

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA (UNESP)
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS
CAMPUS DE DRACENA

João Guilherme Martins Zago

Engenheiro Agrônomo

COINOCULAÇÃO DO FEIJÃO EM SUCESSÃO A
RESÍDUOS CULTURAIS DE SISTEMAS DE CONSÓRCIO
E INOCULAÇÃO COM *Azospirillum brasilense*

Dracena

2023

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA (UNESP)
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS
CAMPUS DE DRACENA

João Guilherme Martins Zago

Engenheiro Agrônomo

**COINOCULAÇÃO DO FEIJÃO EM SUCESSÃO A
RESÍDUOS CULTURAIS DE SISTEMAS DE CONSÓRCIO
E INOCULAÇÃO COM *Azospirillum brasilense***

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Faculdade de Ciências
Agrárias e Tecnológicas – Unesp,
Câmpus de Dracena como parte das
exigências para conclusão do curso.

Orientador: Prof. Dr. Vagner do Nascimento

Dracena
2023



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Câmpus de Dracena



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JULIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS
UNESP – CÂMPUS DE DRACENA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

Título: Coinoculação do feijão em sucessão a resíduos culturais de sistemas de consórcio e inoculação com *Azospirillum brasilense*

Modalidade: **Atividades de pesquisa.**

Autor: João Guilherme Martins Zago

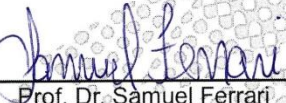
Orientador (a): Prof. Dr. Vagner do Nascimento

Co-orientador(es):

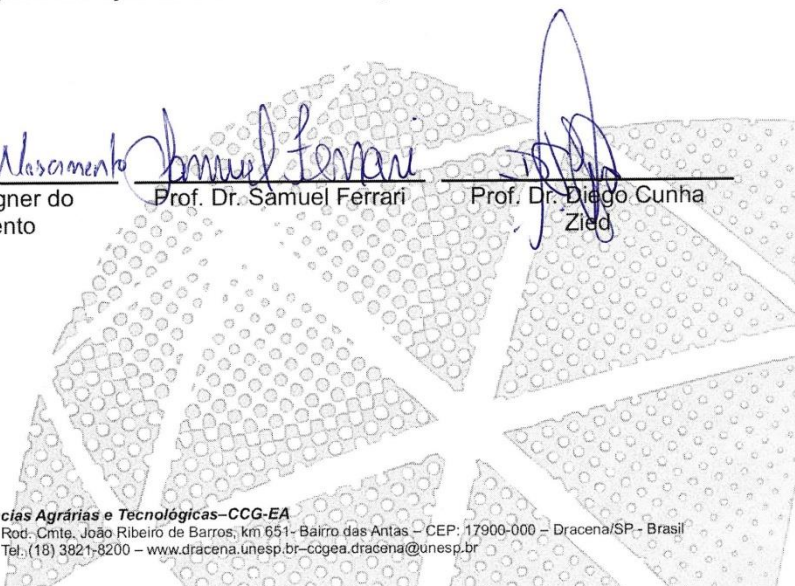
Número de Créditos: 12

Data da aprovação e correção de acordo com as sugestões da Banca: 30/05/2023


Prof. Dr. Vagner do Nascimento


Prof. Dr. Samuel Ferrari


Prof. Dr. Diego Cunha Zito



DADOS CURRICULARES DO AUTOR

João Guilherme Martins Zago, nascido em 05 de fevereiro de 2000, na cidade de Iepê/SP, Técnico em Agropecuária e graduando Engenharia Agrônômica pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, campus de Dracena-SP, ingresso em 2019. Atuou no grupo de estudos TECH AGRO - Grupo de Pesquisa em Tecnologia na Agricultura, orientado pelo Prof. Dr. Samuel Ferrari, onde contribuiu com ajudas em áreas experimentais à campo. Atua no grupo de estudos GEPAC – Grupo de Estudos e Pesquisa em Agricultura de Cereais, orientado pelo Prof. Dr. Vagner do Nascimento, no qual realizou dois projetos de iniciação científica: “Efeito residual de sistemas de consórcio e inoculação em feijoeiro coinoculado com bactérias promotoras de crescimento”. Projeto de iniciação científica financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP). Ano de execução: Novembro de 2021 a Novembro de 2022. “Efeito residual de sistemas de consórcio e adubação nitrogenada em feijoeiro coinoculado irrigado”. Projeto de iniciação científica financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Ano de execução: Junho de 2022 a Junho de 2023.

DEDICATÓRIA

A minha mãe Ana Carolina Martins e ao meu padrasto Marcio Gomes Barbosa, que me educaram e me possibilitaram mais essa conquista, exemplos de vida fundamentais para a minha vida pessoal e profissional.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela vida, saúde e sabedoria que me deu forças para que eu continuasse a minha caminhada.

À minha família, pais, irmãos, avós e tios que foi uma base muito importante em todo o meu processo pessoal e acadêmico. Em especial ao meu padrasto/pai que não mediu esforços para me educar, me apoiar financeiramente e moralmente em todas as minhas decisões, me fez tornar a pessoa que eu sou hoje.

Também agradeço aos meus amigos que sempre estiveram comigo nos momentos de felicidades e dificuldades, pude aprender muito com eles na universidade e na convivência do dia-a-dia, foi muito importante e ainda continua sendo essa relação de amizade que temos em nossas vidas.

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Vagner do Nascimento que me concedeu a oportunidade de realização do trabalho, me forneceu as bases necessárias para a condução de experimentos e conselhos que ficaram eternizados para vida toda.

As pessoas que de alguma forma participou da minha caminhada, seja positivamente ou de aprendizado, onde eu pude aprender e me tornar mais forte, desejo os meus sinceros agradecimentos, muito obrigado!

O presente trabalho foi realizado com apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) - PROCESSO 2021/09975-0.

RESUMO

A adoção de sistemas de consórcio e a tecnologia de inoculação com bactérias promotoras de crescimento de plantas são estratégias sustentáveis, inovadoras e de baixo custo na agricultura tropical e proporcionam melhorias positivas nos atributos do solo e maior acúmulo de fitomassa seca (palhada), beneficiando as culturas em sucessão e propicia condições favoráveis a microbiota do solo. O objetivo desta pesquisa foi avaliar efeito residual de sistemas de consórcios de milho com plantas de cobertura e inoculação via foliar com *Azospirillum brasilense*, no crescimento e produtividade do feijoeiro coinoculado com bactérias promotoras de crescimento de plantas. A pesquisa foi desenvolvida no município de Dracena, São Paulo, Brasil, em um Argissolo Vermelho distrófico típico de textura arenosa. O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados disposto em esquema fatorial 4x2x2 para o feijão, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos pelos cultivos antecessores de milho solteiro e consorciados com culturas de cobertura (*Crotalaria spectabilis*, *Urochloa ruziziensis* e *C. spectabilis* + *U. ruziziensis*) na presença e ausência da aplicação via foliar (no estágio fenológico V4) do inoculante contendo *Azospirillum brasilense*, seguida de presença e ausência da coinoculação (*Rhizobium tropici* + *Azospirillum brasilense*) no feijão em sucessão irrigado por aspersão, com quatro repetições. Avaliações realizadas na cultura do feijão: população das plantas, massa seca de plantas, teor de nitrogênio foliar, radiação fotossintética ativa (RFA), números de vagens por planta, número de grãos por planta, número médio de grãos por vagem, massa de cem grãos e produtividade de grãos e ciclo. O consórcio entre milho + *C. spectabilis* + *U. ruziziensis* sem inoculação com *A. brasilense* e associado à coinoculação aumentam a massa seca de plantas do feijão. Independente dos sistemas de consórcio, a inoculação de *A. brasilense* com presença de coinoculação proporcionam maiores números de vagens e de grãos por plantas comparado ao sistema pousio. A inoculação de *A. brasilense* associado ao sistema de consórcio entre o milho + *C. spectabilis* e ausência da coinoculação proporcionam incrementos de 601 kg.ha⁻¹ na produtividade de grãos comparado ao sistema pousio.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris* L., *Zea mays* L., *Crotalaria spectabilis*, *Urochloa ruziziensis*, *Azospirillum brasilense* e *Rhizobium tropici*.

ABSTRACT

The adoption of consortium systems and inoculation technology with plant growth-promoting bacteria are sustainable, innovative and low-cost strategies in tropical agriculture and provide positive improvements in soil attributes and greater accumulation of dry phytomass (straw), benefiting the cultures in succession and provides favorable conditions for soil microbiota. The objective of this research was to evaluate the residual effect of intercropping systems of maize with cover crops and foliar inoculation with *Azospirillum brasilense*, on the growth and productivity of common bean co-inoculated with plant growth-promoting bacteria. The research is being carried out in the municipality of Dracena, São Paulo, Brazil, in a typical dystrophic Red Argisol with a sandy texture. The experimental design used was randomized blocks arranged in a 4x2x2 factorial scheme for beans, with four replications. The treatments consisted of predecessor crops of single corn and intercropped with cover crops (*Crotalaria spectabilis*, *Urochloa ruziziensis* and *C. spectabilis* + *U. ruziziensis*) in the presence and absence of foliar application (at phenological stage V4) of the inoculant containing *Azospirillum brasilense*, followed by the presence and absence of coinoculation (*Rhizobium tropici* + *Azospirillum brasilense*) in beans in succession irrigated by sprinkling, with four replications. Evaluations carried out in the common bean crop: plant population, plant dry mass, leaf nitrogen content, photosynthetic active radiation (RFA), number of pods per plant, number of grains per plant, average number of grains per pod, mass of one hundred grains and grain yield and cycle. The consortium between maize + *C. spectabilis* + *U. ruziziensis* without inoculation with *A. brasilense* and associated with coinoculation increases the dry mass of bean plants. Regardless of intercropping systems, the inoculation of *A. brasilense* with the presence of coinoculation provided greater numbers of pods and grains per plant compared to the fallow system. The inoculation of *A. brasilense* associated with the intercropping system between maize + *C. spectabilis* and the absence of coinoculation provide increments of 601 kg.ha⁻¹ in grain yield compared to the fallow system.

Keywords: *Phaseolus vulgaris* L., *Zea mays* L., *Crotalaria spectabilis*, *Urochloa ruziziensis*, *Azospirillum brasilense* and *Rhizobium tropici*.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Comportamento da precipitação pluvial (mm), temperatura máxima e mínima (°C) do ar, em Dracena, SP, Brasil, durante a condução do experimento de efeito residual de sistemas de consorcio e inoculação em feijoeiro co-inoculado com bactérias promotoras de crescimento.....	26
Figura 2 - Coleta de solo para compor a amostragem para análise química.....	53
Figura 3 - Regulando sementes e adubos da semeadora-adubadora mecanizada.....	53
Figura 4 - Tratamento das sementes de feijão com fungicida e inseticida.....	53
Figura 5 - Inoculante utilizados na semente de feijão (<i>Rhizobium tropici</i>).....	53
Figura 6 – Inoculante utilizado (<i>Azospirillum brasilense</i>).....	53
Figura 7 - Semeadora-adubadora utilizada na semeadura do feijão.....	53
Figura 8 - Adubação de cobertura com nitrogênio.....	53
Figura 9 - Pulverização de defensivos agrícolas utilizados no experimento.....	53
Figura 10 - Precipitação pluvial (mm) registrada, irrigações realizadas (mm) e comportamento da evapotranspiração do feijão (ETc) em mm, em Dracena, SP, Brasil, durante a condução do experimento de efeito residual de sistemas de consorcio e inoculação em feijoeiro coinoculado com bactérias promotoras de crescimento.....	31
Figura 11 - Feijoeiro em suas primeiras semanas com 12 DAE. Avaliação da população inicial.....	54
Figura 12 - Colheita das parcelas e avaliação da população final.....	54
Figura 13 - Coletas de plantas para matéria seca e teor de nutriente.....	54
Figura 14 - Plantas na estufa (60° - 70°C).....	54
Figura 15 - Pesagem de matéria seca.....	54
Figura 16 - Moagem das folhas secas para determinação do teor de nitrogênio.....	54
Figura 17 - Avaliação da radiação fotossinteticamente ativa (RFA) com o medidor APOGEE, MODELO APG-MQ-301.....	54
Figura 18 - Avaliação dos componentes produtivos do feijoeiro.....	55
Figura 19 - Avaliação dos componentes produtivos do feijoeiro.....	55
Figura 20 - Pesagem de amostras de cem grãos.....	55
Figura 21 - Plantas em secagem a pleno sol.....	55
Figura 22 - Trilhadora mecânica.....	55
Figura 23 - Medidor de umidade de grãos utilizados no experimento.....	55
Figura 24 - Ciclo fonológico do feijoeiro. Adaptado de OLIVEIRA, L. F. C. et al., 2018.....	34

