos grãos para o *R. tropici* + *P. fluorescens*.

Tabela 47. Desdobramento da interação doses NPK e coinoculações com BPCPs, da análise de variância referente ao acúmulo de Fe nos grãos. Selvíria - MS, 2019 e 2020.

2019			
A. Coinoculação	Doses de NPK (% do recomendado)		
	0	50	100
Testemunha	347,35 Bc	428,99 Ac	448,99 Ab
<i>R. tropici</i>	289,53 Bd	294,38 Bd	459,93 Ab
<i>R. tropici</i> + <i>A. brasilense</i>	313,89 Bd	412,74 Ac	319,87 Ac
<i>R. tropici</i> + <i>B. subtilis</i>	425,04 Ca	504,13 Bb	716,71 Aa
<i>R. tropici</i> + <i>P. fluorescens</i>	369,72 Bb	578,04 Aa	230,53 Cd
<i>R. tropici</i> + Azo + <i>Bac</i>	395,87 Bb	405,63 ABc	450,03 Ab
<i>R. tropici</i> + Azo + <i>Pseudo</i>	382,22 Bb	447,89 Ac	363,69 Bc
Erro padrão	13,04		

2020			
B. Coinoculação	Doses de NPK (% do recomendado)		
	0	50	100
Testemunha	214,24 Cb	3390,51 Aa	570,86 Bc
<i>R. tropici</i>	223,30 Bb	449,69 Bd	1140, 73 Ab
<i>R. tropici</i> + <i>A. brasilense</i>	279,08 Bb	2566,43 Ab	324,28 Bd
<i>R. tropici</i> + <i>B. subtilis</i>	268,70 Bb	731,41 Ac	613,41 Ac
<i>R. tropici</i> + <i>P. fluorescens</i>	548,97 Ba	658,50 Bc	1397,33 Aa
<i>R. tropici</i> + Azo + <i>Bac</i>	404,00 Aa	296,88 Ad	353,36 Ad
<i>R. tropici</i> + Azo + <i>Pseudo</i>	344,53 Ab	507,79 Ad	589,04 Ac
Erro padrão	73,51		

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha para doses de NPK não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna para coinoculação não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Na Tabela 48.A consta o desdobramento para o acúmulo de Mn nos grãos em 2019, em que se observa que na dose zero, que sobressaíram foram a testemunha, *R. tropici*, *R. tropici* + Azo + *Bac* e *R. tropici* + Azo + *Pseudo*. Na dose 50% de NPK, o *R. tropici* + *P. fluorescens* obteve os melhores resultados, na dose 100% de NPK foi maior para o *R. tropici* + *B. subtilis*.

Quanto ao desempenho das coinoculações dentro das doses de NPK (Tabela 48.A), a testemunha e *R. tropici* + *P. fluorescens* apresentaram maiores acúmulos de

Mn quando submetidos à dose 50% de NPK, o contrário aconteceu com o *R. tropici*, pois o resultado inferior foi nesta dose. O *R. tropici* + *A. brasilense* e *R. tropici* + *Azo* + *Bac*, se destacaram nas doses de 50 e 100% de NPK, *R. tropici* + *B. subtilis* e *R. tropici* + *Azo* + *Pseudo* foi superior na dose 100% de NPK..

No desdobramento da Tabela 48.B, observa-se que na dose zero, as coinoculações responsáveis por acumularem maior quantidade de Mn nos grãos foram testemunha, *R. tropici* + *P. fluorescens* e *R. tropici* + *Azo* + *Pseudo*. Na dose de 50% de NPK, também foi *R. tropici* + *Azo* + *Pseudo*, na dose 100% de NPK, o maior acúmulo de Mn nos grãos ocorreu nos tratamentos com *R. tropici* e *R. tropici* + *Azo* + *Pseudo*.

Em relação ao desempenho das bactérias dentro das doses de NPK (Tabela 48.B), a testemunha e *R. tropici* + *B. subtilis* foram mais eficientes no acúmulo de Mn nos grãos na dose 50% de NPK. Já o *R. tropici* foi maior na dose 100% e o *R. tropici* + *A. brasilense*, *R. tropici* + *Azo* + *Bac* e *R. tropici* + *Azo* + *Pseudo* acumularam maior quantidade de Mn nos grãos nas doses 50 e 100% de NPK, por sua vez o *R. tropici* + *P. fluorescens*, não diferiu para as doses de NPK.

Tabela 48. Desdobramento da interação doses NPK e coinoculações com BPCPs, da análise de variância referente ao acúmulo de Mn nos grãos de feijão. Selvíria - MS, 2019 e 2020.

2019			
A. Coinoculação	Doses de NPK (% do recomendado)		
	0	50	100
Testemunha	90,67 Ba	104,61 bAb	72,86 Cc
<i>R. tropici</i>	85,46 Aa	60,44 eBe	93,62 Ab
<i>R. tropici</i> + <i>A. brasilense</i>	48,94 Bc	77,94 dAd	77,87 Ac
<i>R. tropici</i> + <i>B. subtilis</i>	75,07 Bb	79,53 dBd	153,44 Aa
<i>R. tropici</i> + <i>P. fluorescens</i>	71,05 Bb	116,01 aAa	61,56 Cd
<i>R. tropici</i> + <i>Azo</i> + <i>Bac</i>	80,52 Ba	95,84 cAc	89,85 Ab
<i>R. tropici</i> + <i>Azo</i> + <i>Pseudo</i>	84,89 Ba	77,01 dBd	94,68 Ab
Erro padrão	2,55		
2020			
B. Coinoculação	Doses de NPK (% do recomendado)		
	0	50	100
Testemunha	60,14 Ba	76,13 Ab	62,60 Bb
<i>R. tropici</i>	42,68 Cb	58,61 Bc	90,09 Aa
<i>R. tropici</i> + <i>A. brasilense</i>	56,43 Ba	67,11 ABc	72,12 Ab
<i>R. tropici</i> + <i>B. subtilis</i>	48,02 Bb	77,74 Ab	46,11 Bc
<i>R. tropici</i> + <i>P. fluorescens</i>	51,44 Aa	59,60 Ac	60,76 Ab
<i>R. tropici</i> + <i>Azo</i> + <i>Bac</i>	35,71 Bb	60,25 Ac	63,57 Ab
<i>R. tropici</i> + <i>Azo</i> + <i>Pseudo</i>	58,52 Ba	90,73 Aa	87,55 Aa
Erro padrão	3,51		

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha para doses de NPK não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna para coinoculação não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Analisando o desdobramento para o acúmulo de Zn nos grãos em 2019 (Tabela 49.A), é notório que na dose zero e na dose 100% de NPK, a coinoculação que apresentou melhor resultado foi *R. tropici* + *B. subtilis*. Na dose 50% de NPK, a coinoculação de desataque foi *R. tropici* + *P. fluorescens*.

Quanto ao desempenho das bactérias dentro das doses de NPK (Tabela 49.A), para a testemunha e *R. tropici* + *Azo* + *Pseudo* o maior acúmulo de Zn nos grãos foi com 50% da dose de NPK. Para o *R. tropici*, *R. tropici* + *A. brasilense*, *R. tropici* + *B. subtilis* e *R. tropici* + *Azo* + *Bac*, notou-se que estes acumularam maiores quantidade de Zn nos grãos quando submetidos à 100% de NPK. Para o *R. tropici* + *P. fluorescens*, inversamente apresentou maiores acúmulos deste micronutriente nas doses zero e 50% de NPK.

O desdobramento do acúmulo de Zn nos grãos em 2020 (Tabela 49.B), demonstra que na dose zero a coinoculação tripla entre *R. tropici* + *Azo* + *Pseudo* se destacou e foram maiores. Na dose de 50% de NPK, foram superiores *R. tropici* + *B. subtilis* e *R. tropici* + *P. fluorescens*, e na dose 100% de NPK, o *R. tropici* + *B. subtilis*, *R. tropici* + *P. fluorescens*, *R. tropici* + *Azo* + *Bac* e *R. tropici* + *Azo* + *Pseudo* promoveram maiores acúmulos de Zn nos grãos.

Em relação ao desempenho das coinoculações dentro das doses de NPK (Tabela 49.B), evidencia-se que a testemunha, *R. tropici* + *B. subtilis* e *R. tropici* + *P. fluorescens* acumularam maior quantidade de Zn nos grãos nas doses 50 e 100% de NPK. O *R. tropici* e *R. tropici* + *Azo* + *Bac* foram superiores na dose 100% de NPK apenas, enquanto *R. tropici* + *Azo* + *Pseudo* demonstrou resultado inferior apenas na dose de 50% de NPK. O *R. tropici* + *A. brasilense* não diferiu estatisticamente entre as doses de NPK para o acúmulo de Zn nos grãos.

Tabela 49. Desdobramento da interação doses NPK e coinoculações com BPCPs, da análise de variância referente ao acúmulo de Zn nos grãos de feijão. Selvíria - MS, 2019 e 2020.

2019			
A. Coinoculação	Doses de NPK (% do recomendado)		
	0	50	100
Testemunha	152,80 Cd	195,28 Ac	174,07 Bd
<i>R. tropici</i>	146,90 Bd	140,65 Bd	166,61 Ad
<i>R. tropici</i> + <i>A. brasilense</i>	150,82 Cd	193,31 Bc	206,81 Ac
<i>R. tropici</i> + <i>B. subtilis</i>	205,83 Ca	224,81 Bb	309,59 Aa
<i>R. tropici</i> + <i>P. fluorescens</i>	167,20 Ac	265,74 Aa	116,23 Ce
<i>R. tropici</i> + Azo + <i>Bac</i>	184,67 Cb	203,23 Bc	241,42 Ab
<i>R. tropici</i> + Azo + <i>Pseudo</i>	171,86 Bc	196,18 Ac	172,88 Bd
Erro padrão	3,15		

2020			
B. Coinoculação	Doses de NPK (% do recomendado)		
	0	50	100
Testemunha	100,00 Bc	103,54 ABb	109,79 Ab
<i>R. tropici</i>	63,26 Cd	94,81 Bb	114,54 Ab
<i>R. tropici</i> + <i>A. brasilense</i>	109,61 Ab	99,75 Ab	111,09 Ab
<i>R. tropici</i> + <i>B. subtilis</i>	78,16 Bd	113,87 Aa	125,86 Aa
<i>R. tropici</i> + <i>P. fluorescens</i>	103,63 Bb	119,08 ABa	125,68 Aa
<i>R. tropici</i> + Azo + <i>Bac</i>	72,90 Cd	92,86 Bb	123,52 Aa
<i>R. tropici</i> + Azo + <i>Pseudo</i>	135,07 Aa	67,07 Bc	127,39 Aa
Erro padrão	4,81		

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha para doses de NPK não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna para coinoculação não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

4.7 Análise química do solo

Para os atributos químicos do solo analisados na camada arável após o colheita dos experimentos (Tabela 50), é notório que houve efeito significativo em relação a doses de NPK e coinoculações com BPCPs para o P-resina, teores de Ca e Mg do solo nos dois anos, para o pH em 2019 e o teor de K em 2020, apenas.