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** - Resultados dos atributos químicos do solo da área experimental, antes da instalação do experimento.....26
- Tabela 2** - Potencial matricial versus umidade gravimétrica e densidade do solo para as diferentes camadas.....32
- Tabela 3** - Valores médios de população inicial (PI) e população final (PF) de plantas, massa seca das plantas (MSP), concentração de nitrogênio foliar (N) e radiação fotossinteticamente ativa (RFA) no dossel do terço superior (TS), terço médio (TM) e terço inferior (TI) do feijão primeira safra coinoculado em sucessão ao cultivo de milho consorciado com plantas de cobertura e inoculado com *Azospirillum brasilense*.....35
- Tabela 4** - Desdobramentos das interações significativas das análises de variância referente à população inicial (PI) de plantas e massa seca das plantas (MSP) do feijão primeira safra co-inoculado em sucessão ao cultivo de milho consorciado com plantas de cobertura e inoculado com *Azospirillum brasilense*.....37
- Tabela 5** - Desdobramento da interação significativa da análise de variância referente à concentração foliar de nitrogênio (N) foliar do feijão primeiro safra co-inoculado em sucessão ao cultivo de milho consorciado com plantas de cobertura e inoculado com *Azospirillum brasilense*.....38
- Tabela 6** - Desdobramentos das interações significativas das análises de variância referente à radiação fotossinteticamente ativa (RFA) no dossel no terço superior (TS), terço médio (TM) e terço inferior (TI) do feijão primeira safra co-inoculado em sucessão ao cultivo de milho consorciado com plantas de cobertura e inoculado com *Azospirillum brasilense*.....39
- Tabela 7** - Valores médios do número de vagens por planta (NVP), número de grãos por planta (NGP), número de grãos por vagem (NGP), massa de cem grãos (M100G) e produtividade de grãos (PG) do feijão primeira safra co-inoculado em sucessão ao milho segunda

safrã consorciado com plantas de cobertura e inoculado com
Azospirillum brasilense via foliar 40

Tabela 8 - Desdobramentos das interações significativas das análises de
variância referente ao número de vagens por planta (NVP),
número de grãos por planta (NGP) e número de grãos por vagem
(NGV) do feijão primeira safrã coinoculado em sucessão ao
cultivo de milho consorciado com plantas de cobertura e inoculado
com *Azospirillum brasilense* 42

Tabela 9 - Desdobramento da interação significativa da análise de variância
referente a massa de cem grãos do feijão primeiro safrã
coinoculado em sucessão ao cultivo de milho consorciado com
plantas de cobertura e inoculado com *Azospirillum brasilense* 43

Tabela 10 - Desdobramento da interação significativa da análise de
variância referente à produtividade de grãos (PG) do feijão
primeira safrã co-inoculado em sucessão ao cultivo de milho
consorciado com plantas de cobertura e inoculado com
Azospirillum brasilense 44

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 OBJETIVOS	17
3 REVISÃO DE LITERATURA.....	18
3.1 Aspectos gerais e socioeconomicos do feijao.....	18
3.2 Sistemas de consórcio de milho com plantas de cobertura.....	18
3.3 Inoculação com <i>Azospirillum brasilense</i>	19
3.4 Coinoculação com bactérias promotoras de crescimento de plantas.....	21
3.5 Sucessão de culturas.....	22
4 MATERIAL E MÉTODOS	25
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
5.1 Ciclo da cultura.....	34
5.2 Avaliação de população de plantas (inicial e final), massa seca de plantas, teor de nitrogênio foliar e radiação fotossinteticamente ativa.....	34
5.3 Componentes produtivos, massa de cem grãos e produtividade do feijoeiro.....	39
6 CONCLUSÃO	45
REFERÊNCIAS	46
ÍNDICES	53

1 INTRODUÇÃO

A cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma das fabáceas mais importantes na alimentação humana com uma ótima fonte de energia, proteínas, vitaminas e baixo teor de gordura. A maior parte dos brasileiros utiliza a alimentação diária do feijão juntamente com o arroz e isso se dá pelos padrões sociais adquiridos ao longo do tempo, sem dúvidas é uma ótima combinação e opção nutricional. Os seis maiores países produtores respectivamente: Myanmar, Índia, Brasil, Estados Unidos, México e Tanzânia, com mais da metade da produção mundial.

Em sistemas de consórcio, uma das formas de produção, é a utilização de plantas de cobertura e cultura comercial de forma simultânea na mesma área desejada, sendo uma ótima alternativa para maior acúmulo de fitomassa seca e cobertura do solo em quantidade, uniforme e permanente, que será benéfico tanto para a cultura principal do consórcio quanto para a próxima safra. A utilização do consórcio pode aumentar o rendimento de produtividade da cultura em sucessão pela melhoria dos atributos do solo e também, o mesmo, pode obter o seu lucro sobre a cultura principal da safra e deixar sobre o solo, resíduos vegetais para a próxima safra.

As plantas de cobertura tem um papel fundamental para a agricultura moderna sustentável, contribuindo para todo o sistema produtivo, rotacionando culturas e quebrando a cadeia de monoculturas, enriquecendo o solo com maiores quantidades de microorganismos benéficos para produção, amenizando efeitos de estresses hídricos com a falta de água no solo pela falta de chuvas. Um ponto muito importante que está sendo discutido nos dias atuais é a diminuição da emissão do carbono para a atmosfera e com as plantas de cobertura o produtor diminui operações agrícolas e revolvimento do solo, de certa forma, diminui a emissão de gases carbônicos para a atmosfera.

As rizobactérias são uma grande oportunidade para a agricultura caminhar em direção a um modelo mais sustentável de produção, aumentando a produtividade das plantas com o fornecimento de nitrogênio, diminuindo custos com adubação em cenários de grande aumento do mesmo. Na atualidade, mais de 80% dos agricultores utilizam a inoculação com rizobactérias fixadoras de nitrogênio, o que deixa evidente a sua importância

para a agricultura tropical, melhorando a gestão de nutrientes no sistema de produção, tal qual em curto prazo ou para o longo prazo. O intuito da inoculação é criar uma simbiose entre a planta e a bactéria, onde um ser vivo ajuda o outro no seu desenvolvimento. Podendo ser a inoculação via semente, sulco de semeadura ou via foliar.

É de suma importância a utilização de plantas de cobertura em consórcio para adição de material orgânico ao solo no final do ciclo e aumentar sua biodiversidade de microrganismos benéficos, sendo um ambiente propício para cultivo em sucessão com aprimoramento de condições biológicas, melhorando a atividade da bactéria do gênero *Azospirillum* spp. E proporcionando maior desenvolvimento vegetativo e reprodutivo ao feijoeiro irrigado em sucessão.

2 OBJETIVOS

Avaliar o efeito residual de sistemas de consórcios de milho com plantas de cobertura e inoculação via foliar com *Azospirillum brasilense*, no crescimento e produtividade do feijoeiro coinoculado com bactérias promotoras do crescimento de plantas.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Aspectos gerais e socioeconômicos do feijão

A cultura do feijão pertence à família das fabáceas (leguminosas), predominantemente cultivado de maneira familiar e considerado um aleuro-amiláceo importante na alimentação humana com uma ótima fonte de energia e baixo teor de gordura (COELHO, 2020).

Os seis maiores países produtores são Myanmar, Índia, Brasil, Estados Unidos, México e Tanzânia e apresentam aproximadamente 59,4% da produção mundial de feijão com valor de 15,3 milhões de toneladas (CONAB, 2017). Os principais produtores também são os principais consumidores, por esse motivo a exportação é pequena, comparado a cultura da soja que no Brasil tem grandes exportações (FUSCALDI e PRADO, 2005).

O feijão tem a possibilidade de ser cultivado em até três safras diferentes dependendo do estado brasileiro, juntando essas três safras o Brasil obteve uma produção de 2,9 mil toneladas na safra 21/22, com incremento de 3,6 % em relação à safra passada e produtividade média de 1.050 kg.ha^{-1} , com 6,1 % a mais comparado a produtividade da safra passada (CONAB, 2022), esse aumento de produtividade reflete a agricultura moderna sustentável, utilizando o feijoeiro como rotação de culturas, sendo que a área cultivada diminuiu 2,4 % em relação a safra passada (CONAB, 2022), porém ainda sendo uma média baixa de produtividade, com tendência para maiores potenciais.

Na primeira safra com estimativa de 914,5 mil hectares cultivados, em segunda safra sendo cultivado 1,4 milhões hectares aumentam de 0,4% em relação à safra passada e na terceira safra foi cultivado 588,2 mil hectares, sendo o nordeste brasileiro a maior região produtora de feijão no Brasil (CONAB, 2020).

3.2 Sistemas de consórcio de milho com plantas de cobertura

Em consórcio, a implantação do sistema é ocorrida de forma simultânea, ou seja, a planta de cobertura desejada e a cultura econômica são cultivados na mesma área (BORGES et al., 2018), sendo utilizado consórcios de milho com plantas forrageiras sem restrição em quesitos de colheita para a cultura do

milho, pois a altura de inserção das espigas são favoráveis para o cultivo consorciado (ALVARENGA et al., 2006), uma ótima alternativa para maior acúmulo de matéria seca no solo, ciclagem dos nutrientes e aumento da matéria orgânica (MICHELON, et al., 2019), dessa maneira, proporcionando condições melhores para semeadura direta em sucessão (MENDONÇA et al., 2015). Entretanto Ramos Junior et al. (2019), mostrou em seu trabalho que não houve diminuição da produtividade do milho consorciado com a *Crotalaria spectabilis* em diferentes densidades de semeadura.

Segundo Oliveira, (2020) com o uso de poaceas (gramíneas) em consorcio proporcionam benefícios importantes para o solo, sendo um deles a cobertura de solo fornecida por essa gramínea, protegendo-o contra erosões e mantendo uma umidade por mais tempo e evitando proliferação de plantas daninhas no local, consequentemente, essa cobertura de solo ira se degradar por fatores microbiológicos existentes no solo que posteriormente aumentará a matéria orgânica e seus benefícios refletirá na produção em sucessão, sem contar no aumento da microbiota do solo como bactérias e fungos que são benéficos para todo esse processo (DE OLIVEIRA et al., 2017). Em trabalhos realizados por Capuani et al. (2012), mostram o aumento da microbiota no solo com adição de materiais orgânicos como torta de mamona e resíduo têxtil de algodão, essa quantificação foi realizado pela quantidade de dióxido de carbono (CO₂) emitida para a atmosfera quando adicionado os materiais no solo.

A *Urochloa brizantha* cv. BRS paiaguás mostrou ótimos resultados em seu potencial de produção de biomassa, mesmo com baixa precipitação a forrageira consegue se desenvolver muito bem (MUNIZ et al., 2020). Assim sendo, Costa et al. (2017) também ressalta a importância do uso da forrageira Paiaguás como planta de cobertura para sistemas de plantio direto e consorcio pela sua maior produção de biomassa em consequência maiores acúmulos de nutrientes, sendo notável sua eficiência para o solo em altas produções.

3.3 Inoculação com *Azospirillum brasilense*

Atualmente mais de três milhões de doses de inoculantes vêm sendo usados por agricultores anualmente, isso para inoculação de culturas não-

leguminosas e co-inoculação de leguminosas (FUKAMI et al., 2018), na soja (*Glycine max*) por exemplo mais de 80% dos agriculturas já utilizam bactérias fixadoras de nitrogênio, evidenciando a importância das abordagens biológicas para as plantas e sua produção agrícola em gestão de nutrientes (AHEMAD e KIBRET, 2014).

Visando sempre a sustentabilidade na agricultura tropical a inoculação de rizobactérias é uma tecnologia com o intuito de criar uma simbiose entre a planta e a bactéria, podendo ser introduzida na semeadura como nos sulcos, antes em sementes, ou até depois por via foliar da planta estimulando o desenvolvimento e crescimento da cultura (GALINDO, 2021). Na cultura do feijão-caupi houve um incremento na produtividade de 24,9 % com inoculação em relação à cultura não inoculada (DE SOUSA et al., 2018).

A bactéria diazotrófica da espécie *Azospirillum brasilense* inoculada em plantas pode trazer benefícios além da fixação de nitrogênio atmosférico como também pode ajudar na diminuição de estresses bióticos e abióticos (FUKAMI et al., 2018), por esse motivo podendo prevalecer em condições de campo onde ocorre relação de fatores como temperaturas e precipitações muitas vezes não favoráveis para a planta (CHIBEBA et al., 2015), dessa forma seu uso na agricultura é de extrema importância para o desenvolvimento da planta.

Segundo pesquisas realizadas pela Embrapa soja em 2021, o produtor não tem necessidade de realização da adubação nitrogenada em cobertura para o cultivo da soja se realizada a inoculação corretamente na semente e manuseado dos inoculantes de forma adequada, sendo que doses elevadas de nitrogênio pode acarretar na inibição da nodulação. Também observado por BIZZARRO (2008), uma diminuição da massa de nódulos com a adição de nitrogênio mineral.