O teor de matéria orgânica do solo foi um pouco superior com aplicação de 100% de NPK em 2020 (Tabela 50), porém sem diferir dos tratamentos sem adubação com NPK. Apenas em 2019 houve diferença para coinoculações com BPCPs, sendo que os maiores teores de MO foram obtidos com a testemunha, *R. tropici*, *R. tropici* + *B. subtilis* e *R. tropici* + Azo + *Bac*.

Em 2020, verificou-se que o maior pH do solo foi observado para a dose de 50% de NPK (Tabela 50). Em 2019, os maiores teores de K no solo foram constatados nas doses zero e 50% de NPK.

Tabela 50. Valores médio da análise de solo em relação a doses de NPK e coinoculações com BPCPs em final de ciclo de feijão de inverno irrigado. Selvíria - MS, 2019 e 2020.

Doses de NPK (% do recomendado)	P-resina		MO		pH	
	----- mg/dm³ -----				CaCl₂	
	2019	2020	2019	2020	2019	2020
0	72,14	21,43	23,57	25,71	4,99	5,24
50	75,81	32,33	24,19	25,00	5,16	5,55
100	39,43	24,52	24,29	26,43	5,10	5,33
DMS (%)	4,93	3,23	0,40	1,21	0,15	0,13
Coinoculação						
Testemunha	59,78	25,33	24,44	25,56	5,03	5,22
<i>R. tropici</i>	83,00	33,22	24,56	25,67	5,26	5,33
<i>R. tropici</i> + <i>A. brasilense</i>	66,78	25,78	23,33	25,67	4,98	5,41
<i>R. tropici</i> + <i>B. subtilis</i>	68,78	23,11	25,00	25,00	5,06	5,32
<i>R. tropici</i> + <i>P. fluorescens</i>	58,78	25,44	23,11	26,11	4,98	5,42
<i>R</i> + <i>Azo</i> + <i>Bac</i>	62,89	24,67	24,67	26,44	5,21	5,48
<i>R</i> + <i>Azo</i> + <i>Pseudo</i>	37,22	25,11	23,00	25,56	5,04	5,42
Teste F						
Doses NPK (D)	195,57**	35,80**	0,92 ns	4,16*	3,94*	17,39**
Coinoculação (C)	39,64**	5,17**	1,83 ns	0,73 ns	2,84*	2,22 ns
D x C	25,13**	7,04**	0,97 ns	1,82 ns	3,24**	1,01 ns
Média Geral	62,46	26,10	24,02	25,71	5,08	5,37
Erro Padrão	1,43	0,94	0,40	0,35	0,04	0,04
CV (%)	10,51	16,49	7,72	6,24	3,97	3,21

Doses de NPK (% do recomendado)	K		Ca		Mg	
	----- mmol _c /dm³ -----					
	2019	2020	2019	2020	2019	2020
0	3,37	2,59	21,76	27,52	18,57	21,05
50	3,79	2,49	27,81	33,71	19,38	21,43
100	2,47	2,30	21,76	32,10	16,19	21,81
DMS (%)	0,54	0,27	1,81	1,25	1,62	0,87
Coinoculação						
Testemunha	2,98	2,29	25,89	27,78	19,44	20,67
<i>R. tropici</i>	3,79	2,89	24,00	30,22	19,11	22,11
<i>R. tropici</i> + <i>A. brasilense</i>	3,17	2,51	24,33	33,78	17,11	23,44
<i>R. tropici</i> + <i>B. subtilis</i>	3,09	2,34	22,56	30,00	16,33	20,22
<i>R. tropici</i> + <i>P. fluorescens</i>	3,20	2,41	20,78	33,11	14,11	21,67
<i>R</i> + <i>Azo</i> + <i>Bac</i>	3,52	2,44	26,33	33,22	22,56	20,78
<i>R</i> + <i>Azo</i> + <i>Pseudo</i>	2,72	2,31	26,67	29,67	17,67	21,11
Teste F						
Doses NPK (D)	18,06**	3,45*	35,06**	77,92**	12,47**	2,27ns
Coinoculação (C)	2,14 ns	2,98*	7,19**	16,63**	13,88**	7,97**
D x C	1,92 ns	3,58**	11,77**	22,97**	9,92**	25,38**
Média Geral	3,21	2,46	24,37	31,11	18,05	21,43
Erro Padrão	0,16	0,08	0,53	0,36	0,47	0,25
CV (%)	22,47	14,55	9,88	5,36	11,93	5,41

Médias seguidas de mesma letra na coluna para doses de NPK não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Médias seguidas de mesma letra na coluna para Coinoculação não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

**, * e ns: significativas em $p < 0,01$, $0,01 < p < 0,05$, e não significativos, respectivamente.

No desdobramento para o teor P-resina no solo em 2019 (Tabela 51.A), percebe-se que na dose zero e na dose 100% de NPK, que o *R. tropici* foi responsável pelos maiores teores de P, na dose 50% de NPK, foi a coinoculação tripla entre *R. tropici* + *Azo* + *Bac* que se sobressaiu.

Em relação as coinoculações dentro das doses de NPK (Tabela 51.A), a testemunha, *R. tropici* + *A. brasilense* e *R. tropici* + *Azo* + *Bac* se destacaram e foram superiores com 50% dose de NPK. O *R. tropici* e *R. tropici* + *B. subtilis*, conseguiram essa margem e foram maiores no teor de P no solo na ausência da adubação NPK. As coinoculações entre *R. tropici* + *P. fluorescens* e *R. tropici* + *Azo* + *Pseudo* propiciaram maiores quantidades de P-resina no solo nas doses zero e 50% de NPK.

Com o desdobramento para o teor P-resina no solo em 2020 (Tabela 51.B), é notório que na dose zero, a testemunha apresentou resultados superiores, em 50% da dose de NPK, foram superiores o *R. tropici*, *R. tropici* + *P. fluorescens* e *R. tropici* + *Azo* + *Bac*, e em 100% da dose de NPK, os maiores de P no solo foram obtidos para o *R. tropici* e *R. tropici* + *A. brasilense*.

Tabela 51. Desdobramento da interação doses NPK e coinoculações com BPCPs, da análise de variância referente a P-resina da análise de solo. Selvíria - MS, 2019 e 2020.

2019			
A. Coinoculação	Doses de NPK (% do recomendado)		
	0	50	100
Testemunha	65,67 Bd	83,67 Ab	30,00 Cc
<i>R. tropici</i>	121,00 Aa	67,33 Bc	60,67 Ba
<i>R. tropici</i> + <i>A. brasilense</i>	61,67 Bd	87,67 Ab	51,00 Ba
<i>R. tropici</i> + <i>B. subtilis</i>	92,67 Ab	72,00 Bc	41,67 Cb
<i>R. tropici</i> + <i>P. fluorescens</i>	77,00 Ac	69,67 Ac	29,67 Bc
<i>R. tropici</i> + <i>Azo</i> + <i>Bac</i>	42,00 Be	103,67 Aa	43,00 Bb
<i>R. tropici</i> + <i>Azo</i> + <i>Pseudo</i>	45,00 Ae	46,67 Ad	20,00 Bc
Erro padrão	3,79		

2020			
B. Coinoculação	Doses de NPK (% do recomendado)		
	0	50	100
Testemunha	34,00 Aa	26,00 Ab	16,00 Bb
<i>R. tropici</i>	24,00 Bb	40,00 Aa	35,67 Aa
<i>R. tropici</i> + <i>A. brasilense</i>	16,67 Bc	32,00 Ab	28,67 Aa
<i>R. tropici</i> + <i>B. subtilis</i>	14,67 Bc	29,67 Ab	25,00 Ab
<i>R. tropici</i> + <i>P. fluorescens</i>	15,67 Bc	37,67 Aa	23,00 Bb
<i>R. tropici</i> + <i>Azo</i> + <i>Bac</i>	19,00 Bc	35,00 Aa	20,00 Bb
<i>R. tropici</i> + <i>Azo</i> + <i>Pseudo</i>	26,00 Ab	26,00 Ab	23,33 Ab
Erro padrão	2,48		

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha para doses de NPK não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna para coinoculação não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Quanto as coinoculações dentro das doses de NPK (Tabela 51.B), a testemunha foi inferior apenas na dose 100% de NPK, já o *R. tropici*, *R. tropici* + *A. brasilense* e *R. tropici* + *B. subtilis*, foram inferiores apenas na ausência da adubação NPK. O *R. tropici* + *P. fluorescens* e *R. tropici* + *Azo* + *Bac*, propiciaram maiores teores de P no solo apenas na dose 50% de NPK, já o *R. tropici* + *Azo* + *Pseudo* não diferiu entre as doses NPK estudadas.

O desdobramento para o pH do solo em 2019 (Tabela 52), indica que na dose zero, a testemunha, *R. tropici* e *R. tropici* + *Azo* + *Bac* apresentaram valores superiores que as demais coinoculações. Na dose 50% e 100% de NPK, não houve diferença significativa entre as coinoculações.

Quanto ao desempenho das coinoculações dentro das doses de NPK (Tabela 52), a testemunha, *R. tropici*, *R. tropici* + *P. fluorescens* e *R. tropici* + *Azo* + *Bac* não apresentou diferença estatística entre as doses de NPK, ao passo que, *R. tropici* + *A. brasilense*, *R. tropici* + *B. subtilis* e *R. tropici* + *Azo* + *Pseudo* promoveram resultados inferiores apenas na ausência de NPK.

Tabela 52. Desdobramento da interação doses NPK e coinoculações com BPCPs, da análise de variância referente ao pH da análise de solo. Selvíria - MS, 2019.

Coinoculação	Doses de NPK (% do recomendado)		
	0	50	100
Testemunha	5,30 Aa	4,90 Aa	4,90 Aa
<i>R. tropici</i>	5,37 Aa	5,10 Aa	5,33 Aa
<i>R. tropici</i> + <i>A. brasilense</i>	4,67 Bb	5,20 Aa	5,07 ABa
<i>R. tropici</i> + <i>B. subtilis</i>	4,77 Bb	5,23 Aa	5,17 ABa
<i>R. tropici</i> + <i>P. fluorescens</i>	4,77 Ab	5,10 Aa	5,07 Aa
<i>R. tropici</i> + <i>Azo</i> + <i>Bac</i>	5,20 Aa	5,23 Aa	5,20 Aa
<i>R. tropici</i> + <i>Azo</i> + <i>Pseudo</i>	4,83 Bb	5,33 Aa	4,97 ABa
Erro padrão	0,12		

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha para doses de NPK não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna para coinoculação não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Na Tabela 53, consta o desdobramento para o teor K do solo em 2020, em que nota-se que na dose zero, a testemunha e o *R. tropici* apresentaram resultados superiores que as demais coinoculações. Na dose 50% de NPK, não houve diferença estatística entre as coinoculações para o teor de K no solo, e na dose de 100% NPK, se destacaram

o *R. tropici*, *R. tropici* + *A. brasilense* e *R. tropici* + *P. fluorescens*, com maior teor de K no solo.