Em contra partida para a produção do capim zuri (*Megathyrsus maximus* cv. BRS Zuri) é necessário o uso de fertilizantes com o fornecimento de nitrogênio, pois as bactérias diazotróficas rizosféricas não conseguem suprir a demanda do capim (CARVALHO, 2020). Neste sentido o uso de fertilizantes minerais com fornecimento de N para as plantas pode ser diminuído de forma parcial ou completa dependendo da cultura cultivada (DE OLIVEIRA et al., 2014).

3.4 Coinoculação com bactérias promotoras de crescimento de plantas

A coinoculação é a adição de outro microrganismo benéfico para as plantas, favorecendo ainda mais a inoculação que já foi realizada, normalmente se utiliza a bactéria do gênero *Rhizobium* para a inoculação e *Azospirillum brasilense* para a co-inoculação (EMBRAPA, 2014), promovendo o desenvolvimento radicular e consequentemente melhora a capacidade de absorção das plantas, respondendo com baixas doses de fornecimentos de nitrogênio (CANDIDO et al., 2020) e nodulações precoces favorecendo os primeiros estádios de desenvolvimento das plantas (CHIBEBA et al., 2015), tendo como conhecimento as mudanças no crescimento de plantas de soja associados por consequência dos microrganismos ocasionando mudanças em sua fisiologia que favoreçam o cultivo e produção (BUSO et al., 2021).

As pesquisas com a coinoculação em soja e feijão são recentes, tendo início em 2009, com o objetivo de inovar as tecnologias de produção, possuindo ensaios que mostram incrementos no rendimento do feijoeiro de até 14,7% com a coinoculação com *Azospirillum* (EMBRAPA, 2014). Segundo a ANPII (Associação Nacional dos Produtores e Importadores de Inoculantes) houve um crescimento de 55,56% no uso de coinoculações no Mato Grosso entre 2018 a 2020, isso mostra a sua importância para a agricultura no berço da produção agrícola no Brasil.

O nitrogênio é considerado um nutriente essencial para as plantas, precedentemente, ele é fornecido de forma mineral e extraído através de combustíveis fósseis onde processos intensivos são ocorridos favorecendo o efeito estufa, diferente do uso de inoculantes que desempenham a associação com as plantas e fornecem nitrogênio atmosférico de forma biológica e limpa (VAN DEYNZE et al., 2018), tendo em vista a sua alta porcentagem na atmosfera. Com isso reduzindo custos de produção e trazendo maior sustentabilidade para a agricultura.

O feijoeiro possui um sistema radicular limitado, dificultando sua tolerância a estresses abióticos ocasionados pela estiagem com perdas de até 60% de sua produção (CORIOLETTI et al., 2021). A associação entre *Rhizobium* e *Azospirillum* contribuem no aumento do enraizamento e consequentemente aumentando as nodulações, no caso do *Rhizobium*, para maiores fixações de nitrogênio para as plantas (HUNGRIA; CAMPO; MENDES,

2001) trazendo produções que podem ultrapassar 60 sacas por hectares no caso da soja, sendo a coinoculação um complemento para a inoculação já realizada (GITTI, 2019), em contraparte em alguns casos pode haver perdas na produtividade, segundo Bizzaro (2008), no solo onde será cultivado e coinoculado pode haver bactérias já existentes com seu numero de população adequado.

Segundo BUSO et al. (2021), a soja coinoculada apresentou maiores quantidades de matéria seca da raiz comparado ao ensaio somente inoculado com *Bradyrhizobium* spp., fazendo ênfase a maior exploração da raiz no solo, atingindo profundidades maiores e evitando condições adversas com faltas de chuvas que ocasionam estresses hídricos, principais problemas para agricultores.

3.5 Sucessão de culturas

Em sistemas de monocultivo, ou seja, o agricultor cultiva apenas uma cultura em sua propriedade, é capaz de prejudicar a sustentabilidade do sistema e conseqüentemente aumentando a proliferação de doenças, pragas, nematóides e plantas daninhas que acarretam de forma negativa a área de cultivo, acarretando em perdas de produtividade e degradação do solo (MACEDO, 2009). A sucessão entre culturas proporciona ao solo restos vegetais após colheita de safras e auxilia o cultivo de culturas posteriores amenizando estresses hídricos ocasionados pelas chuvas irregulares na manutenção da umidade nos solos (MIGUEL et al., 2018).

O sistema de consórcio de milho com forrageiras tropicais durante o outono-inverno propicia maiores produtividades na cultura da soja comparado ao sistema convencional com a cultura do milho solteira, a forrageira na integração trás benefícios residuais benéficos para produções sucessoras (CASTRO DIAS et al., 2020) e também maior controle de plantas invasoras pelo maior acúmulo de biomassa seca sobre o solo (SEIBERT e BORSOI, 2020). Em pesquisas com produção de soja cultivada em uma área que houve manejo de milho consorciado com *Urochloa* (brachiaria) e *crotalaria* (M+B+C) e utilizado 180 kg ha⁻¹ de nitrogênio obteve-se a maior media de produção

comparada ao cultivo de soja em área trabalhada convencionalmente (DE OLIVEIRA, 2020).

Plantas de cobertura refletem na produtividade da cultura do algodão e melhoramento dos atributos de qualidade dos solos arenosos com maiores atividades microbianas presentes (CORDEIRO et al., 2021). O aumento do teor de matéria orgânica no solo também está evidente no trabalho de Rosa et al. (2017), com o uso de plantas de cobertura introduzindo maior quantidade de carbono para o sistema, melhorando a fertilidade do solo, ressaltando que o não revolvimento do solo e sempre adotando manejos com plantio direto nesses sistemas de produção (RAPHAEL et al., 2016).

Usando espécies diferentes de forrageiras em consórcio com milho em sistemas de semeaduras a lanço no estágio V4 do milho, a lanço no dia da semeadura do milho, na linha de semeadura do milho e misturados ao adubo, se obtém diferentes resultados com extração de nutrientes e a sua liberação posteriormente de acordo com a produção de biomassa, sendo o nitrogênio com liberação mais intensa aos 30 dias e depois estabilizando (MENDONÇA et al., 2015). No caso da ervilhaca que fixa N atmosférico para o seu desenvolvimento e posteriormente volta para o solo em sua decomposição (SECRETTI et al., 2017).

Em pesquisa realizada por Crusciol et al. (2005), com a cultura do nabo forrageiro como planta de cobertura, sendo manejado em estágio de pré-florescimento e com resultados na degradação e liberação de nutrientes para o solo, verificaram que o nitrogênio e potássio foram liberados em maior quantidade e velocidade para as culturas subsequentes.

A dessecação precoce das forrageiras é importante para um melhor aproveitamento da palhada no solo, melhorando a biomassa microbiana pela sua alta decomposição (MAZZUCHELLI et al., 2020) e por consequência evitando que alguns nutrientes de alta mobilidade no solo seja lixiviado pela imobilização significativa que a microbiota faz no solo, sendo esses nutrientes usados posteriormente (BALOTA et al., 2014).

A forrageira tropical *Urochloa brizantha* cv. BRS paiaguás apresenta menor relação C/N e alta produção de folhas que decompõe rapidamente no solo (COSTA et al., 2016), diferente de algumas fabáceas como a *Crotalaria spectabilis* com decomposição mais lenta, sendo um dos fatores o alto teor de

lignina que dificulta a ação enzimática de microorganismos (MIGUEL et al., 2018).

Com os custos elevados de insumos a produção sustentável tem mostrado ótimos resultados para ganhos de produtividade, além disso, o agricultor cuida do seu solo conservando-o com o uso de consórcios com plantas de cobertura e consequentemente introduzindo ambientes propícios para o desenvolvimento de microrganismos benéficos para o sistema solo-planta, sendo a inoculação um dos fatores mais importantes para a aquisição de nitrogênio e mais recente a coinoculação como um fator de complemento para as plantas se desenvolverem.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O projeto de pesquisa foi desenvolvido à campo, começando com a semeadura em 29 de setembro de 2021 e colheita em 17 de janeiro de 2022, em área experimental situada nas coordenadas de 51°52' de longitude Oeste de Greenwich e 21°29' de Latitude Sul e 420 m de altitude. O solo do local da pesquisa é um Argissolo Vermelho distrófico típico de textura arenosa (SANTOS et al., 2018).

As condições climáticas do local foram temperatura média anual de 24°C, a precipitação pluvial anual é de 1.261 mm e a umidade relativa do ar média anual de 64,0%. De acordo com Koppen, o tipo climático da região é o tropical úmido (Aw), caracterizado com inverno seco e ameno e verão quente e chuvoso.

Os dados climáticos de temperatura do ar, precipitação pluviométrica e umidade relativa do ar durante a condução da pesquisa foram obtidos na estação Meteorológica Campbell Scientific CR10X, instalada na Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas (FCAT), pertencente à Universidade Estadual Paulista (UNESP), localizada a 200 m da área experimental. Os dados climáticos foram apresentados na Figura 1.

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso em esquema fatorial 4x2x2 para o feijão, constituído pelo cultivo antecessor de milho solteiro e consorciado com culturas de cobertura (*Crotalaria spectabilis*, *Urochloa ruziziensis* e *C. spectabilis* + *U. ruziziensis*) na presença e ausência da aplicação via foliar (no estágio fenológico V4) do inoculante contendo *Azospirillum brasilense* e seguido de presença e ausência da coinoculação (*Rhizobium tropici* + *Azospirillum brasilense*) no feijão em sucessão, com quatro repetições.

Antes da instalação do experimento, foi realizado a coleta de solo na área para amostragem, originada de 20 amostras simples para se obter uma composta, com auxílio de um trado holandês, nas camadas de 0,00-0,20 e 0,20-0,40 m (Figura 2). Com resultados médios apresentados na Tabela 1.

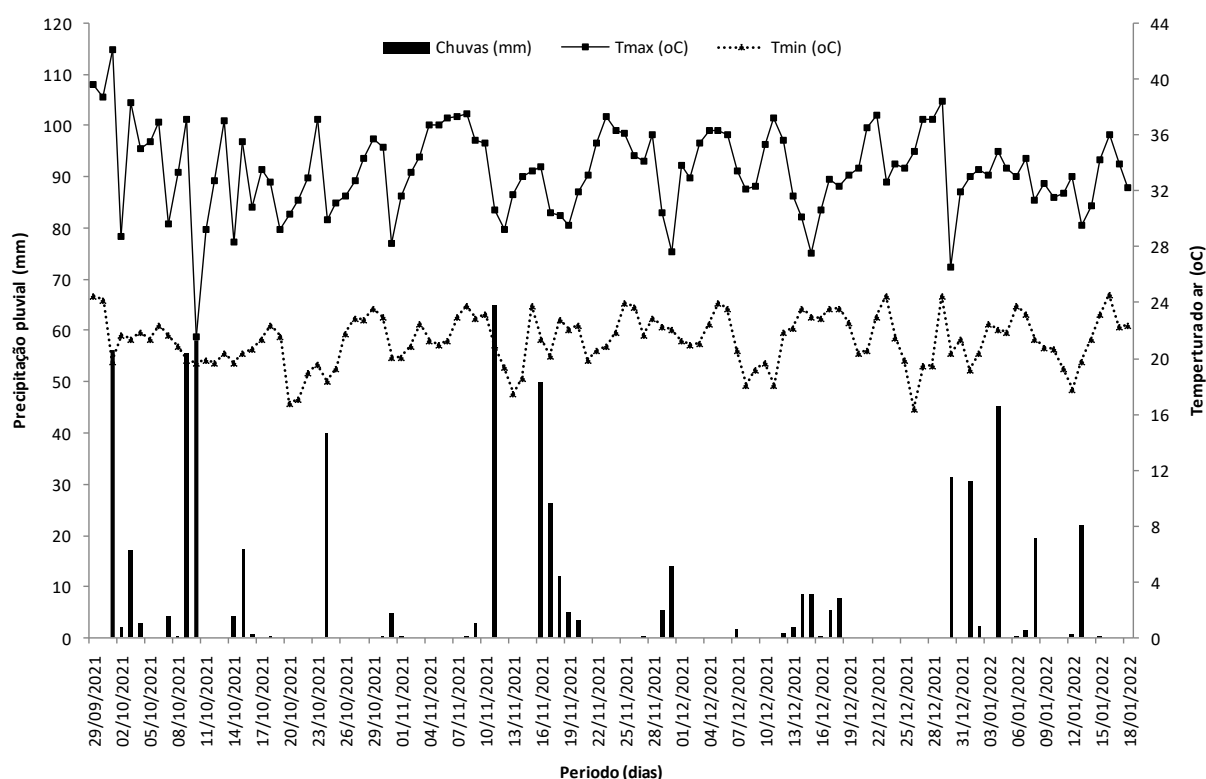


Figura 1. Comportamento da precipitação pluvial (mm), temperatura máxima e mínima (°C) do ar, em Dracena, SP, Brasil, durante a condução do experimento de efeito residual de sistemas de consórcio e inoculação em feijoeiro co-inoculado com bactérias promotoras de crescimento.

Tabela 1. Resultados dos atributos químicos do solo da área experimental, antes da instalação do experimento, Dracena, SP, Brasil, safra 2021.