Quanto ao desempenho das coinoculações dentro das doses NPK (Tabela 53), o *R. tropici*, *R. tropici* + *B. subtilis*, *R. tropici* + *Azo* + *Bac* e *R. tropici* + *Azo* + *Pseudo*, não diferiram estatisticamente para as doses NPK. A testemunha apresentou resultado inferior apenas na dose de 50% de NPK, o *R. tropici* + *A. brasilense* e *R. tropici* + *P. fluorescens* foram superiores no teor de K no solo nas doses 50 e 100% de NPK.

Tabela 53. Desdobramento da interação doses NPK e coinoculações com BPCPs, da análise de variância referente ao K da análise de solo. Selvíria - MS, 2020.

Coinoculação	Doses de NPK (% do recomendado)		
	0	50	100
Testemunha	2,70 Aa	1,97 Ba	2,20 ABb
<i>R. tropici</i>	3,17 Aa	2,47 Aa	3,03 Aa
<i>R. tropici</i> + <i>A. brasilense</i>	2,10 Bb	2,53 ABa	2,90 Aa
<i>R. tropici</i> + <i>B. subtilis</i>	2,07 Ab	2,50 Aa	2,47 Ab
<i>R. tropici</i> + <i>P. fluorescens</i>	1,67 Bb	2,70 Aa	2,87 Aa
<i>R. tropici</i> + <i>Azo</i> + <i>Bac</i>	2,33 Ab	2,80 Aa	2,20 Ab
<i>R. tropici</i> + <i>Azo</i> + <i>Pseudo</i>	2,07 Ab	2,43 Aa	2,43 Ab
Erro padrão	0,21		

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha para doses de NPK não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna para coinoculação não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Com o desdobramento para o teor de Ca no solo em 2019 (Tabela 54.A), nota-se que na dose zero, a testemunha apresentou melhores resultados. Com 50% da dose de NPK, foram superiores o *R. tropici* + *A. brasilense* e *R. tropici* + *Azo* + *Pseudo*, e com 100% de NPK, o desempenho das coinoculações foram semelhantes, com exceção da testemunha e do *R. tropici* + *P. fluorescens* que propiciaram menores teores de K no solo.

Quanto ao desempenho das coinoculações dentro das doses de NPK (Tabela 54.A), o *R. tropici* não diferiu estatisticamente entre as doses de NPK, a testemunha apresentou maior teor de Ca do solo na ausência da adubação NPK. O *R. tropici* + *A. brasilense* e *R. tropici* + *P. fluorescens* obtiveram maiores teores do nutriente no solo apenas na dose 50% de NPK. As duas coinoculações triplas apresentaram teor de Ca no solo inferior na dose de 100% de NPK. O *R. tropici* + *B. subtilis* proporcionou resultado inferior na ausência da adubação NPK.

O desdobramento do teor de Ca no solo em 2020 (Tabela 54.B) demonstra que na dose zero, o *R. tropici* + *A. brasilense* se sobressaiu, na dose 50% de NPK, foram superiores a testemunha, *R. tropici* + *P. fluorescens* e *R. tropici* + *Azo* + *Bac*, e na dose

100%, as únicas com teor de Ca no solo inferiores foram a testemunha e *R. tropici* + *Azo* + *Pseudo*.

Quanto às coinoculações dentro das doses de NPK (Tabela 54.B), a testemunha, *R. tropici* + *P. fluorescens* e *R. tropici* + *Azo* + *Pseud* propiciaram maior teor de Ca no solo na dose de 50% de NPK. O *R. tropici* e *R. tropici* + *B. subtilis* apresentaram maiores teores de Ca no solo quando submetidos à dose 100% de NPK. O *R. tropici* + *Azo* + *Bac* teve resultado inferior na ausência da adubação com NPK, já *R. tropici* + *A. brasilense* não diferiu estatisticamente entre as doses de NPK.

Tabela 54. Desdobramento da interação doses NPK e coinoculações com BPCPs, da análise de variância referente ao Ca da análise de solo. Selvíria - MS, 2019 e 2020.

2019			
A. Coinoculação	Doses de NPK (% do recomendado)		
	0	50	100
Testemunha	33,67 Aa	24,67 Bb	19,33 Cb
<i>R. tropici</i>	25,00 Ab	24,33 Ab	22,67 Aa
<i>R. tropici</i> + <i>A. brasilense</i>	16,00 Cc	33,33 Aa	23,67 Ba
<i>R. tropici</i> + <i>B. subtilis</i>	18,00 Bc	26,67 Ab	23,00 Aa
<i>R. tropici</i> + <i>P. fluorescens</i>	18,33 Bc	28,00 Ab	16,00 Bb
<i>R. tropici</i> + <i>Azo</i> + <i>Bac</i>	28,00 Ab	28,00 Ab	23,00 Ba
<i>R. tropici</i> + <i>Azo</i> + <i>Pseudo</i>	25,67 ABb	29,67 Aa	24,67 Ba
Erro padrão	1,39		

2020			
B. Coinoculação	Doses de NPK (% do recomendado)		
	0	50	100
Testemunha	24,33 Bc	37,67 Aa	21,33 Bc
<i>R. tropici</i>	28,00 Bb	28,00 Bc	37,67 Aa
<i>R. tropici</i> + <i>A. brasilense</i>	34,67 Aa	32,00 Ab	34,67 Aa
<i>R. tropici</i> + <i>B. subtilis</i>	25,67 Cc	29,33 Bc	35,00 Aa
<i>R. tropici</i> + <i>P. fluorescens</i>	28,67 Cb	37,00 Aa	33,67 Ba
<i>R. tropici</i> + <i>Azo</i> + <i>Bac</i>	24,67 Bc	39,00 Aa	36,00 Aa
<i>R. tropici</i> + <i>Azo</i> + <i>Pseudo</i>	26,67 Bb	33,00 Ab	29,33 Bb
Erro padrão	0,96		

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha para doses de NPK não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna para coinoculação não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

O desdobramento do teor de Mg do solo em 2019 (Tabela 55.A) indica que na dose zero, o *R. tropici* + *Azo* + *Bac* apresentou maior teor deste nutriente que as demais, na dose de 50% de NPK, foi a testemunha, *R. tropici*, *R. tropici* + *A. brasilense* e *R. tropici* + *Azo* + *Pseudo*, enquanto na dose de 100% de NPK, não houve diferença entre as coinoculações para o teor de Mg do solo.

Em relação à atuação das coinoculações dentro das doses de NPK (Tabela 55.A), o *R. tropici*, *R. tropici* + *B. subtilis* e *R. tropici* + *P. fluorescens*, não diferiram estatisticamente para as doses de NPK. A testemunha foi inferior apenas na dose de 100% de NPK, o *R. tropici* + *A. brasilense* e *R. tropici* + *Azo* + *Pseudo* promoveram maior teor de Mg no solo com 50% de dose de NPK, em contrapartida, o *R. tropici* + *Azo* + *Bac* atingiram tal feito na ausência adubação com NPK.

No desdobramento do teor de Mg no solo em 2020 (Tabela 55.B) verificou-se que na dose zero, o *R. tropici* + *A. brasilense* se destacou dentre as demais, na dose de 50% de NPK, foi a testemunha, e na dose 100% de NPK, foram superiores o *R. tropici*, *R. tropici* + *A. brasilense*, *R. tropici* + *Azo* + *Bac* e *R. tropici* + *Azo* + *Pseudo*.

Quanto à performance das coinoculações dentro das doses de NPK (Tabela 55.B), a testemunha obteve melhores resultados na dose 50% de NPK, o *R. tropici* na dose 100% de NPK, e o *R. tropici* + *P. fluorescens* não diferiu estatisticamente entre as doses testadas. O *R. tropici* + *A. brasilense* e o *R. tropici* + *B. subtilis* apresentaram resultados inferiores para o teor de Mg no solo apenas com 50% da dose de NPK, em contrapartida o *R. tropici* + *Azo* + *Bac* e *R. tropici* + *Azo* + *Pseudo*, proporcionou resultados inferiores na ausência da adubação com NPK.

Tabela 55. Desdobramento da interação doses NPK e coinoculações com BPCPs, da análise de variância referente ao Mg da análise de solo. Selvíria - MS, 2019 e 2020.

2019			
A. Coinoculação	Doses de NPK (% do recomendado)		
	0	50	100
Testemunha	23,67 Ab	19,67 Aa	15,00 Ba
<i>R. tropici</i>	20,00 Ac	19,67 Aa	17,67 Aa
<i>R. tropici</i> + <i>A. brasilense</i>	13,67 Bd	21,00 Aa	16,67 Ba
<i>R. tropici</i> + <i>B. subtilis</i>	14,67 Ad	18,00 Ab	16,33 Aa
<i>R. tropici</i> + <i>P. fluorescens</i>	13,67 Ad	15,67 Ab	13,00 Aa
<i>R. tropici</i> + Azo + <i>Bac</i>	30,67 Aa	18,67 Bb	18,33 Ba
<i>R. tropici</i> + Azo + <i>Pseudo</i>	13,67 Bd	23,00 Aa	16,33 Ba
Erro padrão	1,24		

2020			
B. Coinoculação	Doses de NPK (% do recomendado)		
	0	50	100
Testemunha	21,00 Bb	26,00 Aa	15,00 Cc
<i>R. tropici</i>	22,67 Bb	18,67 Cc	25,00 Aa
<i>R. tropici</i> + <i>A. brasilense</i>	25,67 Aa	21,00 Bb	23,67 Aa
<i>R. tropici</i> + <i>B. subtilis</i>	21,00 Ab	17,67 Bc	22,00 Ab
<i>R. tropici</i> + <i>P. fluorescens</i>	21,67 Ab	22,33 Ab	21,00 Ab
<i>R. tropici</i> + Azo + <i>Bac</i>	16,67 Bd	22,67 Ab	23,00 Aa
<i>R. tropici</i> + Azo + <i>Pseudo</i>	18,67 Bc	21,67 Ab	23,00 Aa
Erro padrão	0,67		

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha para doses de NPK não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna para coinoculação não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Houve interação significativa entre doses de NPK e coinoculações com BPCPs para a acidez potencial (H+Al), teor de Al e saturação por alumínio (m%) apenas no segundo ano do experimento, por outro lado, para soma de bases trocáveis (SB), capacidade de troca catiônica (CTC) e saturação por bases (V%), esta interação significativa ocorreu em ambos os anos (Tabela 56).

Tabela 56. Continuação dos valores médio da análise de solo em relação a doses de NPK e coinoculações com BPCPs em final de ciclo de feijão de inverno irrigado. Selvíria - MS, 2019 e 2020.

Doses de NPK (% do recomendado)	H+Al		Al		SB	
	----- mmolc/dm ³ -----					
	2019	2020	2019	2020	2019	2020
0	40,90	38,33	1,81	0,33	46,75	50,49
50	36,38	32,24	0,86	0,01	49,89	55,47
100	36,90	38,62	1,00	0,14	40,02	55,73
DMS (%)	3,09	3,29	0,64	0,35	2,27	2,03
Coinoculação						
Testemunha	37,56	41,00	1,56	0,56	50,68	50,57
<i>R. tropici</i>	36,56	36,56	0,44	0,22	46,27	51,71
<i>R. tropici</i> + <i>A. brasilense</i>	39,33	35,00	1,67	0,01	44,71	59,51
<i>R. tropici</i> + <i>B. subtilis</i>	39,56	37,67	1,33	0,22	42,72	52,96
<i>R. tropici</i> + <i>P. fluorescens</i>	40,67	35,33	1,78	0,11	38,11	56,67
<i>R</i> + <i>Azo</i> + <i>Bac</i>	35,33	33,56	0,33	0,01	52,13	55,30
<i>R</i> + <i>Azo</i> + <i>Pseudo</i>	37,44	35,67	1,44	0,01	44,24	50,57
Teste F						
Doses NPK (D)	7,61**	14,25**	7,59**	2,72ns	58,73**	25,04**
Coinoculação (C)	1,86 ns	2,70*	4,26**	1,69ns	22,41**	14,16**
D x C	5,58**	0,70ns	3,94**	0,92ns	32,40**	27,77**
Média Geral	38,06	36,40	1,22	0,16	45,55	53,90
Erro Padrão	0,90	0,95	0,19	0,10	0,66	0,59
CV (%)	10,80	12,02	69,91	292,71	6,62	5,02
Doses de NPK	CTC		V%		m%	
(% do recomendado)	2019	2020	2019	2020	2019	2020
0	87,55	86,92	50,95	56,43	4,67	0,71
50	87,38	87,04	57,57	63,71	1,71	0,01
100	79,14	95,60	50,95	58,14	2,62	0,33
DMS (%)	2,02	1,91	1,91	1,46	1,68	0,80
Coinoculação						
Testemunha	85,68	91,97	56,89	54,33	3,67	1,22
<i>R. tropici</i>	83,38	89,23	54,44	60,78	0,89	0,56
<i>R. tropici</i> + <i>A. brasilense</i>	83,17	91,96	52,44	63,89	4,11	0,01
<i>R. tropici</i> + <i>B. subtilis</i>	85,63	90,56	52,00	56,00	3,22	0,44
<i>R. tropici</i> + <i>P. fluorescens</i>	79,80	91,79	47,78	60,89	4,67	0,22
<i>R</i> + <i>Azo</i> + <i>Bac</i>	91,12	87,22	58,56	60,56	0,78	0,01
<i>R</i> + <i>Azo</i> + <i>Pseudo</i>	84,04	86,28	53,56	59,56	3,67	0,01
Teste F						
Doses NPK (D)	66,78**	80,45**	39,25**	81,21**	9,59**	2,37ns
Coinoculação (C)	14,80**	7,70**	17,23**	25,12**	4,29**	1,58ns
D x C	15,13**	23,55**	34,78**	23,87**	3,70**	0,94ns
Média Geral	84,69	89,86	53,67	59,43	3,00	0,35
Erro Padrão	0,59	0,56	0,55	0,42	0,49	0,23
CV (%)	3,18	2,83	4,72	3,26	74,62	304,75

Médias seguidas de mesma letra na coluna para doses de NPK não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Médias seguidas de mesma letra na coluna para Coinoculação não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

**, * e ns: significativas em $p < 0,01$, $0,01 < p < 0,05$, e não significativos, respectivamente.

Em 2020, verificou-se maior acidez potencial do solo para zero e 100% da dose de NPK (Tabela 56). Para as coinoculações evidencia-se maior acidez potencial do solo para testemunha sem inoculação, resultado este interessante.

O desdobramento da acidez potencial do solo em 2019 (Tabela 57) apontou que na dose zero, o *R. tropici* + *A. brasilense*, *R. tropici* + *B. subtilis*, *R. tropici* + *P. fluorescens* e *R. tropici* + *Azo* + *Pseudo* propiciaram maior acidez que as demais coinoculações. Nas doses de 50 e 100% de NPK, não ocorreram diferença estatística para as coinoculações com BPCPs.

Em relação ao comportamento das bactérias dentro das doses de NPK (Tabela 57), o *R. tropici* + *A. brasilense*, *R. tropici* + *B. subtilis* e *R. tropici* + *Azo* + *Pseudo*, demonstraram maior acidez potencial na ausência de NPK, diferentemente da testemunha que demonstrou resultado inferior na dose zero. O *R. tropici* + *P. fluorescens* foi superior na dose zero e 100% de NPK, enquanto que, o *R. tropici* e o *R. tropici* + *Azo* + *Bac*, não diferiram estatisticamente entre as doses NPK.

Tabela 57. Desdobramento da interação doses NPK e coinoculações com BPCPs, da análise de variância referente ao H+Al da análise de solo. Selvíria - MS, 2019.

Coinoculação	Doses de NPK (% do recomendado)		
	0	50	100
Testemunha	29,67 Bb	41,00 Aa	42,00 Aa
<i>R. tropici</i>	36,00 Ab	39,33 Aa	34,33 Aa
<i>R. tropici</i> + <i>A. brasilense</i>	47,00 Aa	35,67 Ba	35,33 Ba
<i>R. tropici</i> + <i>B. subtilis</i>	48,67 Aa	33,33 Ba	36,67 Ba
<i>R. tropici</i> + <i>P. fluorescens</i>	45,67 Aa	37,00 Ba	39,33 ABa
<i>R. tropici</i> + <i>Azo</i> + <i>Bac</i>	34,00 Ab	35,33 Aa	36,67 Aa
<i>R. tropici</i> + <i>Azo</i> + <i>Pseudo</i>	45,33 Aa	33,00 Ba	34,00 Ba
Erro padrão	2,37		

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha para doses de NPK não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna para coinoculação não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

No desdobramento do teor de Al no solo em 2019 (Tabela 58), é possível observar que na dose zero, o teor de Al no solo foi maior nas coinoculações com *R. tropici* + *A. brasilense*, *R. tropici* + *B. subtilis*, *R. tropici* + *P. fluorescens* e *R. tropici* + *Azo* + *Pseudo*. Nas doses 50 e 100%, não houve diferença significativa entre as coinoculações com BPCPs.

Em relação à performance das coinoculações dentro das doses de NPK (Tabela 58), a testemunha, *R. tropici*, *R. tropici* + *P. fluorescens* e *R. tropici* + *Azo* + *Bac* não diferiram entre as doses de NPK. O *R. tropici* + *A. brasilense* e *R. tropici* + *B. subtilis*,

apresentaram maior teor de Al no solo na ausência da adubação NPK, ao mesmo tempo que *R. tropici* + *Azo* + *Pseudo*, teve menor teor de Al na dose de 50% de NPK.

Tabela 58. Desdobramento da interação doses NPK e coinoculações com BPCPs, da análise de variância referente ao Al da análise de solo. Selvíria - MS, 2019.

Coinoculação	Doses de NPK (% do recomendado)		
	0	50	100
Testemunha	0,67 Ab	2,00 Aa	2,00 Aa
<i>R. tropici</i>	0,33 Ab	1,00 Aa	0,01 Aa
<i>R. tropici</i> + <i>A. brasilense</i>	3,33 Aa	0,67 Ba	1,00 Ba
<i>R. tropici</i> + <i>B. subtilis</i>	3,00 Aa	0,67 Ba	0,33 Ba
<i>R. tropici</i> + <i>P. fluorescens</i>	2,67 Aa	1,33 Aa	1,33 Aa
<i>R. tropici</i> + <i>Azo</i> + <i>Bac</i>	0,01 Ab	0,33 Aa	0,67 Aa
<i>R. tropici</i> + <i>Azo</i> + <i>Pseudo</i>	2,67 Aa	0,01 Ba	1,67 ABa

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha para doses de NPK não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna para coinoculação não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

O desdobramento da soma de bases trocáveis em 2019 (Tabela 59.A), indica que na dose zero, a testemunha e *R. tropici* + *Azo* + *Bac* apresentaram maiores valores, indicando assim uma possível maior fertilidade do solo. Na dose 50% de NPK, foi maior a soma de bases do solo para *R. tropici* + *A. brasilense*, ao passo que na dose 100% de NPK, a menor soma de bases foi verificada na testemunha e *R. tropici* + *P. fluorescens*.

Quanto ao desempenho das coinoculações dentro das doses de NPK (Tabela 59.A), a testemunha e *R. tropici* + *Azo* + *Bac* propiciaram maiores valores de soma de bases na ausência adubação NPK. O *R. tropici* + *A. brasilense*, *R. tropici* + *B. subtilis*, *R. tropici* + *P. fluorescens* e *R. tropici* + *Azo* + *Pseudo* com 50% de NPK obtiveram os melhores resultados, em contrapartida o *R. tropici* não diferiu estatisticamente entre as doses de NPK.

No desdobramento para a soma de bases trocáveis em 2020 (Tabela 59.B), constata-se que na dose zero, *R. tropici* + *A. brasilense* indicaram que o solo na presença dessas bactérias ocorre maior soma de bases. Na dose 50% de NPK, foi a testemunha e *R. tropici* + *P. fluorescens* que obtiveram os maiores valores, já na dose 100% de NPK, as maiores somas de bases do solo foram verificadas para o *R. tropici* + *A. brasilense*, *R. tropici* + *B. subtilis* e *R. tropici* + *Azo* + *Bac*.

Em relação à atuação das bactérias dentro das doses de NPK (Tabela 59.B), a testemunha e *R. tropici* + *P. fluorescens*, tiveram maior soma de bases com 50% da dose de NPK, inversamente o *R. tropici* + *A. brasilense* apresentou a menor soma de

bases nesta dose de NPK. Para o *R. tropici* + *B. subtilis*, *R. tropici* + *Azo* + *Bac* e *R. tropici* + *Azo* + *Pseudo*, a maior soma de bases foi na dose de 100% de NPK, ao contrário do *R. tropici* que não diferiu estatisticamente.

A soma de bases trocáveis de um solo representa a soma dos teores de cátions permutáveis, exceto H^+ e Al^{3+} ($SB = Ca^{2+} + Mg^{2+} + K^+$). É um excelente indicativo das condições gerais de fertilidade do solo, sendo utilizada até como nomenclatura dos solos (RONQUIM, 2010).

Tabela 59. Desdobramento da interação doses NPK e coinoculações com BPCPs, da análise de variância referente ao SB da análise de solo. Selvíria - MS, 2019 e 2020.