Prof. (m)	pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	H+Al	Al	SB	CTC	V	m
	CaCl ₂	g.dm ⁻³	mg.dm ⁻³	mmolc.dm ⁻³								%
0-0,2	6,1	12	21	2	20	11	11	0	33	44	75	0
0,2-0,4	4,9	10	12	1,6	10	6	16	2	17,6	33,6	52	10

Prof.(m): profundidade do solo (metro); P: fósforo disponível(resina); M.O.: Matéria orgânica; K, Ca, Mg e Al trocáveis; H+Al: Acidez potencial; SB: Soma de Bases; CTC: Capacidade de troca de cátions; V(%): saturação por bases; m (%): saturação por alumínio.

Após a colheita da cultura antecessora ao feijão, foi realizado uma operação com triturador mecânico (roçadeira) na área para manter deposições das plantas de milho e das plantas de cobertura no solo e realizar a semeadura do feijoeiro posteriormente. Foi realizado dessecação na área experimental 15 dias antes da semeadura do feijoeiro, sendo utilizado o herbicida Glifosato 720,0 g/Kg de i.a. A cultura do feijão foi implantada na área sob irrigação por

aspersão, seguindo o mesmo delineamento experimental da cultura antecessora e os tratamentos adotados.

Um dia antes da semeadura foi regulado a semeadora-adubadora para distribuir 14 sementes por metro linear no solo, para obtenção de 12 a 13 plantas e 295 kg.ha⁻¹ de adubo com formulação 4-30-10 de N – P₂O₅ – K₂O respectivamente, conforme recomendação de Raij e Cantarella (1996). (Figura 3). Foi utilizado a cultivar do Feijão carioca IAC 1850. As sementes foram tratadas previamente com inseticida e fungicida, utilizando os princípios ativos: piraclostrobina (5 g.ha⁻¹de i.a), tiofanato metílico (45 g.ha⁻¹de i.a) e fipronil (50 g.ha⁻¹de i.a) seguindo recomendações do fabricante para cultura, 200 ml do produto para 100 kg de sementes de feijão (Figura 4).

Na sequência após secagem do tratamento de sementes com inseticida e fungicida foi realizada a inoculação das sementes de feijão com *Rhizobium tropici* (SEMIA 4077) com inoculante turfoso na dose de 200 g ha⁻¹ com garantia de 2×10⁹ UFC g⁻¹(Figura 5). 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 Total Biotecnologia, com *Azospirillum brasilense* (estirpes Ab-V5 e Ab-V6) na dose de 200 mL ha⁻¹ de inoculante líquido com garantia de 2×10⁸ UFC ml⁻¹ (Figura 6). A inoculação e coinoculação das sementes foram feitas antes da semeadura do feijão.

A semeadura foi realizada no dia 29 de setembro de 2021 na parte da manhã, entre nove a dez horas, com a semeadora – adubadora acoplada ao trator (Figura 7), as parcelas foram constituídas por quatro linhas de cinco (5) m de comprimento, sendo consideradas como área útil as duas (2) linhas centrais de cada parcela, desprezando-se 0,5 metros, em ambas as extremidades de cada linha. O espaçamento entrelinhas foi de 0,45 m.

A adubação de cobertura foi parcelada em duas etapas utilizando a Uréia como fonte de nitrogênio (WUTKE et al., 2022). A primeira adubação foi realizada aos 17 dias após a emergência (DAE) das plantas, em 23/10/21, utilizando 40 kg.ha⁻¹ de N e a segunda adubação foi realizada em 03/11/21 com a mesma quantidade de adubo que foi aplicado da primeira vez (Figura 8), completando 80 kg.ha⁻¹ de nitrogênio em cobertura, usando como fonte a uréia (46-00- 00).

Foi utilizado o controle químico das plantas daninhas com herbicidas pré-emergentes para evitar competições com a cultura, ressaltando que foi utilizado uma cultivar de feijoeiro não tolerante a herbicidas. Para dessecação antes da entrada da cultura, como já dito anteriormente, foi utilizado o herbicida glifosato ($1,585 \text{ kg.ha}^{-1}$ de i.a). Posteriormente, durante o cultivo, foi utilizado o herbicida bentazona ($0,720 \text{ kg.ha}^{-1}$ de i.a) no dia 15/10/21 recomendado pela bula para controle de Trapoerabas (*Commelina erecta*) na área. No dia 21/10/21, após 15 dias da emergência da cultura, foi aplicado o herbicida cletodim ($0,108 \text{ kg.ha}^{-1}$ de i.a) com o objetivo de controlar as plantas voluntárias de milho. A última aplicação de herbicida foi realizado no dia 10/01/22 aos 96 DAE para dessecação da cultura e plantas daninhas, facilitando a colheita, sendo utilizado, o herbicida utilizado foi o diquate ($0,3 \text{ kg.ha}^{-1}$ de i.a).

Para o controle das pragas e doenças durante o cultivo do feijoeiro foi feito três aplicações em suas respectivas datas e infestações. No dia 28/10/21 foi realizado a aplicação do inseticida imidacloprido ($0,1 \text{ kg.ha}^{-1}$ de i.a) para o controle de inseto-praga na lavoura e o fungicida azoxistrobina (80 g.ha^{-1} de i.a) e difenoconazol (50 g.ha^{-1} de i.a). No dia 22/11/21 aos 47 DAE foi realizado a aplicação do produto propiconazol (100 g.ha^{-1} de i.a) para controle de fungos e utilizado o inseticida profenofós (320 g.ha^{-1} de i.a) e cipermetrina (32 g.ha^{-1} de i.a) para controle de inseto-praga. No dia 17/12/21 foi realizado a última pulverização, aos 72 DAE, utilizando os fungicidas piraclostrobina ($66,5 \text{ g.ha}^{-1}$ de i.a) e epoxiconazol (25 g.ha^{-1} de i.a) e inseticidas tiametoxam ($169,2 \text{ g.ha}^{-1}$ de i.a) e lambda-cialotrina ($127,2 \text{ g.ha}^{-1}$ de i.a) (Figura 9).

No manejo de água de irrigação da cultura foram utilizados coeficientes de cultura (K_c) das fases de desenvolvimento do feijão: germinação até folhas primárias (V0-V2) o valor de 0,30; primeira folha trifoliada até terceira folha trifoliada (V3-V4) o valor de 0,70; pré-floração até formação de vagens (R5-R7) o valor de 1,05; enchimento de vagens (R8) o valor de 0,75 e maturação (R9) o valor de 0,25, conforme escala fenológica de Fernandez et al. 1986 e os valores de coeficiente de cultura (k_c) propostos por Doorenbos e Kassam (1979).

O manejo da água de irrigação foi realizado com base na estimativa da evapotranspiração de referência (ET_o), determinada pela equação de Penman

Monteith/FAO (ALLEN et al., 1998). Os dados climáticos foram obtidos na estação Meteorológica Campbell Scientific CR10X, instalada na Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas (FCAT), pertencente à Universidade Estadual Paulista (UNESP), localizada a 200 m da área experimental, sendo monitoradas as seguintes variáveis: temperatura média do ar ($^{\circ}\text{C}$), umidade relativa do ar (%), velocidade do vento (m s^{-1}) a 2 m e radiação líquida total diária ($\text{MJ m}^{-2}\text{d}^{-1}$).

Equação de Penman-Monteith para estimativa da evapotranspiração de referência (ET_0):

$$\text{ET}_0 = \frac{0,408 s (R_n - G) + \frac{\gamma 900 U_2 (e_s - e_a)}{T + 273}}{s + \gamma (1 + 0,34 U_2)}$$

R_n = radiação líquida total diária ($\text{MJ m}^{-2} \text{d}^{-1}$);

G = fluxo de calor no solo ($\text{MJ m}^{-2}\text{d}^{-1}$);

$\gamma = 0,063 \text{ kPa}^{\circ}\text{C}^{-1}$ é a constante psicrométrica;

T = temperatura média do ar ($^{\circ}\text{C}$);

U_2 = velocidade do vento a 2 m (m s^{-1});

e_s = pressão de saturação de vapor (kPa);

e_a = pressão parcial de vapor (kPa);

s = declividade da curva de pressão de vapor de acordo com a temperatura do ar, em $\text{kPa}^{\circ}\text{C}^{-1}$.

Para obtenção da Evapotranspiração da cultura do feijão (ET_c), será utilizada a seguinte equação:

$$\text{ET}_c = K_c \times \text{ET}_0$$

$$\text{Lâmina líquida (mm)} = K_c \times \text{ET}_0$$

$$\text{Lâmina bruta (mm)} = (K_c \times \text{ET}_0) / \text{Eficiência}$$

ET_c = evapotranspiração da cultura do feijão (mm dia^{-1});

K_c = coeficiente da cultura do feijão (conforme proposto por Doorenbos e Kassam, 1979);

E_{To} = evapotranspiração da cultura de referência estimada (mm dia^{-1}) pela equação de PenmanMonteith/FAO (ALLEN et al., 1998);

Eficiência = Eficiência do sistema de irrigação por aspersão médio de 0,80.

O sistema de irrigação utilizado foi de aspersão convencional com 80% de eficiência, com aspersor Agropolo, modelo NY25 com bocais de 2,8 x 2,5 mm, composto por duas linhas com oito aspersores cada linha, no espaçamento de 12 metros entre aspersores na linha e 12 metros entre as linhas de irrigação, de forma a obter uma boa uniformidade de aplicação com uma lâmina líquida de $4,9 \text{ mm h}^{-1}$ em uma pressão de serviço $2,5 \text{ Kg cm}^{-2}$, com intervalos de irrigação variável em função da E_{Tc} , sendo realizado em turno de rega fixo de 4 dias.

O manejo da irrigação foi realizado conforme tratamento estabelecido, sempre que a capacidade de armazenamento de água disponível (CAD) atingir o nível crítico, que será dado por uma fração da capacidade de armazenamento de água disponível no solo calculado por meio da expressão:

$$\text{CAD} = (\theta_{cc} - \theta_{pmp}) \times d \times f \times Z$$

Em que:

CAD = capacidade de armazenamento disponível (mm) crítica ou lâmina de água armazenada no solo que será usada como suprimento para a cultura do feijão (mm);

θ_{cc} e θ_{pmp} = umidade volumétrica do solo na capacidade de campo e ponto de murcha permanente ($\text{cm}^3 \text{ cm}^{-3}$), ajustado segundo Genuchten (1980);

d = densidade do solo (g cm^{-3});

f = coeficiente de esgotamento de água no solo de 0,5, ou seja, significa que pode ser consumida até 50% da água armazenada da CAD no solo ou déficit hídrico tolerável, conforme Doorembos e Kassam (1979);

Z = profundidade efetiva do sistema radicular (mm) do feijão de 0,25 m.

O manejo da água de irrigação será baseado na E_{To} pelo método de Penman-Monteith. Esses dados serão transformados em umidade volumétrica, segundo o modelo de Genuchten (1980). Os parâmetros desse modelo apresentam-se

expressos na Tabela 1. Os valores de textura do solo da área experimental foram: areia de 822 e 788, silte de 73 e 71 e argila de 105 e 140, para as camadas de 0,00-0,20 e 0,21-0,40 m, respectivamente.

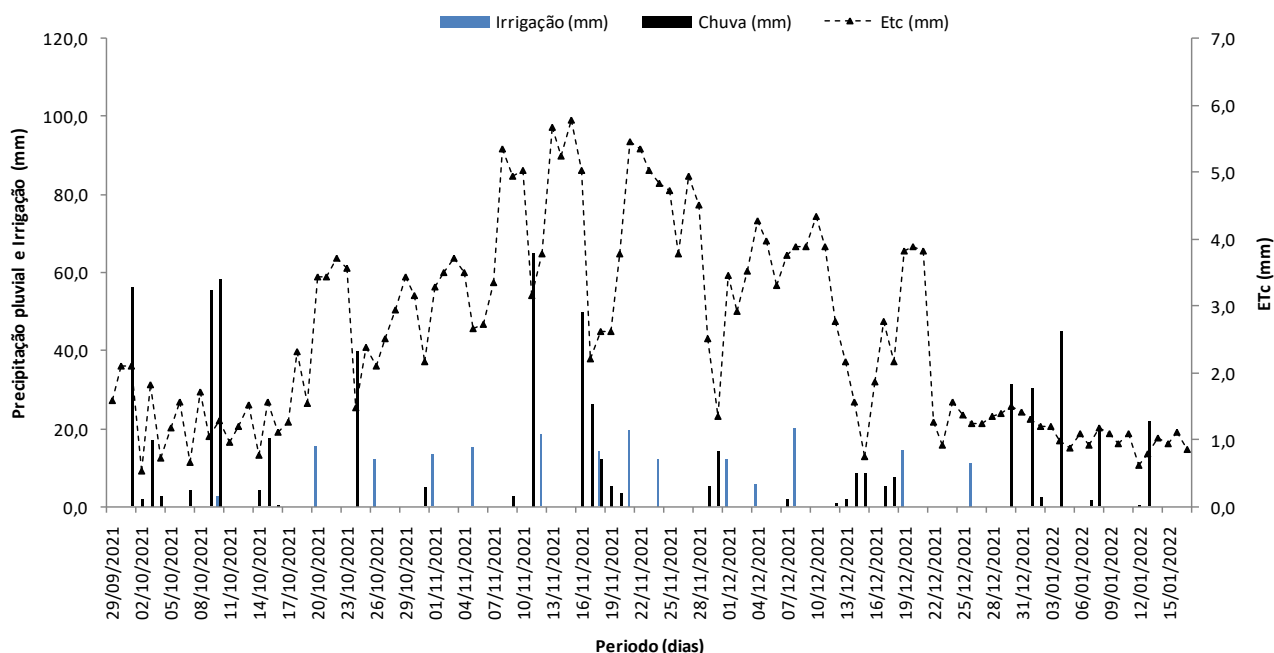


Figura 10 - Precipitação pluvial (mm) registrada, irrigações realizadas (mm) e comportamento da evapotranspiração do feijão (ETc) em mm, em Dracena, SP, Brasil, durante a condução do experimento de efeito residual de sistemas de consorcio e inoculação em feijoeiro coinoculado com bactérias promotoras de crescimento.

Tabela 2. Potencial matricial versus umidade gravimétrica e densidade do solo para as diferentes camadas, Dracena, SP, Brasil, 2016.

Profundidade	Potencial matricial									Ds
(m)	Centímetros de coluna de água (cca)									g.cm ⁻³
	-0	-10	-40	-100	-300	-500	-1000	-5000	-15000	
	Umidade gravimétrica (g.g ⁻¹)									
0,00-0,15	0,3087	0,2895	0,1850	0,1305	0,1042	0,0912	0,0757	0,062	0,0420	1,54
0,16-0,30	0,2807	0,2626	0,1694	0,1174	0,0912	0,0775	0,0626	0,0539	0,0422	1,57
0,31-0,45	0,2457	0,2266	0,1458	0,1148	0,0907	0,0733	0,0059	0,0520	0,0427	1,65

Fonte: Laboratório de Solos e Qualidade de Água, Esalq/USP, Piracicaba, SP. Ds: Densidade aparente do solo.

Foram realizadas as seguintes avaliações na cultura do feijão:

População de plantas: Com aproximadamente 12 dias após a emergência das plantas e no momento da colheita foi avaliado, em duas linhas, na área útil das parcelas, o número de plantas com o objetivo de se calcular a população inicial e a população final de plantas ha⁻¹. Realizada em 18/10/21 a população inicial (figura 11) e em 17/01/22 foi realizado a população final no momento da colheita (Figura 12).

Massa seca de plantas: No florescimento pleno (estádio R6) das plantas em 19/11/21, foram coletadas dez plantas aleatoriamente na área útil, que foram acondicionadas em sacos de papel (Figura 13), devidamente identificadas e levadas ao laboratório e submetidas à secagem em estufa de ventilação forçada à temperatura média de 60-70°C até atingir massa em equilíbrio (Figura 14). Posteriormente as amostras foram pesadas e os valores convertidos em g planta⁻¹ (Figura 15).

Teor de nitrogênio foliar: As folhas das plantas coletadas no terço médio para avaliação anterior, na fase de desenvolvimento R6 (florescimento), foram moídas em moinho tipo Wiley (Figura 16) para em seguida serem submetidas à digestão sulfúrica, conforme metodologia proposta por Malavolta et al. (1997).

Radiação fotossinteticamente ativa (RFA): Foi realizada nas mesmas ocasiões de coleta de matéria seca de plantas por ocasião do florescimento pleno (estádio R6) das plantas do feijão em 19/11/21 utilizando o medidor de radiação fotossinteticamente ativa (RFA) marca APOGEE, MODELO APG-MQ-301, seguindo as recomendações do fabricante. Foram tomadas medidas em

todas as parcelas em três pontos dos dosséis: acima, abaixo e no meio, perpendicular às linhas das plantas (Figura 17).

Componentes da produção: Foram coletadas, por ocasião da colheita, 10 plantas aleatoriamente na área útil das parcelas para a avaliação de: **número de vagens por planta:** foi determinado por meio da relação do número total de vagens/número de plantas; **número de grãos por planta:** foi obtido da relação do número total de grãos/número de plantas (Figura 18); **número médio de grãos por vagem:** foi calculado através da relação do número total de grãos/número total de vagens (Figura 19); **massa de cem grãos:** foi obtido por meio da coleta ao acaso e pesagem de duas amostras de cem grãos por parcela (Figura 20).

Produtividade de grãos: As plantas da área útil de cada parcela foram arrancadas e deixadas para secagem a pleno sol (Figura 21). Após a secagem, as mesmas foram submetidas à trilha mecânica (Figura 22), os grãos foram pesados e os dados transformados em kg ha^{-1} (13 % base úmida) (Figura 23).

Ciclo: Foi avaliado o número de dias transcorridos entre a emergência e a colheita.

Os resultados foram submetidos ao teste F da análise de variância e constatada a interação significativa entre as fontes de variação, procedera-se o desdobramento, comparando as médias dos sistemas de consórcios, inoculação e co-inoculação pelo teste Tukey, adotando-se o nível de 5% de significância, de acordo com Pimentel Gomes e Garcia (2002). Foi usado o programa Sisvar 5.6 (FERREIRA, 2019).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Ciclo da cultura

A emergência das plantas de feijão ocorreu uniformemente no oitavo dia após a semeadura (DAS), compreendendo o estágio V1 do feijoeiro. O florescimento do feijoeiro aconteceu aos 45 DAE e compreende a fase reprodutiva da planta, tendo início no estágio R5 com os primeiros botões florais e estágio R6 com florescimento pleno das plantas, em seguida no estágio R7 ocorre à formação das primeiras emissões das vagens (canivetes) e no estágio R8 com enchimento dos grãos e R9 com a colheita do feijoeiro onde ocorreu aos 103 DAE.

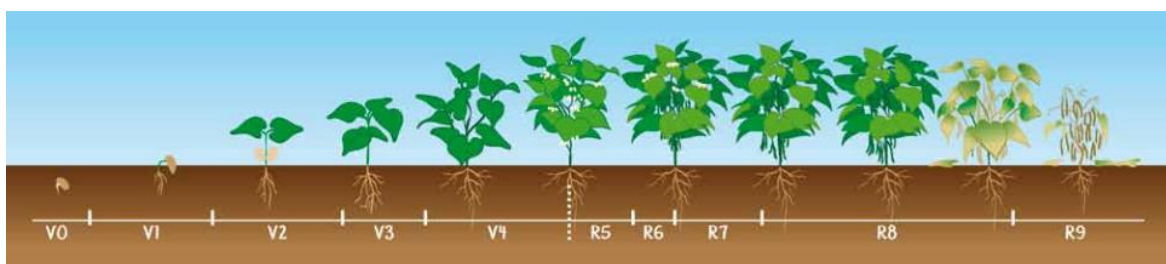


Figura 24 – Ciclo fonológico do feijoeiro. Adaptado de OLIVEIRA, L. F. C. et al., 2018.

5.2 Avaliações de População de plantas (inicial e final), massa seca de plantas, teor de nitrogênio foliar e radiação fotossinteticamente ativa.

Houve interações significativas para população inicial de plantas em co-inoculação e interação entre os fatores inoculação, co-inoculação e sistemas de consorcio. Para massa seca das plantas houve interação entre todos os fatores estudados e suas interações. Para o teor de nitrogênio foliar verificou-se diferença significativa para a interação entre os fatores inoculação e sistemas de consorcio. Em radiação fotossinteticamente ativa apenas na avaliação do terço inferior no fator de inoculação não houve interação.

Tabela 3. Valores médios de população inicial (PI) e população final (PF) de plantas, massa seca das plantas (MSP), concentração de nitrogênio foliar (N) e radiação fotossinteticamente ativa (RFA) no dossel do terço superior (TS), terço médio (TM) e terço inferior (TI) do feijão primeira safra coinoculado em sucessão ao cultivo de milho consorciado com plantas de cobertura e inoculado com *Azospirillum brasilense*, Dracena, SP, Brasil, 2022.

					RFA		
					TS	TM	TI
					----- μmol m ⁻² s ⁻¹ -----		
	PI Plantas ha ⁻¹ x 1000	PF	MSP g planta ⁻¹	N g kg ⁻¹			
Inoculação(I)							
Sem	247	223	10,2	30,3	1758	1459	839
Com	249	217	12,3	30,8	1941	1207	773
Co-inoculação(C)							
Ausência	256	218	10,7	30,9	1622	1162	640
Presença	241	222	11,8	30,2	2077	1504	972
Sistemas de Consórcio (SC)							
M	240	225	10,4	30,7	2090	1594	1138
M + C	256	227	10,2	31,1	1885	1339	1086
M + U	252	217	12,3	31,1	1431	988	350
M + C + U	244	211	12,1	29,4	1991	1411	649
Valores de F							
I	0,085 ^{ns}	1,457 ^{ns}	78,832*	0,667 ^{ns}	10,279*	23,381*	3,394 ^{ns}
C	10,680*	0,654 ^{ns}	20,511*	1,009 ^{ns}	63,713*	43,087*	87,489*
SC	2,332 ^{ns}	2,087 ^{ns}	20,576*	1,460 ^{ns}	23,140*	23,820*	110,974*
I x C	0,277 ^{ns}	0,391 ^{ns}	24,640*	3,777 ^{ns}	12,053*	33,251*	133,440*
I x SC	0,480 ^{ns}	0,084 ^{ns}	42,121*	2,847*	0,228 ^{ns}	29,300*	165,643*
C x SC	2,240 ^{ns}	0,794 ^{ns}	3,955*	2,694 ^{ns}	3,547*	7,557*	23,682*
I x C x SC	6,699*	2,893 ^{ns}	31,447*	0,613 ^{ns}	8,310*	27,603*	51,771*
CV (%)	7.39	9.19	8.68	8.72	12.32	15.61	17.65

C: *Crotalaria spcetabilis*; U: *Urochloa ruziziensis*; * significativo a 5% de significância; ns – não significativo pelo teste F. Médias seguidas da mesma letra, dentro de inoculação, coinoculação e sistemas de consórcio não diferem estatisticamente a 5 % de significância.

Desdobrando a Tabela 3 nos resultados de população inicial e matéria seca das plantas, a população inicial do feijoeiro em sistema de consorcio M + C + U sem inoculação *Azospirillum brasilense* e ausência de co-inoculação obteve o maior estande de plantas Tabela 4, ao contrario do milho solteiro com diferença de 43 mil plantas por hectares a menos, mostrando que a palhada sobre o solo deixa um ambiente favorável para o estabelecimento das plantas (CHIODEROLI, et al., 2012). Também conferido para maiores resultados em

sistemas de consorcio M + C com presença de coinoculação. Analisando os resultados com inoculação de *A. brasilense* no sistema de consorcio para a população inicial de plantas obteve maiores estandes em sistemas de consorcio M +C e M + U e ausência de co-inoculação, diminuindo o estande de plantas com a presença de coinoculação no sistema de consorcio M + C.

A massa de matéria seca das plantas de feijoeiro Tabela 4 em sistemas de consorcio M+C+U sem inoculação de *A. brasilense* e presença de co-inoculação no feijoeiro obteve melhores resultados comparando milho solteiro e demais consórcios, confirmando resultados de Souza e Simonetti (2019), onde mostram aumento do sistema radicular do feijoeiro com utilização da coinoculação, que de forma geral faz parte da MSP da planta.

De forma geral a presença de coinoculação em sistemas de consorcio M + C e M + C + U e inoculação de *A. brasilense* mostraram resultados satisfatórios de matéria seca de plantas comparando a ausência de co-inoculação.

Com a inoculação de *A. brasilense* em sistema de consorcio M + U e M + C + U e ausência de co-inoculação obteve melhores resultados para MSP, aumentando na faixa de 30% a matéria seca no sistema de consorcio triplo na ausência de coinoculação comparado a presença da mesma.

A presença de co-inoculação no feijoeiro em sistema de consorcio M + C + U sem *A. brasilense* proporcionou melhores resultados e também no sistema milho solteiro com *A. brasilense*, mostrando a importância da coinoculação e proporcionando melhor desenvolvimento para o feijoeiro mesmo em milho solteiro. Também mostrando resultados satisfatórios para Schossler et al., (2016) com associação de bactérias, melhorando o porte das plantas com o nitrogênio e ativando fisiologicamente fitohormônios importantes para o crescimento tanto da parte aérea quanto do sistema radicular das plantas (ZAFAR et. al., 2012).