2019			
A. Coinoculação	Doses de NPK (% do recomendado)		
	0	50	100
Testemunha	67,07 Aa	48,17 Bb	36,80 Cb
<i>R. tropici</i>	48,07 Ab	47,77 Ab	42,97 Aa
<i>R. tropici</i> + <i>A. brasilense</i>	34,23 Cc	56,97 Aa	42,93 Ba
<i>R. tropici</i> + <i>B. subtilis</i>	35,67 Cc	50,77 Ab	41,73 Ba
<i>R. tropici</i> + <i>P. fluorescens</i>	37,77 Bc	45,17 Ab	31,40 Cc
<i>R. tropici</i> + <i>Azo</i> + <i>Bac</i>	68,57 Aa	48,63 Bb	39,20 Ca
<i>R. tropici</i> + <i>Azo</i> + <i>Pseudo</i>	35,87 Cc	51,77 Ab	45,10 Ba
Erro padrão	1,74		

2020			
B. Coinoculação	Doses de NPK (% do recomendado)		
	0	50	100
Testemunha	48,03 Bc	65,37 Aa	38,30 Cc
<i>R. tropici</i>	53,67 Ab	48,80 Ac	52,67 Ab
<i>R. tropici</i> + <i>A. brasilense</i>	62,50 Aa	53,87 Bc	62,17 Aa
<i>R. tropici</i> + <i>B. subtilis</i>	46,37 Bc	49,50 Bc	63,00 Aa
<i>R. tropici</i> + <i>P. fluorescens</i>	52,50 Bb	63,30 Aa	54,20 Bb
<i>R. tropici</i> + <i>Azo</i> + <i>Bac</i>	43,30 Cc	57,60 Bb	65,00 Aa
<i>R. tropici</i> + <i>Azo</i> + <i>Pseudo</i>	47,07 Bc	49,87 ABc	54,77 Ab
Erro padrão	1,56		

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha para doses de NPK não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna para coinoculação não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

A presença de cargas elétricas nos colóides do solo possibilita a troca de cátions, também conhecida como CTC (capacidade de troca de cátions), correspondente à soma das cargas negativas nas partículas microscópicas do solo (fração argila, e matéria orgânica) retendo os cátions e água, além de ter direta relação com a estruturação e consistência do solo (SOUZA; LIMA; TEIXEIRA, 2009).

O desdobramento para a CTC do solo em 2019 (Tabela 60.A), indica que na dose zero, a maior CTC foi com *R. tropici* + *Azo* + *Bac* na dose de 50% de NPK. E foi

para a testemunha e *R. tropici* + *A. brasilense* na dose de 100% de NPK, a única coinoculação que não apresentou resultado efetivo para doses de NPK foi *R. tropici* + *P. fluorescens*.

Quanto ao desempenho das coinoculações dentro das doses de NPK (Tabela 60.A), a testemunha e *R. tropici* + *A. brasilense* manifestaram maior CTC com 50% da dose NPK. O *R. tropici*, *R. tropici* + *P. fluorescens* e *R. tropici* + *Azo* + *Pseudo*, promoveram menor CTC na dose de 100% de NPK, o *R. tropici* + *Azo* + *Bac* revelaram-se maior CTC na dose zero de NPK. O *R. tropici* + *B. subtilis* não diferiram estatisticamente par doses de NPK.

O desdobramento da CTC do solo em 2020 (Tabela 60.B) aponta que na ausência de NPK, o *R. tropici* + *A. brasilense* obteve maior capacidade de troca catiônica. Na dose 50% de NPK a maior CTC foi da testemunha, e na dose 100% de NPK a CTC foi superior para *R. tropici*, *R. tropici* + *B. subtilis* e *R. tropici* + *Azo* + *Pseudo*.

No que se refere à ação das bactérias dentro das doses NPK (Tabela 60.B), a testemunha teve resultados superiores na dose de 50% de NPK, para o *R. tropici* foi superior com 100% da dose de NPK. O *R. tropici* + *A. brasilense* obteve tal resultado e foi superior na dose zero e 100% de NPK. O *R. tropici* + *B. subtilis*, *R. tropici* + *Azo* + *Bac* e *R. tropici* + *Azo* + *Pseudo* denotaram CTC significativa e superior em 100% da dose de NPK, para *R. tropici* + *P. fluorescens*, a CTC foi maior com 50 e 100% da dose de NPK.

Tabela 60. Desdobramento da interação doses NPK e coinoculações com BPCPs, da análise de variância referente a CTC da análise de solo. Selvíria - MS, 2019 e 2020.

2019			
A. Coinoculação	Doses de NPK (% do recomendado)		
	0	50	100
Testemunha	86,17 Bc	92,10 Aa	78,80 Ca
<i>R. tropici</i>	84,07 ABc	87,10 Ab	78,97 Ba
<i>R. tropici</i> + <i>A. brasilense</i>	76,27 Bd	94,97 Aa	78,27 Ba
<i>R. tropici</i> + <i>B. subtilis</i>	94,27 Ab	81,47 Ab	81,17 Aa
<i>R. tropici</i> + <i>P. fluorescens</i>	80,73 Ad	85,27 Ab	73,40 Bb
<i>R. tropici</i> + Azo + <i>Bac</i>	102,57 Aa	86,50 Bb	84,30 Ba
<i>R. tropici</i> + Azo + <i>Pseudo</i>	88,77 Ac	84,27 ABb	79,10 Ba
Erro padrão	1,56		

2020			
B. Coinoculação	Doses de NPK (% do recomendado)		
	0	50	100
Testemunha	88,67 Bb	101,93 Ab	85,30 Bc
<i>R. tropici</i>	87,40 Bb	79,80 Cd	100,50 Aa
<i>R. tropici</i> + <i>A. brasilense</i>	93,10 Aa	87,87 Bc	94,90 Ab
<i>R. tropici</i> + <i>B. subtilis</i>	88,73 Bb	81,93 Cd	101,00 Aa
<i>R. tropici</i> + <i>P. fluorescens</i>	88,20 Bb	94,30 Ab	92,87 ABb
<i>R. tropici</i> + Azo + <i>Bac</i>	81,30 Bc	84,10 Bc	96,27 Ab
<i>R. tropici</i> + Azo + <i>Pseudo</i>	81,07 Bc	79,37 Bd	98,40 Aa
Erro padrão	1,47		

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha para doses de NPK não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna para coinoculação não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Em regra, solos férteis são aqueles que apresentam saturação por bases (V%) maior que 50%, abaixo deste valor são considerados solos de baixa fertilidade. O desdobramento do V% do solo em 2019 (Tabela 61.A), demonstrou que na dose zero, a testemunha e *R. tropici* + Azo + *Bac* propiciaram maiores pontos de troca de catiônica ocupados por bases trocáveis, e passíveis de troca a pH 7,0. Na dose de 50% de NPK, os maiores valores de V% foram obtidos por *R. tropici* + *A. brasilense*, *R. tropici* + *B. subtilis*, *R. tropici* + Azo + *Bac* e *R. tropici* + Azo + *Pseudo*, na dose 100% de NPK, foram reportadas para o *R. tropici*, *R. tropici* + *A. brasilense*, *R. tropici* + *B. subtilis* e *R. tropici* + Azo + *Bac*.

Quanto ao desempenho das coinoculações dentro das doses de NPK (Tabela 61.A), a testemunha e *R. tropici* + Azo + *Bac* promoveram maior fertilidade na ausência da adubação NPK. O *R. tropici* + *A. brasilense*, *R. tropici* + *B. subtilis*, *R. tropici* + *P.*

fluorescens e *R. tropici* + *Azo* + *Pseudo*, atingiram maior V% com 50% da dose de NPK, enquanto que o *R. tropici* não diferiu estatisticamente para as doses estudadas.

No segundo ano a fertilidade do solo média ocasionada pelo manejo da área e efeito dos tratamentos estavam superiores à 50%, diferente do primeiro ano. O desdobramento para o V% em 2020 (Tabela 61.B) revelou que na dose zero, o *R. tropici* + *A. brasilense* foi responsável por proporcionar um solo mais fértil, na dose 50% de NPK, foi *R. tropici* + *Azo* + *Bac*, e na dose 100% de NPK foram o *R. tropici* + *A. brasilense* e *R. tropici* + *P. fluorescens* que promoveram maior V%.

No que diz respeito à ação das bactérias dentro das doses de NPK (Tabela 61.B), a testemunha, *R. tropici* + *Azo* + *Bac* e *R. tropici* + *Azo* + *Pseudo* obtiveram maior V% na dose de 50% de NPK. O *R. tropici* foi inferior em V% na dose de 100% de NPK. O *R. tropici* + *A. brasilense*, quando nas doses zero e 100% de NPK foram mais superiores em V%, e para *R. tropici* + *B. subtilis* e *R. tropici* + *P. fluorescens*, a maior V% foi constatada nas doses 50 e 100% de NPK.

Tabela 61. Desdobramento da interação doses NPK e coinoculações com BPCPs, da análise de variância referente a V% da análise de solo. Selvíria - MS, 2019 e 2020.

2019			
A. Coinoculação	Doses de NPK (% do recomendado)		
	0	50	100
Testemunha	69,67 Aa	54,33 Bb	46,67 Cb
<i>R. tropici</i>	57,00 Ab	52,00 Ab	54,33 Aa
<i>R. tropici</i> + <i>A. brasilense</i>	42,00 Cd	60,67 Aa	54,67 Ba
<i>R. tropici</i> + <i>B. subtilis</i>	40,67 Cd	62,00 Aa	53,33 Ba
<i>R. tropici</i> + <i>P. fluorescens</i>	47,67 Bc	53,00 Ab	42,67 Bb
<i>R. tropici</i> + <i>Azo</i> + <i>Bac</i>	66,67 Aa	58,00 Ba	51,00 Ca
<i>R. tropici</i> + <i>Azo</i> + <i>Pseudo</i>	43,67 Cd	63,00 Aa	54,00 Ba
Erro padrão	1,46		

2020			
B. Coinoculação	Doses de NPK (% do recomendado)		
	0	50	100
Testemunha	52,33 Bd	65,67 Ab	45,00 Cc
<i>R. tropici</i>	61,67 Ab	65,00 Ab	55,67 Bb
<i>R. tropici</i> + <i>A. brasilense</i>	65,67 Aa	61,00 Bc	65,00 Aa
<i>R. tropici</i> + <i>B. subtilis</i>	52,67 Bd	56,67 Ad	58,67 Ab
<i>R. tropici</i> + <i>P. fluorescens</i>	52,00 Bd	65,67 Ab	65,00 Aa
<i>R. tropici</i> + <i>Azo</i> + <i>Bac</i>	53,00 Cd	69,00 Aa	59,67 Bb
<i>R. tropici</i> + <i>Azo</i> + <i>Pseudo</i>	57,67 Bc	63,00 Ab	58,00 Bb
Erro padrão	1,12		

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha para doses de NPK não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna para coinoculação não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

O desdobramento da m% do solo em 2019 (Tabela 62) indica que na dose zero, o *R. tropici* + *A. brasilense*, *R. tropici* + *B. subtilis*, *R. tropici* + *P. fluorescens* e *R. tropici* + *Azo* + *Pseudo* apresentaram altos valores de m%, ou seja, grande parte dos pontos de troca estavam ocupados pelo Al^{+3} . Na dose de 50% de NPK não houve diferença significativa para doses de NPK, em contrapartida, na dose de 100% de NPK, a testemunha, *R. tropici* + *P. fluorescens* e *R. tropici* + *Azo* + *Pseudo* apresentam maiores m%, ou seja, limitações de fertilidade.

Quanto mais ácido é um solo, maior o teor de Al^{+3} , menor soma de cátions trocáveis, maior saturação por Al (m%), consequentemente menor desenvolvimento de plantas e menor a produtividade das culturas.