Em sistema de consorcio com M + U inoculado com *A. brasilense* e presença da coinoculação a cultura do feijoeiro alcançou resultados de 52 % a mais de matéria seca comparado ao sistema pousio, Segundo Pacheco et al., 2013 a gramínea *Urochloa ruziziensis* tem grande capacidade para produção de fitomassa e ciclagem de nutrientes, melhorando o ambiente de produção e a

utilização da inoculação de *A. brasilense* proporciona incrementos da produção de MSP comparado a sua ausência (SABUNDJIAN, 2016).

Tabela 4. Desdobramentos das interações significativas das análises de variância referente à população inicial (PI) de plantas e massa seca das plantas (MSP) do feijão primeira safra co-inoculado em sucessão ao cultivo de milho consorciado com plantas de cobertura e inoculado com *Azospirillum brasilense*, Dracena, SP, Brasil, 2022.

Sem <i>Azospirillum brasilense</i>				
	Co-inoculação		Co-inoculação	
	Ausência	Presença	Ausência	Presença
	PI Plantas ha ⁻¹ x 1000		MSP g planta ⁻¹	
SC				
M	231 b	242 ab	8,30	7,28 d
M + C	247 ab	259 a	8,20 B	12,70 bA
M + U	263 ab	244 ab	9,60	10,33 c
M + C + U	274 aA	219 bB	9,93 B	15,00 aA
Com <i>Azospirillum brasilense</i>				
	Co-inoculação		Co-inoculação	
	Ausência	Presença	Ausência	Presença
	PI Plantas ha ⁻¹ x 1000		MSP g planta ⁻¹	
SC				
M	231 b	242	11,98 bB	14,00 aA
M + C	283 aA	233 B	9,70 c	10,20 b
M + U	259 ab	241	13,90 a	15,25 a
M + C + U	243 b	242	13,98 aA	9,68 b B
DMS (5%)	34.604,42 e 26117,41		1,8437 e 1,3915	

SC: Sistemas de Consórcio; C: *Crotalaria spcetabilis*; U: *Urochloa ruziziensis*; *significativo a 5% de significância; ns – não significativo pelo teste F. Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha diferem estatisticamente a 5 % de significância.

Analisando a (Tabela 5) houve diferença estatística na inoculação de *Azospirillum brasilense* em sistema de consorcio M+C+U, com resultados maiores teores de nitrogênio foliar para inoculação no sistema, sendo resultado adequado para a planta segundo QUAGGIO et al., 2022. Não houve diferenças significativas para os demais sistemas de consorcio e inoculação. Kaneko et al. 2010 concluíram em seu trabalho que a *Rhizobium tropici* não interferiu nos teores de nitrogênio foliares, entretanto, a inoculação faz parte da fixação biológica de nitrogênio e um dos meios de fornecimento do nutriente para a planta (LAFETÁ, et al., 2022).

Tabela 5. Desdobramento da interação significativa da análise de variância referente a concentração foliar de nitrogênio (N) foliar do feijão primeiro safra co-inoculado em sucessão ao cultivo de milho consorciado com plantas de cobertura e inoculado com *Azospirillum brasilense*, Dracena, SP, Brasil, 2022.

Inoculação(I)	Concentração foliar de N (g kg ⁻¹)			
	Sistemas de Consórcio (SC)			
	M	M + C	M + U	M + C + U
Sem	31,04	31,10	31,54	27,45 b
Com	30,26	31,01	30,70	31,33 a
DMS (5%)	SC dentro de I (2,6816g kg⁻¹)			

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente a 5 % de significância.

Discorrendo sobre a (Tabela 6) não houve diferenças significativas na radiação fotossinteticamente ativa no terço superior do dossel das plantas para o sistema sem *Azospirillum brasilense* e consorcio, somente comparando a presença de coinoculação com os melhores resultados de RFA. Para o terço médio houve melhor aproveitamento no sistema de consorcio M+C sem diferenças entre ausência ou presença de co-inoculação. Para o terço inferior do feijoeiro o melhor resultado para o aproveitamento da radiação foi no sistema de milho solteiro sem diferença significativa entre co-inoculação, apenas para o sistema M+C com melhor resultado para ausência de co-inoculação.

Para os resultados com inoculação de *Azospirillum brasilense* no dossel do terço superior do feijoeiro apresentou diferenças significativas na presença e ausência de co-inoculação com melhores resultados no sistema M+C, com melhor aproveitamento da radiação fotossinteticamente ativa. Para o terço médio o melhor aproveitamento esta no sistema de consorcio M+C+U com presença de coinoculação, ao contrario da ausência de coinoculação. Para o terço inferior os melhores resultados obteve no sistema M+C com a presença de coinoculação.

Tabela 6. Desdobramentos das interações significativas das análises de variância referente à radiação fotossinteticamente ativa (RFA) no dossel no terço superior (TS), terço médio (TM) e terço inferior (TI) do feijão primeira safra co-inoculado em sucessão ao cultivo de milho consorciado com plantas de cobertura e inoculado com *Azospirillum brasilense*, Dracena, SP, Brasil, 2022.

	Sem <i>Azospirillum brasilense</i>					
	Co-inoculação		Co-inoculação		Co-inoculação	
	Ausência	Presença	Ausência	Presença	Ausência	Presença
	RFA ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)					
	TS		TM		TI	
M	1672 B	2297 A	1795 ab	1617 ab	1762 a	1794 a
M + C	1762	1894	1949 a	1730 a	1338 bA	998 bB
M + U	744 B	1881 A	358 bB	1257 bA	206 c	198 c
M + C + U	1550	2265	1314 bB	1740 bA	206 c	209 c
	Com <i>Azospirillum brasilense</i>					
	Co-inoculação		Co-inoculação		Co-inoculação	
	Ausência	Presença	Ausência	Presença	Ausência	Presença
	RFA ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)					
	TS		TM		TI	
M	2175 a	2218 a	1434 a	162 ab	424 b	573 c
M + C	1587 bB	2296 aA	79c B	1597 abA	27 cB	1983 aA
M + U	1352 bB	1748 bA	1104 ab	1233 c	433 b	564 c
M + C + U	2136 a	2015 b	929 bB	1661 aA	722 aB	1461 bA
DMS (5%)	429,8702 e 324,4411		392,6865 e 296,3769		202,641 e 268,49	

SC: Sistemas de Consórcio; C: *Crotalaria spcetabilis*; U: *Urochloa ruziziensis*; * significativo a 5% de significância; ns – não significativo pelo teste F. Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente a 5 % de significância.

5.3 Componentes produtivos, massa de cem grãos e produtividade do feijoeiro

De acordo com a Tabela 7 houve diferenças significativas para todos os fatores estudados e suas interações nos componentes de produção que compreende numero de vagens por planta e numero de grãos por planta. Para numero de grãos por vagens apenas o fator sistema de consórcio não foi significativo. A massa de 100 (cem) grãos obteve resultados significativos para o fator sistema de consorcio e interação entre os fatores co-inoculação e sistemas de consorcio. Para a produtividade de grãos não houve diferenças significativas para os fatores isolados de inoculação e co-inoculação.

Tabela 7. Valores médios do número de vagens por planta (NVP), número de grãos por planta (NGP), número de grãos por vagem (NGV), massa de cem grãos (M100G) e produtividade de grãos (PG) do feijão primeira safra co-inoculado em sucessão ao milho segunda safra consorciado com plantas de cobertura e inoculado com *Azospirillum brasilense* via foliar, Dracena, SP, Brasil, 2022.

	NVP	NGP	NGV	M100G (g)	PG (kg ha ⁻¹)
Inoculação (I)					
Sem	9,2	37,3	4,2	21,92	2.000
Com	11,8	41,7	3,6	21,80	2.057
Co-inoculação(C)					
Ausência	10,8	36,7	3,7	21,74	2.041
Presença	10,9	42,3	4,1	21,97	2.016
Sistemas de Consórcio (SC)					
M	9,9	35,8	3,6	21,80 ab	2.179
M + C	10,4	38,9	4,0	21,59 b	2.152
M + U	10,8	42,4	4,1	21,83 ab	1.895
M + C + U	10,9	40,8	3,9	22,21 a	1.889
Valores de F					
I	104,877*	27,424*	14,795*	0,612 ^{ns}	2,327 ^{ns}
C	10,133*	42,898*	5,633*	2,144 ^{ns}	0,475 ^{ns}
SC	2,979*	11,055*	1,931 ^{ns}	2,681*	18,340*
I x C	121,087*	34,643*	15,755*	1,401 ^{ns}	59,835*
I x SC	5,658*	27,711*	10,131*	2,068 ^{ns}	10,887*
C x SC	22,126*	34,296*	4,336*	3,068*	10,447*
I x C x SC	33,513*	41,994*	6,427*	2,492 ^{ns}	6,704*
DMS (5%)					
SC	--	--	--	0,5879	--
CV (%)	9,99	8,58	15,70	2,85	7,31

M: milho solteiro; C: *Crotalaria spcetabilis*; U: *Urochloa ruziziensis*; *significativo a 5% de significância; ns – não significativo pelo teste F. Médias seguidas da mesma letra, dentro de inoculação, coinoculação e sistemas de consórcio não diferem estatisticamente a 5 % de significância.

Desdobrando as interações significativas da Tabela 7, o tratamento sem a inoculação com *Azospirillum brasilense* em sistema de consorcio M + C + U e ausência de co-inoculação obteve 4,4 vagens superiores por plantas comparado à presença de co-inoculação no mesmo sistema de consorcio (tabela 8), a utilização de plantas de coberturas como efeito residual fornece condições biológicas melhores para o solo, afetando positivamente culturas posteriores e seus componentes produtivos (COSTA et al., 2022).

Analizando dados de (NVP) com a inoculação de *A. brasilense* e ausência de co-inoculação no sistema de milho solteiro com maiores quantidades de vagens comparado ao sistema de consorcio M + C, também evidente no trabalho de Rocha, et al. (2021), que obteve maiores quantidades de vagens utilizando a inoculação de baterias promotoras de crescimento.

De forma geral a inoculação de *A. brasilense* e presença de co-inoculação em sistemas de consorcio aumentaram em media de 6,33 vagens por plantas comparado ao pousio.

Para o numero de grãos por planta (NGP) nos tratamentos sem inoculação de *Azospirillum brasilense* independente da co-inoculação os resultados foram inferiores no cultivo sobre o milho solteiro comparado ao cultivo sobre sistemas de consorcio. Diferenciando estatisticamente com a presença de co-inoculação com maiores resultados no sistema de consorcio M + C. Entretanto, com a inoculação de *A. brasilense* no sistema de produção os resultados são maiores de grãos por plantas em milho solteiro e ausência de co-inoculação, porem, comparando a presença da co-inoculação no sistema de consorcio M + U com a ausência das bactérias os resultados foram quase o dobro para o tratamento com a presença da co-inoculação.

Analizando os resultados de (NGV) em tratamentos sem *Azospirillum brasilense* e ausência de co-inoculação o sistema de consorcio M + U obteve melhores números de grãos por vagem e na presença de co-inoculação o tratamento de milho solteiro mostrou resultados menores comparado aos sistemas de consorcio. Nos tratamentos inoculados com *A. brasilense* obteve diferenças estatísticas para a co-inoculação no sistema de consorcio M + U com resultados satisfatórios na presença da co-inoculação.

Tabela 8. Desdobramentos das interações significativas das análises de variância referente ao número de vagens por planta (NVP), número de grãos por planta (NGP) e número de grãos por vagem (NGV) do feijão primeira safra coinoculado em sucessão ao cultivo de milho consorciado com plantas de cobertura e inoculado com *Azospirillum brasilense*, Dracena, SP, Brasil, 2022.

Sem <i>Azospirillum brasilense</i>						
	Co-inoculação		Co-inoculação		Co-inoculação	
	Ausência	Presença	Ausência	Presença	Ausência	Presença
	NVP		NGP		NGV	
M	8,8 b	7,9	28,0 b	26,8 b	3,3 b	3,4 b
M + C	10,1 ab	9,4	37,5 aB	44,3 aA	3,8 abB	4,8 aA
M + U	9,8 bA	7,6 B	43,6 a	40,6 a	4,6 a	5,2 a
M + C + U	12,0 aA	7,6 B	38,9 a	38,5 a	3,2 bB	5,1 aA
Com <i>Azospirillum brasilense</i>						
	Co-inoculação		Co-inoculação		Co-inoculação	
	Ausência	Presença	Ausência	Presença	Ausência	Presença
	NVP		NGP		NGV	
M	13,5 aA	9,4 bB	51,8 aA	36,7 cB	3,8 a	3,9
M + C	7,5 cB	14,6 aA	33,4 bB	40,5 cA	4,7 aA	2,8 B
M + U	9,7 bB	16,1 aA	25,6 cB	59,8 aA	2,6 bB	3,7 A
M + C + U	9,2 abB	14,7 aA	35,0 bB	50,9 b A	3,8 a	3,5
DMS (5%)	1,9785e	1,4932	6,3959e	4,8273	1,1529 e	0,8701

M: Milho solteiro; SC: Sistemas de Consórcio; C: *Crotalaria spcetabilis*; U: *Urochloa ruziziensis*; * significativo a 5% de significância; ns – não significativo pelo teste F. Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente a 5 % de significância.