Quanto à ação das coinoculações dentro das doses de NPK (Tabela 62), a testemunha, *R. tropici* e *R. tropici* + *Azo* + *Bac* não diferiram estatisticamente entre as doses de NPK. Para o *R. tropici* + *A. brasilense* e *R. tropici* + *B. subtilis*, na ausência da adubação com NPK, a saturação por alumínio foi maior. O *R. tropici* + *P. fluorescens* e *R. tropici* + *Azo* + *Pseudo* demonstraram menor m% na dose 50% de NPK.

Tabela 62. Desdobramento da interação doses NPK e coinoculações com BPCPs, da análise de variância referente a m% da análise de solo. Selvíria - MS, 2019.

Coinoculação	Doses de NPK (% do recomendado)		
	0	50	100
Testemunha	1,67 Ab	4,00 Aa	5,33 Aa
<i>R. tropici</i>	0,67 Ab	2,00 Aa	0,01 Ab
<i>R. tropici</i> + <i>A. brasilense</i>	9,00 Aa	1,33 Ba	2,00 Bb
<i>R. tropici</i> + <i>B. subtilis</i>	7,33 Aa	1,33 Ba	1,00 Bb
<i>R. tropici</i> + <i>P. fluorescens</i>	7,33 Aa	2,67 Ba	4,00 ABa
<i>R. tropici</i> + <i>Azo</i> + <i>Bac</i>	0,01 Ab	0,67 Aa	1,67 Ab
<i>R. tropici</i> + <i>Azo</i> + <i>Pseudo</i>	6,67 Aa	0,01 Ba	4,33 ABa
Erro padrão	1,29		

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha para doses de NPK não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna para coinoculação não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

4.8 CORRELAÇÕES

Na correlação de Pearson é possível observar que pontos azuis indicam uma correlação positiva entre as duas variáveis, e os pontos vermelhos uma correlação negativa entre as duas variáveis, ou seja, se uma aumenta, a outra tende a diminuir.

Em 2019 (Figura 2) o número de correlações negativas foi maior que em 2020 (Figura 3), porém, no segundo ano de cultivo, houve maiores indícios de relações não significativas.

No primeiro ano de plantio (Figura 2), o acúmulo de macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S) e micronutrientes (B, Cu, Fe, Mn e Zn) demonstraram uma correlação positiva com a produtividade, indicando que quanto maior a quantidade do nutriente encontrada nos grãos, maior será a produção.

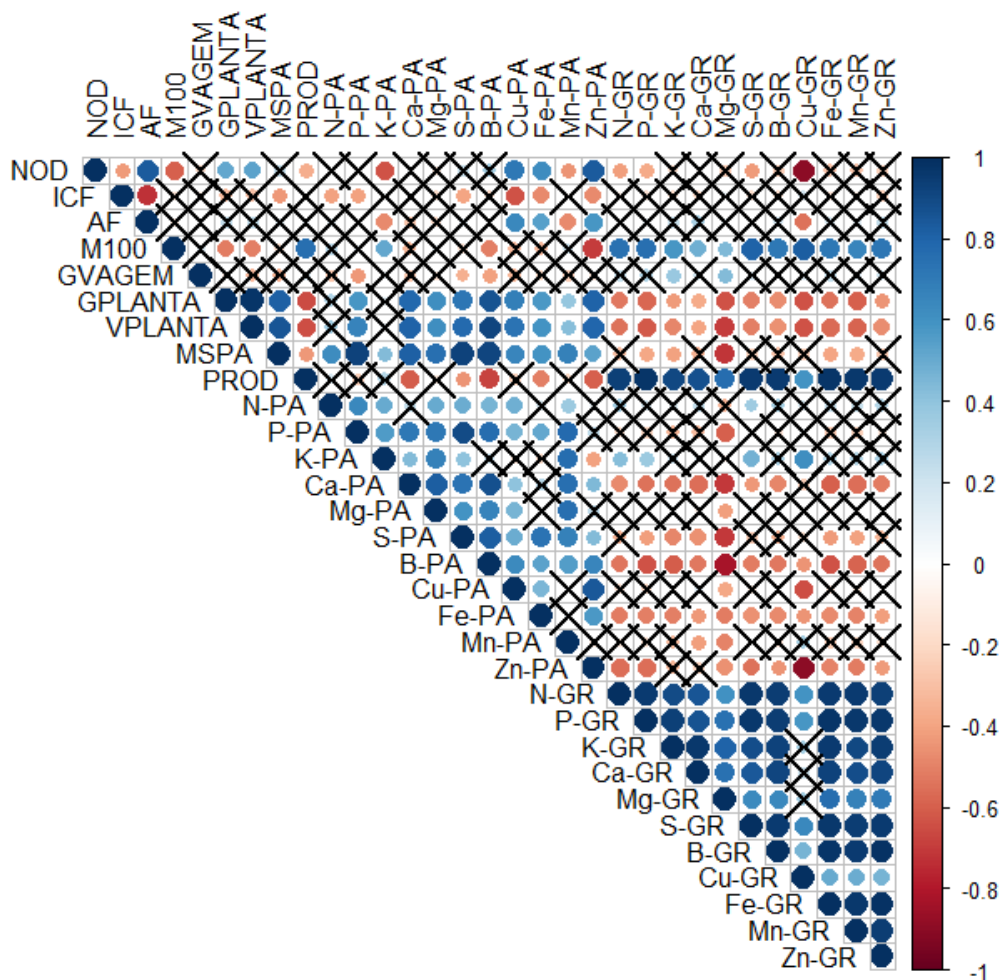


Figura 2. Mapa de calor dos coeficientes de correlação de Pearson obtidos das variáveis analisadas no cultivo de feijão em resposta a redução da aplicação de NPK e inoculações e coinoculações. X indica correlação não significativa ($P > 0,05$). Número de nódulos (NOD), índice de clorofila foliar (ICF), área foliar (AF), número de grãos por vagem (GVAGEM), número de grãos por planta (GPLANTA), número de vagens por planta (VPLANTA), massa seca da palhada (MSPA), produtividade de grãos (PROD), acúmulo de nitrogênio na parte aérea (N-PA), fósforo (P-PA), potássio (K-PA), cálcio (Ca-PA), magnésio (Mg-PA), enxofre (S-PA), boro (B-PA), cobre (Cu-PA), ferro (Fe-PA), manganês (Mn-PA), zinco (Zn-PA), acúmulo de nitrogênio nos grãos (N-GR), fósforo (P-GR), potássio (K-GR), cálcio (Ca-GR), magnésio (Mg-GR), enxofre (S-GR), boro (B-GR), cobre (Cu-GR), ferro (Fe-GR), manganês (Mn-GR) e zinco (Zn-GR) na safra de inverno de 2019.

No segundo ano (Figura 3), observa-se que N, P, K, Ca, Mg, S, B, Mn e Zn apresentaram também correlação positiva com a produtividade, porém o Cu demonstrou uma correlação negativa e para o Fe não houve uma correlação significativa.

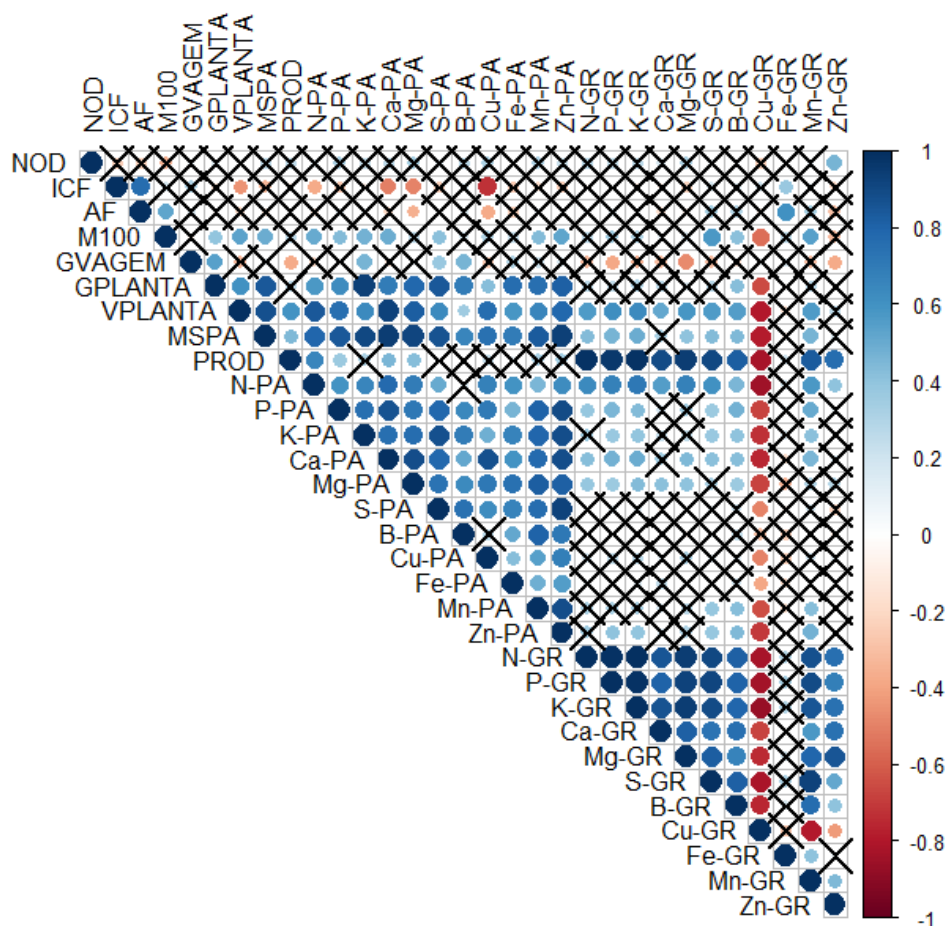


Figura 3. Mapa de calor dos coeficientes de correlação de Pearson obtidos das variáveis analisadas no cultivo de feijão em resposta a redução da aplicação de NPK e inoculações e coinoculações. X indica correlação não significativa ($P > 0,05$). Número de nódulos (NOD), índice de clorofila foliar (ICF), área foliar (AF), número de grãos por vagem (GVAGEM), número de grãos por planta (GPLANTA), número de vagens por planta (VPLANTA), massa seca da palhada (MSPA), produtividade de grãos (PROD), acúmulo de nitrogenio na parte aérea (N-PA), fósforo (P-PA), potássio (K-PA), cálcio (Ca-PA), magnésio (Mg-PA), enxofre (S-PA), boro (B-PA), cobre (Cu-PA), ferro (Fe-PA), manganês (Mn -PA), zinco (Zn-PA), acúmulo de nitrogenio nos grãos (N-GR), fósforo (P-GR), potássio (K-GR), cálcio (Ca-GR), magnésio (Mg-GR), enxofre (S-GR), boro (B-GR), cobre (Cu-R), ferro (Fe-GR), manganês (Mn -GR) e zinco (Zn-GR) na safra de inverno de 2020.