Observando a Tabela 9 referente ao desdobramento da Tabela 7 a presença de co-inoculação diferenciou estatisticamente os valores de massa de cem grãos nos tratamentos de sistemas de consorcio de M + C e M + U, também evidente no trabalho de SCHOSSLER et al. (2016), com aumentos de ganho de massa de grãos utilizando a co-inoculação de *Rhizobium tropici* + *Azospirillum brasilense*. O sistema de consorcio de M + C + U na ausência de co-inoculação proporcionou melhores resultados comparado ao milho solteiro e outros sistemas de consorcio.

Tabela 9. Desdobramento da interação significativa da análise de variância referente a massa de cem grãos do feijão primeiro safra coinoculado em sucessão ao cultivo de milho consorciado com plantas de cobertura e inoculado com *Azospirillum brasilense*, Dracena, SP, Brasil, 2022.

Coinoculação	Massa de cem grãos (g) Sistemas de Consórcio (SC)			
	M	M + C	M + U	M + C + U
Ausência	21,93 AB	21,26 bB	21,46 bB	22,33 A
Presença	21,68	21,93 a	22,20 a	22,09
DMS (5%)	SC dentro de C (0,6245g) e C dentro de SC(0,8314g)			

C: Co-inoculação; M: Milho solteiro; SC: Sistemas de Consórcio; C: *Crotalaria spcetabilis*; U: *Urochloa ruziziensis*; Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente a 5 % de significância.

Analisando a Tabela 10 a produtividade de grãos (PG) no sistema de consorcio M + U se sobressaiu comparado ao milho solteiro e outros sistemas de consorcio sem a inoculação com *Azospirillum brasilense* e ausência da co-inoculação e menores produtividades para o sistema M + C e milho solteiro, segundo Nunes et al. (2006), o uso de poaceaas (gramíneas) como alternativa de plantas de cobertura sobre o solo em forma de fitomassa seca (palhada) proporciona ao feijoeiro maiores incrementos de produtividade de grãos, isso por causa da degradação das plantas de cobertura que proporcionam liberação de nutrientes e aumento da matéria orgânica do solo (CORDEIRO et al., 2021).

Para o sistema com a presença da co-inoculação no consorcio M + C e milho solteiro, obtém diferenças medias de 606 kg ha⁻¹ superiores comparado a ausência de co-inoculação, mostrando a importância da associação como efeito sinérgico das rizobactérias (FERREIRA, et al., 2021) para a produtividade do feijoeiro mesmo trabalhando em sistemas com menores acúmulos de fitomassa seca vegetal (palhada) sobre o solo.

Observa-se destaque na produtividade de grãos do feijoeiro por meio da inoculação de *A. brasilense* no sistema de consorcio M + C ou milho solteiro e ausência de co-inoculação com 10% a mais comparado a presença de co-inoculação, mostrando a importância da rizobacteria *A. brasilense* já no sistema de produção. Para isso alguns trabalhos mostram que rizobacterias podem competir no solo e nessa competição pode haver redução de população sensível (NAAMALA, et al., 2016), podendo não fazer efeito em incrementos de produtividades.

Tabela 10. Desdobramento da interação significativa da análise de variância referente à produtividade de grãos (PG) do feijão primeira safra co-inoculado em sucessão ao cultivo de milho consorciado com plantas de cobertura e inoculado com *Azospirillum brasilense*, Dracena, SP, Brasil, 2022.

	Sem <i>Azospirillum brasilense</i>		Com <i>Azospirillum brasilense</i>	
	Co-inoculação		Co-inoculação	
	Ausência	Presença	Ausência	Presença
SC	PG (kg ha⁻¹)		PG (kg ha⁻¹)	
M	1.831 bB	2.307 aA	2.412 aA	2.168 aB
M + C	1.635 bB	2.371 aA	2.432 aA	2.168 aB
M + U	2.114 aA	1.899 bB	1.938 bA	1.628 bB
M + C + U	1.898 ab	1.945 b	2.069 bA	1.638 bB
DMS (5%)	279,7224 e 211,1182		279,7224 e 211,1182	

M: milho solteiro; SC: Sistemas de Consórcio; C: *Crotalaria spcetabilis*; U: *Urochloa ruziziensis*; * significativo a 5% de significância; ns – não significativo pelo teste F. Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha diferem estatisticamente a 5 % de significância.

6 CONCLUSÃO

O consórcio entre milho + *C. spectabilis* + *U. ruziziensis* sem inoculação com *A. brasilense* e associado à coinoculação aumentam a massa seca de plantas do feijão.

Independente dos sistemas de consorcio, a inoculação de *A. brasilense* com presença de coinoculação proporcionam maiores números de vagens e de grãos por plantas comparado ao sistema pousio.

A inoculação de *A. brasilense* associado ao sistema de consorcio entre o milho + *C. spectabilis* e ausência da coinoculação proporcionam incrementos de 601 kg.ha⁻¹ na produtividade de grãos comparado ao sistema pousio.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, A. T. E.; GONÇALVES, C.; PATERNIANI, M. E. A. G.; TUCCI, M. L. S. T.; CASTRO, C. E. F. C. **Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas**. 7.^a Ed. rev. atual. Campinas: Instituto Agrônomo, 2014. 452 p. (Boletim IAC, n.º 200).
- AHEMAD, M.; KIBRET, M. Mechanisms and applications of plant growth promoting rhizobacteria: current perspective. **Journal of King Saud University - science**, v. 26, n. 1, p. 1-20, 2014.
- ALBUQUERQUE, P. E. P. **Irrigação**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte v. 31, n. 259, p. 17-24. 2010.
- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration - guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO Irrigation and Drainage, 1998. 56 p.
- ALVARENGA, R. C.; COBUCCI, T.; KLUTHCOUSKI, J.; WRUCK, F. J.; CRUZ, J. C.; GONTIJO NETO, M. M. **Cultura do milho na integração lavoura-pecuária**. Embrapa Milho e Sorgo - Artigo em periódico indexado (ALICE), 2006.
- ANPII (ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PRODUTORES E IMPORTADORES DE INOCULANTES). **Levantamento do uso de inoculantes no Brasil**. Apresentação no Congresso Brasileiro de Soja, 2018.
- BALOTA, E. L.; CALEGARI, A.; NAKATANI, A. S.; COYNE, M. S. Benefits of winter cover crops and no-tillage for microbial parameters in a Brazilian Oxisol: A long term study. **Agriculture, ecosystems & environment**, v. 197, p. 31-40, 2014.
- BIZARRO, M. J. **Simbiose e variabilidade de estirpes de Bradyrhizobium associadas à cultura da soja em diferentes manejos do solo**. 2008. 107 p. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre (RS), 2008.
- BORGES, W. L., SOUZA, D. D. J., RODRIGUES, D. D. S.; RIOS, R. D. M. **Cobertura do solo, acúmulo de biomassa e de nutrientes em leguminosas para uso como adubo verde**. Embrapa Amapá - Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E), 2018.
- BUSO, P. H. D. M., OLIVEIRA, R. A. D., DAROS, E., ZAMBON, J. L. C., VENANCIO, W. S., SOUCHIE, E. L., BUSO, E. K. R. P. M.; DÍAZ-ZORITA, M. Plant growth analysis describing 33 soybean plants response on dryland field to seed co-inoculation. **Ciência Rural**, v. 51, 2021.
- CÂNDIDO, A. C. T. F., CARVALHO, M. A. C. D., FELITO, R. A., ROCHA, A., YAMASHITA, O. M. Doses de nitrogênio no milho consorciado com forrageira, sob efeito residual da inoculação na soja. **Revista Caatinga**, v. 33, n. 3, p. 633-643, 2020.
- CASTRO DIAS, M. B., DE PINHO COSTA, K. A., DA COSTA SEVERIANO, E., BILEGO, U. O., NETO, A. E. F., ALMEIDA, D. P., BRAND, S. C. VILELA, L.

Brachiaria and Panicum maximum in an integrated crop–livestock system and a second crop maize system in succession with soybean. **The Journal of Agricultural Science**, v. 158, n. 3, p. 206-217, 2020.

CAPUANI, S., RIGON, J. P., BELTRÃO, N. E. D. M.; BRITONETO, J. F. D. Atividade microbiana em solos, influenciada por resíduos de algodão e torta de mamona. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 16, p. 1269-1274, 2012.

CARVALHO, C. L. M. **Inoculação com bactérias promotoras do crescimento no acúmulo de nutrientes, produção de massa seca e composição bromatológica do capim zuri (*Megathyrus maximus*)**. 73 f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) – Universidade Estadual Paulista (UNESP). Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas de Dracena, Dracena, 2020.

CHIODEROLI, C. A., de MELLO, L. M., GRIGOLLI, P. J., FURLANI, C. E., SILVA, J. O., & CESARIN, A. L.. Atributos físicos do solo e produtividade de soja em sistema de consórcio milho e braquiária. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, p. 37-43, 2012.

CHIBEBA, A. M., GUIMARÃES, M. D. F., BRITO, O. R., NOGUEIRA, M. A., ARAUJO, R. S., & HUNGRIA, M. Co **inoculation of soybean with *Bradyrhizobium* and *Azospirillum* promotes early nodulation**. Embrapa Soja- Artigo em periódico indexado (ALICE), 2015.

CHRISTIANSEN, J. E. **Irrigation by sprinkling**. Berkely: Universit of California, 1942. 124p.

CORIOLETTI, N. S. D., CORIOLETTI, S., & DA SILVA, V. L. Influência da adubação bórica na cultura do feijoeiro. **Scientific Electronic Archives**, v. 14, n. 5, p. 89-98, 2021.

COÊLHO, J. D. **Produção de grãos: feijão, milho e soja**. Caderno Setorial ETENE (Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste). Economista, Mestre em Economia Rural. 2020.

COSTA, R. R. G. F., DE PINHO COSTA, K. A., DA COSTA SEVERIANO, E., SANTOS, C. B., DESOUZARROCHA, A. F., DE SOUZA, W. F., BRANDSTETTER, E. V.; DE CASTRO, W. A. Nutrients cycling and accumulation in pearl millet and paiguas palisade grass biomass in different forage systems and sowing periods. **Scientia Agraria**, v. 18, n. 4, p. 166-178, 2017.

COSTA, R. R. G. F., DE PINHO COSTA, K. A., DE ASSIS, R. L., SANTOS, C. B., DA COSTA SEVERIANO, E., DE SOUZARROCHA, A. F., OLIVEIRA, I. P., COSTA, P. H. C. P., SOUZA, W. F.; AQUINO, M. M. Dynamics of biomass of pearl millet and Paiguas palisade grass in different forage systems and sowing periods in yield of soybean. **African Journal of Agricultural Research**, v. 11, n. 45, p. 4661-4673, 2016.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos**, Brasília, DF, v. 10, safra 2022/23, n. 6 sexto levantamento, março 2023.

CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento das safras brasileiras de grãos**. Décimo segundo levantamento. v. 7, n. 12, setembro, 2020.

CONAB. Companhia Nacional do Abastecimento. **Perspectivas para a agropecuária**. Vol. 5, safra 2017/2018, Produtos de Verão. Brasília: 2017.

Disponível em:

https://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_09_06_09_30_08_perspectivas_da_agropecuaria_bx.pdf. Acesso em: 30 de Agosto 2021.

CORDEIRO, C.F.S., RODRIGUES, D.R., ROCHA, C.H., ARAUJO, F.F.; ECHER, F.R. Glomalin and microbial activity affected by cover crops and nitrogen management in sandy soil with cotton cultivation. **Applied Soil Ecology**, v.167, p. 104026, 2021.

COSTA, A. A., CARVALHO, G. P., SILVA L. P. Cultivo do feijão carioca em sucessão a plantas de cobertura submetido a doses de nitrogênio em solos arenosos no Cerrado Cultivation of carioca bean in succession to cover crops subjected to nitrogen doses in sandy soils in the Cerrado. **Brazilian Journal of Development**, v. 8, n. 7, p. 49181-49195, 2022.

CRUSCIOL, C.A.C., COTTICA, R.L., LIMA, E.D.V., ANDREOTTI, M., MORO, E., & MARCON, E. Persistência de palhada e liberação de nutrientes do solo após o cultivo de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 2, p. 161-168, 2005.

DALL'AGNOL, A. Embrapa soja. Abril de 2021.

Disponível em: https://blogs.canalrural.com.br/embrapa-soja/2021/04/12/não-vale-a-pena-a-adubacao-nitrogenada-na-soja/?utm_campaign=e-mail_-_fbn_-_cadastros_incompletos__duplicado&utm_medium=email&utm_source=RD+Station.

DE OLIVEIRA, A.L.M., COSTA, K.R., FERREIRA, D.C., MILANI, K.M.L., DOSSANTO S.O. J. A. P., SILVA, M. B., ZULUAGA, M. Y. A. Aplicações da biodiversidade bacteriana do solo para a sustentabilidade da agricultura. **BBR-Biochemistry and Biotechnology Reports**, v. 3, n. 1, p. 56-77, 2014.