5 CONCLUSÕES

As coinoculações de BPCPs proporcionam incrementos de forma variada na nodulação, índice de clorofila foliar, área foliar, acúmulo de nutrientes na parte aérea, massa de 100 grãos, número de grãos por vagem, número de grãos por planta e produtividade de grãos, exportação de nutrientes pelos grãos e atributos químicos do solo, conforme a dose de NPK aplicada.

Nos dois anos experimentais, a produtividade de grãos de feijão foi superior para coinoculação com: *Rhizobium tropici* + *Azospirillum brasilense* + *Pseudomonas fluorescens*, quando não se adubou com NPK; *Rhizobium tropici* + *Pseudomonas fluorescens* e *Rhizobium tropici* + *Azospirillum brasilense* + *B. subtilis* quando foi fornecido 50% da dose de NPK; e *Rhizobium tropici* + *B. subtilis* na adubação recomendada de NPK (100%) apenas em 2019.

Com as coinoculações com BPCPs, a adubação mineral com NPK do feijoeiro de inverno possui grande potencial de redução para 50% da dose recomendada, devido ao aumento da eficiência. Contudo, é importante que os teores de nutrientes foliares e a fertilidade do solo sejam monitorados.

REFERÊNCIAS

- ALTAF, M. M.; AHMAD, I.; KHAN, M. A.; GROHMANN, E. *Bacillus* biofilms and their role in plant health. **Biofilms in Plant and Soil Health**, [S.l.], v. 20, n. 22, p. 55-67, 2017.
- ALVARES, C. A. *et al.* Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Stuttgart, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- AMBROSANO, E. J.; TANAKA, R. T.; MASCARENHAS, H. A. A.; RAIJ, B. van; QUAGGIO, J. A.; CANTARELA, H. Leguminosas e oleaginosas. In: RAIJ, B. van; CANTARELA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônômico e Fundação IAC, 1997. 285 p. (Boletim técnico, 100).
- ARAÚJO, A. P.; TEIXEIRA, M. G. Ontogenetic variations on absorption and utilization of phosphorus in common bean cultivars under biological nitrogen fixation. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 225, p.1-10, 2000.
- ARAUJO, A. S. F.; CARNEIRO, R. F. V.; BEZERRA, A. A. C.; ARAUJO, F. F. Coinoculação rizóbio e *Bacillus subtilis* em feijão-caupi e leucina: efeito sobre a nodulação, a fixação de N₂ e o crescimento de plantas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 1, p. 182- 185, 2009.
- BÁRBARO, I. M. *et al.* Resultados preliminares da co-inoculação de *Azospirillum brasilense* juntamente com *Bradyrhizobium* em soja. **Pesquisa e Tecnologia**, São Paulo, v. 8, n. 12, 2011.
- BÁRBARO, I. M.; BRANCALÃO, S. R.; TICELLI, M.; MIGUEL, F. B.; SILVA, J. A. A. **Técnica alternativa**: co-inoculação de soja com *Azospirillum* e *Bradyrhizobium* visando incremento e produtividade. 2008. Disponível em: http://www.infobibos.com/artigos/2008_4/coinoculacao/index.htm#:~:text=brasilense%20tem%20sido%20usada%20como,como%20na%20%C3%81frica%20do%20Sul. Acesso em: 03 maio 2022.
- BASET MIA, M. A.; SHAMSUDDIN, Z. H.; WAHAB, Z. & MARZIAH, M. Effect of plant growth promoting rhizobacterial (PGPR) inoculation on growth and nitrogen incorporation of tissue-cultured musa plantlets under nitrogen-free hydroponics condition. **Australian Journal of Crop Science**, Lismore, v. 4, p. 85-90, 2010.
- BASHAN, Y.; BASHAN, L. E. Plant growth-promoting. In: HILLEL, D. (ed.). **Encyclopedia of soils in the environment**. Oxford: Elsevier, 2005. p. 103- 115.

BASTOS, R. A. **Co-inoculação de rizóbio e bactérias promotoras de crescimento vegetal em feijoeiro comum**. 2016. 116 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2016.

BRUSAMARELLO-SANTOS, L. C.; GILARD, F.; BRULÉ, L.; QUILLERÉ, I.; GOURION, B.; RATET, P.; SOUZA, E. M.; LEA, P. J.; HIREL, B. Metabolic profiling of two maize (*Zea mays* L.) inbred lines inoculated with the nitrogen fixing plant-interacting bacteria *Herbaspirillum seropedicae* and *Azospirillum brasilense*. **Plos One**, San Francisco, v. 12, n. 3, p. e0174576, 2017.

BÜLL, L. T. *et al.* Doses de fósforo e zinco na cultura do alho em condições de casa de vegetação. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 4, p. 941-949, 2008.

BURDMAN, S.; KIGEL, J.; OKON, Y. Effects of *Azospirillum brasilense* on nodulation and growth of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 29, p. 923-929, 1997.

BUZETTI, S. *et al.* Aspectos gerais da adubação da cultura. In: ARF, O. (ed.). **Aspectos gerais da cultura do feijão**. Botucatu: FEPAF, 2015. p. 77-110.

CARVALHO R. H.; *et al.* **Crescimento e produção do feijoeiro comum sob coinoculação com *Rhizobium*, *Azospirillum* e *Bradyrhizobium* em condições de campo**. Brasília: Cadernos de Agroecologia, 2018. 13 v.

CHAVES, D. P.; ZUCARELI, C.; OLIVEIRA JUNIOR, A. Fontes de fósforo associadas à inoculação com *Pseudomonas fluorescens* no desenvolvimento e produtividade do milho. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 1, p. 57-72, 2013.

CHIBEBA, A. M.; GUIMARÃES, M. F.; BRITO, O. R.; NOGUEIRA, M. A.; ARAUJO, R. S.; HUNGRIA, M. Co-inoculation of soybean with *Bradyrhizobium* and *Azospirillum* promotes early nodulation. **American Journal of Plant Sciences**, Irwine, v. 6, n. 10, p. 1641-1649, 2015.

COELHO, L. H. *et al.* Desenvolvimento de cultivares de arroz inoculadas com bactérias promotoras de crescimento de plantas. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 28.; REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 12.; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 10.; REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 7., 2008, Londrina. **FertBio 2008**: desafios para o uso do solo com eficiência e qualidade ambiental: anais. Londrina: Embrapa Soja: SBCS: IAPAR, UEL, 2008.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO- CONAB. **Safra do feijão 2020/2021**. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>. Acesso em: 01 mar. 2022.

CORSINI, D. C. D. C. **Inoculação de sementes com *Azospirillum brasilense* e *Rhizobium tropici* e adubação nitrogenada em cobertura em feijoeiro de inverno irrigado em sistema plantio direto**. 2014. 77 f. Dissertação (mestrado)- Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2014.

COSTA, N. R.; ANDREOTTI, M.; GAMEIRO, R. A.; PARIZ, C. M.; BUZETTI, S. & LOPES, K. S. M. Adubação nitrogenada no consórcio de milho com duas espécies de braquiária em sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 47, p. 1038-1047, 2012.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 4. ed. Viçosa: Ed. UFV, 2012.

DALCHIAVON, F. C. *et. al.* Viabilidade espacial da produtividade do feijoeiro correlacionada com atributos químicos de um Latosso Vermelho Distroférico sob sistema de semeadura direta. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 4, p. 908-916, 2011.

DARDANELLI, M. S.; CÓRDOBA, F. J. F.; ESPUNY, M. R.; CARVAJAL, M. A. R.; DÍAZ, M. E. S.; SERRANO, A. M. G.; OKON, Y.; MEGÍAS, M. Effect of *Azospirillum brasilense* coinoculated with *Rhizobium* on *Phaseolus vulgaris* flavonoids and Nod factor production under salt stress. **Soil Biology & Biochemistry**, Oxford, v. 40, p. 2713-2721, 2008.

DARTORA J.; GUIMARÃES V.F.; MARINI D.; SANDER G. Adubação nitrogenada associada à inoculação com *Azospirillum brasilense* e *Herbaspirillum seropedicae* na cultura do milho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 17, n. 10, 1023-1029, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/Cmyt5jFtNnJGVs3f8QKqbbF/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 03 maio 2022.

DUIJFF B. J.; GIANINAZZI-PEARSON, V.; LEMANCEAU, P. Involvement of the outer membrane lipo polysaccharides in the endophytic colonization of tomato roots by biocontrol *Pseudomonas fluorescens* strain WCS417r. **New Phytologist**, Lancaster, v. 135, p. 325-334, 1997.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. Londrina: Ed. Planta, 2006.

FAGERIA N. K.; FERREIRA E. P. B.; MELO L. C.; KNUPP A. M. Genotypic Differences in dry bean yield and yield components as influenced by nitrogen fertilization and rhizobia. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 45, p. 1583-1604, 2014.

FERREIRA, A. N. F.; ARF, O.; CARVALHO, M. A. C.; ARAÚJO, R. S.; SÁ, M. E.; BUZETTI, S. Estirpes de *Rhizobium tropici* na inoculação do feijoeiro. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 57, n. 3, p. 507-512, 2000.

FERREIRA, A. V. F.; SILVA, M. A. P.; CASSETARI, A.; RUFINI, M.; MOREIRA, F. M. S.; ANDRADE, M. J. B. Inoculação com cepas de rizóbio na cultura do feijoeiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 7, p. 2210-2212, 2009.

FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, Lavras, v. 6, n. 1, p. 36-41, 2008.

GALVÃO, J. R. *et al.* Sistemas de manejo e efeito residual do potássio na produtividade e nutrição do feijão-caupi. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 26, n. 2, p. 41-49, 2013.

GILABEL, A. P. **Co-inoculação de *Rhizobium* e *Azospirillum* e adubação nitrogenada na cultura do feijão comum**. 2018. 87 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2018. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/152913>. Acesso em: 12 mar. 2022.

KANEKO, F. H.; ARF, O.; GITTI, D. C.; ARF, M. V.; FERREIRA, J. P.; BUZETTI, S. Mecanismos de abertura de sulcos, inoculação e adubação nitrogenada em feijoeiro em sistema plantio direto. **Bragantia**, Campinas, v. 69, p. 125-133, 2010.

LI, D.; ALEXANDER, M. Co-inoculation with antibiotic producing bacteria to increase colonization and nodulation by rhizobia. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 108, p. 211-219, 1988.

LIMA, R. S.; SOUZA-JUNIOR, I. G.; COSTA, A. C. S. Avaliação da variação do pH dos solos derivados do basalto e do arenito caiua. In: ENCONTRO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO CIENTÍFICA, 10., 2017, Maringá. **Anais [...]**. Maringá: UNICESUMAR, 2017. Disponível em: <https://rdu.unicesumar.edu.br/handle/123456789/931>. Acesso em: 02 abr. 2022.

LYNCH J.; LÄUCHLI A.; EPSTEIN E. Vegetative growth of the common bean in response to phosphorus nutrition. **Crop Science**, Hoboken, v. 31, p. 380-387, 1991.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 638 p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas, princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319 p.

MARSCHNER P. Rhizosphere biology. In: MARSCHNER, P. (ed.). **Marschner's mineral nutrition of higher plants**. 3. ed. [New York]: Springer, 2012. p. 369-388.

MATTOS, M. **Promoção do crescimento de soja a partir da inoculação de sementes com microrganismos não noduladores**. 48 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em agronomia) - Curso de Agronomia, Universidade Federal da Fronteira Sul, Campus de Cerro Largo, Cerro Largo, 2017.

MISHRA, P. K.; BISHT, S. C.; JEEVANANDAN, K.; KUMAR, S.; BISHT, J. K.; BHATTA, J. C. Synergistic effect of inoculating plant growth-promoting *Pseudomonas spp.* and *Rhizobium leguminosarum*- FB1 on growth and nutrient uptake of rajmash (*Phaseolus vulgaris L.*). **Archives of Agronomy and Soil Science**, Abingdon, v. 60, p. 799-815, 2014.

MORAES, B. A. *et al.* Avaliação de novos isolados bacterianos com o biofertilizantes em leguminosas. In: ENCONTRO ANUAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 25., 2016, Ponta Grossa. **Anais [...]**. Ponta Grossa: [s.n.], 2016.

MORAIS, M. C.; MUCHA, A.; FERREIRA, H.; GONÇALVES, B.; BACELAR, E.; MARQUES, G. Comparative study of plant growth-promoting bacteria on the physiology, growth and fruit quality of strawberry. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 99, n. 12, p. 5341-5349, 2019.

MOREIRA, F. M. S. ; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. 2. ed. Lavras: Ed. UFLA, 2006. 729 p.

OKON, Y.; KAPULNIK, Y. Development and function of *Azospirillum*-inoculated roots. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 90, p. 3-16, 1986.

OLIVEIRA JUNIOR, A.; CASTRO, C.; OLIVEIRA, F. A.; JORDÃO, L. T. **Adubação potássica da soja: cuidados no balanço de nutrientes**. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n. 143, 2013, 10 p. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/283055647_Adubacao_potassica_da_soja_cuidados_no_balanco_de_nutrientes. Acesso em: 03 maio 2022.

OLIVEIRA, C. E. S.; ANDRADE, A. F.; ZOZ, A.; LUSTOSA SOBRINHO, R.; ZOZ, T. Genetic divergence and path analysis in wheat cultivars under heat stress. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 50, e65493. 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pat/a/S3rKQ8KB3rdj3GQrdkKpg4q/abstract/?lang=en>. Acesso em: 21 jan. 2022.

OLIVEIRA, M. G. C.; OLIVEIRA, L. F. C.; WENDLAND, A.; GUIMARÃES, C. M.; QUINTELA, E. D.; BARBOSA, F. R.; CARVALHO, M. C. S.; LOBO JUNIOR, M.; SILVEIRA, P. M. **Conhecendo a fenologia do feijoeiro e seus aspectos fitotécnicos**. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 59 p.

PELEGRIN, R.; MERCANTE, F. B.; OTSUBO, I. M. N. e OTSUBO, A. A. Resposta da cultura do feijoeiro à adubação nitrogenada e à inoculação com rizóbio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 33, p. 219-226, 2009.

PENN, C. J.; CAMBERATO, J. A critical review on soil chemical processes that control how soil pH affects phosphorus availability to plants. **Agriculture**, Okitipupa, v. 9, n. 06, p. 120, 2019.

PORTES, T.A. Ecofisiologia. In: ARAÚJO, R. S.; RAVA, C. A.; STONE, L. F.; ZIMMERMANN, M. J. O. (Coord.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Potafós, 1996. p. 101-137.

RAIJ, B. van.; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 2001. 285 p.

REMANS, R.; RAMAEKERS, L.; SCHELKENS, S.; HERNANDEZ, G.; GARCIA, A.; REYES, J. L.; MENDEZ, N.; TOSCANO, V.; MULLING, M.; GALVES, L.; VANDERLEYDEN, J. Effect of *Rhizobium*–*Azospirillum* coinoculation on nitrogen fixation and yield of two contrasting *Phaseolus vulgaris* L. genotypes cultivated across different environments in Cuba. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 312, p. 25-37, 2008.

RONQUIM, C. C. **Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais**. Embrapa Territorial-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E), 2010. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/882598/conceitos-de-fertilidade-do-solo-e-manejo-adequado-para-as-regioes-tropicais>. Acesso em: 02 fev. 2022.

SANTOS, H. G. *et al.* **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos-Livro Técnico, 2018.

SCHOSSLER, J. H. Componentes de rendimento e produtividade do feijoeiro comum submetido à inoculação e coinoculação com estirpes de *Rhizobium tropici* e *Azospirillum brasilense*. **Revista Scientia Agraria**, Curitiba, v. 17, n. 1, p. 10-15, 2016.

SANTOS, L. G.; SOUZA, U. O.; PRIMO, D. C.; SILVA, P. C. C.; SANTOS, A. R. Estado nutricional da cultura do girassol submetida à adubação com fósforo e boro. **Enciclopédia Biofesra, Centro Científico Conhecer**, Goiânia, v. 6, n. 1, p. 1-14, 2010.

SILVA, E. F.; MARCHETTI, M. E.; SOUZA, L. C. F.; MERCANTE, F. M.; RODRIGUES, E. T.; VITORINO, A. C. T. Inoculação do feijoeiro com *Rhizobium tropici* associada a exsudato de *Mimosa flocculosa* com diferentes doses de nitrogênio. **Bragantia**, Campinas, v. 68, p. 443- 451, 2009.

SORATTO, R. P.; CARVALHO, M. A. C.; ARF, O. Nitrogênio em cobertura no feijoeiro cultivado em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 30, n. 2, p. 259-265, 2006.

SORATTO, R. P.; CATUCHI, T. A.; SOUZA, E. D. F. C. D.; GARCIA, J. L. N. Plant density and nitrogen fertilization on common bean nutrition and yield. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 30, p. 670-678, 2017.

SOUZA, E. F. C.; SORATTO, R. P.; PAGANI, F. A. Aplicação de nitrogênio e inoculação com rizóbio em feijoeiro cultivado após milho consorciado com braquiária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 46, p. 370-377, 2011.

SOUZA, T. T.; LIMA, A. B.; TEIXEIRA, W. G. O aumento da capacidade de troca de cátions (CTC) do solo através da aplicação de carvão vegetal em um latossolo amarelo na amazonia central. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA, 61, 2009, Manaus. **Anais [...]**, 2009. Manaus: UFAM, 2009. Disponível em: [https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/675083/o-aumento-da-capacidade-de-troca-de-cations-ctc-do-solo-atraves-da-aplicacao-de-carvao-vegetal-em-um-latossolo-amarelo-na-amazonia-central#:~:text=Publica%C3%A7%C3%B5es-,O%20aumento%20da%20capacidade%20de%20troca%20de%20c%C3%A1tions%20\(CTC\)%20do,LIMA%2C%20A.%20B.%3B%20TEIXEIRA%2C%20W.%20G.](https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/675083/o-aumento-da-capacidade-de-troca-de-cations-ctc-do-solo-atraves-da-aplicacao-de-carvao-vegetal-em-um-latossolo-amarelo-na-amazonia-central#:~:text=Publica%C3%A7%C3%B5es-,O%20aumento%20da%20capacidade%20de%20troca%20de%20c%C3%A1tions%20(CTC)%20do,LIMA%2C%20A.%20B.%3B%20TEIXEIRA%2C%20W.%20G.) Acesso em: 03 maio 2022.

STAJKOVIC, O.; DELIC, D.; JOSIC, D.; KUZMANOVIC, D.; RASULIC, N.; KNEZEVIC-VUKCEVIC, J. Improvement of common bean growth by coinoculation with *Rhizobium* and plant growth-promoting bacteria. **Romanian Biotechnological Letters**, Bucurest, v. 16, n. 1, p. 5919-5926, 2011.

STRALIOTTO, R. *et al.* Fixação biológica de nitrogênio. In: AIDAR, H. *et al.* (ed.). **Produção do feijoeiro comum em várzeas tropicais**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2002. p. 121-153.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Plant physiology and development**. 6. ed. Sunderland: Sinauer Associates, 2017. 761 p.

TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; GALINDO, F. S. Inoculação de bactérias com foco na fixação biológica de nitrogênio e promoção de crescimento vegetal. In: SEVERIANO, E. C.; MORAES, M. F.; PAULA, A. M. (org.). **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa - MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (SBCS), 2019. p. 577-648.

TODESCHINI, V.; AITLAHMIDI, N.; MAZZUCCO, E.; MARSANO, F. ; GOSETTI, F. ; ROBOTTI, E. ; BONA, E.; MASSA, N.; BONNEAU, L.; MARENGO, E.; WIPF, D.; BERTA, G.; LINGUA, G. Impact of beneficial microorganisms on strawberry

growth, fruit production, nutritional quality and volatilome. **Frontiers in Plant Science**, Lausanne, v. 9, p. 1-22, 2018.

VIÇOSI, K. A. **Resposta do feijão-vagem de crescimento determinado à inoculação com *Rhizobium tropici***. 2019. 50 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Universidade Estadual de Goiás, Ipameri, 2019.

VIÇOSI, K. A.; PELÁ, A.; Doses de nitrogênio em cobertura e inoculação com *Rhizobium tropici* na cultura do feijão-vagem. **Revista Cultura Agrônômica**, Ilha Solteira, v. 29, n. 3, p. 326-336, 2020.

WILCOX, G. E.; FAGERIA, N. K. **Deficiências nutricionais do feijão, sua identificação e correção**. Goiânia: Embrapa/CNPAP, 1976. 22 p. (Embrapa/CNPAP. Boletim, 5).

YADEGARI, M. *et al.* Plant growth promoting rhizobacteria increase growth, yield and nitrogen fixation in *Phaseolus vulgaris*. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v. 33, n. 12, p. 1733-1743, 2010.

YADEGARI, M. Inoculation of bean (*Phaseolus vulgaris*) seeds with *Rizobium phaseoli* and plant growth promoting rhizobacteria. **Advances in Environmental Biology**, Ma'an, v. 8, n. 2, p. 419-424, 2014.

YADEGARI, M.; RAHMANI, H. A.; NOORMOHAMMAD, G.; AYNEBAND, A. Evaluation of bean (*Phaseolus vulgaris*) seeds inoculation with *Rhizobium phaseoli* and plant growth promoting rhizobacteria on yield and yield components. **Pakistan Journal of Biological Sciences**, Faisalabad, v. 11, p. 1935-1939, 2008.

ZAMARIOLLI, L. E. R. **Inoculação de *Pseudomonas* via semente e eficiência agrônômica de fosfatos na cultura do milho**. 2016. 101 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2016.

ZUCARELI, C. **Adubação fosfatada, produção e desempenho em campo de sementes de feijoeiro CV. carioca precoce e IAC carioca Tybatã**. 2005. 183 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2005.

ZUFFO, A. M.; STEINER, F.; BUSCH A.; SANTOS, D. M. S. Adubação nitrogenada na soja inibe a nodulação e não melhora o crescimento inicial das plantas. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, Maringá, v. 12, n. 2, p. 333-349, 2019.