DE OLIVEIRA, K.J., DELIMA, J.S., AMBRÓSIO, M.M.D.Q., NETO, F.B.; CHAVES, A. P. Propriedades nutricionais e microbiológicas do solo influenciadas pela adubação verde. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 40, n. 1, p. 23-33, 2017.

DESOUZA, W.N., BRITO, N.F., SANTOS, F.C., BARROS, I.B., DESOUZA, J.T.R., D'EFREITASIA, E., REIS, I.M.S. Resposta do feijão caupi à inoculação de *Bradyrhizobium japonicum*, adubação nitrogenada e nitrogênio do solo. **Revista Agroecossistemas**, v. 10, n. 2, p.298-308, 2018.

DOOREMBUS, J.; KASSAN, A.H. **Evaluation des quantités d'eau nécessaires**

aux irrigations: Collection Techniques Rurales en Afrique, Ministère de la Coopération, France, 1979. p.204.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Soluções tecnológicas, Coinoculação nas culturas da soja e feijoeiro. 2014. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/2648/coinoculacao-nas-culturas-da-soja-e-feijoeiro>. Acesso em: 26 de agosto de 2021.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Tecnologia de coinoculação combina alto rendimento com sustentabilidade na produção de soja e feijoeiro. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/1580416/tecnologia-de-coinoculacao-combina-alto-rendimento-com-sustentabilidade-na-producao-de-soja-e-do-feijoeiro>. Acesso em: 26 de agosto de 2021.

FERNÁNDEZ DEC, F.; GEPTS, P.; LÓPEZ, M. **Etapas de desarrollo de La planta de frijol común (Phaseolus vulgaris L.)**. Cali: Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1986. 34p.

FERREIRA, D. F. Sisvar: A computer analysis system to fixed effect split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**. V. 37, n. 4, p. 529-535, 2019.

FERREIRA, E. P. B., SILVA, O. F., & WANDER, A. E. Produtividade e viabilidade econômica do feijoeiro-comum coinoculado. 2021.

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

FUSCALDI, K. C., PRADO, G. R. Análise econômica da cultura do feijão. **Revista de Política Agrícola**, v. 14, n. 1, p. 17-30, 2005.

GALINDO, F. S. Fisiologia vegetal, Inoculação com bactérias promotoras de crescimento: Um caso crescente de sucesso e sustentabilidade na agricultura brasileira. *Physiotek crop science*. Disponível em: <https://physiotek.com.br/inoculacao-com-bacterias-promotoras-de-crescimento-um-caso-crescente-de-sucesso-e-sustentabilidade-na-agricultura-brasileira/?fbclid=IwAR1kmSRLviymGr4WUVbWOo3Fi2hImvb5Ex9gvLANCn6TdFLK8uzytnJN5LA>. Acesso em: 30 de julho de 2021.

GARCIA, R. A.; CRUSCIOL, C. A. C.; CALONEGO, J. C.; ROSOLEM, C. A. Potassium cycling in a corn brachiaria cropping system. *European Journal of Agronomy*, v. 28, p. 579-585, 2008. GENUCHTEN, M. VAN. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. **Soil science society of America journal**, v. 44, n. 5, p. 892-898, 1980.

GITTI, D. C. **Inoculação e Coinoculação na cultura da soja**. Tecnologia e Produção: Soja. 2014/2015. Maracaju, MS: Fundação MS, p. 15-28, 2015.

HUNGRIA, M., CAMPO, R. J., MENDES, I. D. C. **Fixação biológica do nitrogênio na cultura da soja**. Embrapa Soja-Circular Técnica (INFOTECA-E), 2001.

- KANEKO, F. H., Arf, O., GITTI, D. D. C., ARF, M., FERREIRA, J. P., & BUZETTI, S. Mecanismos de abertura de sulcos, inoculação e adubação nitrogenada em feijoeiro em sistema plantio direto. **Bragantia**, v. 69, n. 1, p. 125-133, 2010.
- LAFETÁ, B. O., MIRANDA, J. M., da SILVA TAVARES, J., & dos Santos, R. C. Aplicação de inoculantes e doses de nitrogênio no crescimento do feijoeiro comum. **Ciências Agrárias: o avanço da ciência no Brasil** - ISBN 978-65-5360-173-4 - Vol. 4 - Ano 2022.
- MACEDO, M. C. M. Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovação tecnológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 1, p. 133-146, 2009.
- MAZZUCHELLI, R. D. C. L., ARAUJO, A. S. F., MORO, E., & DE ARAUJO, F. F. Change in soil properties and crop yield as a function of early desiccation of pastures. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition**, v. 20, n. 3, p. 840-848, 2020.36
- MENDONÇA, V. Z. D., MELLO, L. M. M. D., ANDREOTTI, M., PARIZ, C. M., YANO, É. H.; PEREIRA, F. C. B. L. Liberação de nutrientes da palhada de forrageiras consorciadas com milho e sucessão com soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 39, n. 1, p. 183-193, 2015.
- MIGUEL, A. S. D. C. S., PACHECO, L. P., CARVALHO, Í. C. D., SOUZA, E. D. D., Feitosa, P. B., PETTER, F. A. Phytomass and nutrient release in soybean cultivation systems under no-tillage. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 53, p. 1119-1131, 2018.
- MIHELON, C. J., JUNGES, E., CASALI, C. A., PELLEGRINI, J. B. R., NETO, L. R., de OLIVEIRA, Z. B., & de OLIVEIRA, M. B. (2019). Atributos do solo e produtividade do milho cultivado em sucessão a plantas de cobertura de inverno. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 18, n. 2, p. 230-239, 2019.
- MUNIZ, M. P. **Sucessão de forrageiras em sistemas de integração lavoura-pecuária e milho na segunda safra**. 50 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias – Agronomia) – Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, 2020.
- NAAMALA, J.; JAISWAL, S. K.; DAKORA, F. D. Antibiotics resistance in *Rhizobium*: type, process, mechanism and benefit for agriculture. **Current microbiology**, v. 72, n. 6, p. 804-816, 2016.
- NUNES, U. R., ANDARDE Júnior, V. C., SILVA, E. D. B., SANTOS, N. F., COSTA, H. A. O., & FERREIRA, C. A. Produção de palhada de plantas de cobertura e rendimento do feijão em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, p. 943-948, 2006.
- OLIVEIRA, G. A. A. **Reflexos da adubação nitrogenada e da consorciação do milho na segunda safra com *Brachiaria* e ou *Crotalaria* no desempenho produtivo da soja cultivada em sucessão**. 45 p. Bacharel em agronomia - Universidade Estadual de Londrina, 2020.
- PACHECO, L. P.; BARBOSA, J. M.; LEANDRO, W. M.; MACHADO, P. L. O. A. de; ASSIS, R. L. de; MADARI, B. E.; PETTER, F. A. Ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura e produtividade de soja e arroz em plantio direto.

Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 48, n. 9, p. 1228-1236, set. 2013.

PIMENTEL GOMES, F.; GARCIA, C. H. **Estatística aplicada a experimentos agrônômicos eflorestais: exposição com exemplos e orientações para uso de aplicativos**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 309p.

QUAGGIO, J. A., CANTARELLA, H., ZAMBROSI, F. C. B. Leguminosas e oleaginosas. In: CANTARELLA, H. **Boletim 100: recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. Instituto agrônômico (IAC), Campinas (SP). 2022. p. 2039 – 242.

RAIJ, B. VAN; CANTARELLA, H. Milho para grãos e silagem. In: RAIJ, B. van, CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: IAC, 1996. p. 56-59. (Boletim Técnico 100).

ROCHA, M. J. C., ONGARATO, G., NETO, J. F., COSTA, F. A., JADOSKI, C. J., & de OLIVEIRA G. Componentes da produção do feijão preto cultivado em solo arenoso em função da inoculação das suas sementes com *Azospirillum* Brasiliense. *Brazilian Journal of Development*, v. 7, n. 10, p. 95385-95396, 2021.

ROSA, D.M., NÓBREGA, L.H.P., MAULI, M.M., LIMA, G.P.D., PACHECO, F.P. Substâncias húmicas do solo cultivado com plantas de cobertura em rotação com milho e soja. **Revista Ciência Agronômica**, v. 48, n. 2, p.221-230, 2017.

RAMOS JUNIOR, E.U., DERAMOS, E.M., KONZEN, L.M., FALEIRO, V.D.O.; DASILVA, A. F.; TARDIN, F. D. **Desempenho da soja em sucessão ao consórcio de milho segunda safracom diferentes densidades de *Crotalaria spectabilis***. Embrapa Soja-Artigo em periódico indexado (ALICE), 2019.

RAPHAEL, J.P., CALONEGO, J.C., MILORI, D. M.B., ROSOLEM, C.A. Soil organic matter in crop rotations under no-till. **Soil and Tillage Research**, v.155, p.45-53, 2016.

SOUZA, S. L. S., & SIMONETTI, A. P. M. M. Inoculação e coinoculação de *Rhizobium* e *Azospirillum* na cultivar de feijão BRS FC 104. **Revista Cultivando o Saber**, p. 14-23, 2019.

SABUNDJIAN, Michelle Traete. **Consórcio de milho e *Urochloa ruziziensis* e inoculação com *Azospirillum brasilense* e seu efeito residual associado à adubação nitrogenada em feijoeiro de inverno**. 174 f. Tese (Doutorado em Agronomia)- Faculdade de Engenharia – UNESP – Campus de Ilha Solteira. 2016.

SANTOS, H. G.; JOCOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBREARAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; FILHO, J. C. A.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 5.ed. rev. ampli. Rio de Janeiro: **Embrapa**. 531p, 2018.

SCHOSSLER, J. H., MEERT, L., RIZZARDI, D. A., & MICHALOVICZ, L. Componentes de rendimento e produtividade do feijoeiro comum submetido à inoculação e co-inoculação com estirpes de *Rhizobium tropici* e *Azospirillum brasilense*. **Scientia Agraria**, v. 17, n. 1, p. 10-15, 2016.

SECRETTI, M. L. **Aporte de carbono ao solo por sistemas de monocultura, sucessão e rotação de culturas**. 74f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados. 2017.

SEIBERT, C. M., BORSOI, A. Milho segunda safra consorciado com diferentes densidades de semeadura de *Brachiaria ruziziensis*. **Revista Cultivando o Saber**, v.13, n. 2, p. 94-103, 2020.

VANDEYNZE, A., ZAMORA, P., DELAUX, P. M., HEITMANN, C., JAYARAMAN, D., RAJASEKAR, S., GRAHAM, D., MAEDA, J., GIBSON, D., SCHWARTZ, K. D., BERRY, A. M., BHATNAGAR, S., JOSPIN, G., ... & BENNETT, A. B. Nitrogen fixation in a landrace of maize is supported by a mucilage-associated diazotrophic microbiota. **PLoS biology**, v.16, n.8, p.e2006352, 2018.

WUTKE, E., B., CHIORATO, A., F., ESTEVES, J., A., F., CARBONELL, S., A., M., AMBROSANO, E., J., LEMOS, L., B., SORATTO, R., P., ARF, O., CANTARELLA, H. **Boletim 100: recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. Instituto agrônomo (IAC), Campinas (SP). 2022. p. 2039 – 246.

ZAFAR, M., ABBASI, M. K., KHAN, M. A., KHALIQ, A., SULTAN, T., & ASLAM, M. Effect of plant growth-promoting rhizobacteria on growth, nodulation and nutrient accumulation of lentil under controlled conditions. **Pedosphere**, v. 22, n. 6, p. 848-859, 2012.

ÍNDICES



Figura 2. Coleta de solo para compor a amostragem para análise química.



Figura 3. Regulando sementes e adubos da semeadora-adubadora mecanizada.



Figura 4. Tratamento das sementes de feijão com fungicida e inseticida.



Figura 5 e figura 6. Inoculantes utilizados na semente de feijão.



Figura 8 e Figura 7. Adubação de cobertura com nitrogênio e Semeadora-adubadora utilizada na semeadura do feijão.



Figura 9. Pulverização de defensivos agrícolas utilizados no experimento.



Figura 11. Feijoeiro em suas primeiras semanas com 12 DAE. Avaliação da população inicial.



Figura 12. Colheita das parcelas e avaliação da população final.



Figura 13. Coletas de plantas para matéria seca e teor de nutriente.



Figura 15 e figura 14. Pesagem da matéria seca e plantas na estufa (60° - 70°C).



Figura 16. Moagem das folhas secas para determinação do teor de nitrogênio.



Figura 17. Avaliação da radiação fotossinteticamente ativa (RFA) com o medidor APOGEE, MODELO APG-MQ-301.



Figura 18 e Figura 19. Avaliação dos componentes produtivos do feijoeiro.



Figura 21 e figura 20. Plantas em secagem a pleno sol e pesagem de amostras de cem grãos.



Figura 22 e figura 23. Trilhadora mecânica e medidor de umidade de grãos utilizados no experimento.