

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

Gustavo Yukiwo Sato Iamashita

Engenheiro Agrônomo

**DIAGNOSE FOLIAR DO FEIJOEIRO COINOCULADO EM
SUCESSÃO A SISTEMAS DE CONSÓRCIO E
APLICAÇÃO DE NITROGÊNIO**

Dracena

2023

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

Gustavo Yukiwo Sato Iamashita

Engenheiro Agrônomo

**DIAGNOSE FOLIAR DO FEIJOEIRO COINOCULADO EM
SUCESSÃO A SISTEMAS DE CONSÓRCIO E
APLICAÇÃO DE NITROGÊNIO**

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: **NUTRIÇÃO FOLIAR DO FEIJÃO COINOCULADO EM SUCESSÃO A SISTEMAS DE CONSÓRCIO E APLICAÇÃO DE NITROGÊNIO**

Modalidade: Trabalho de **Atividades de pesquisa**

Autor: Gustavo Yukiwo Sato Iamashita

Orientador: Prof. Dr. Vagner do Nascimento


Co-orientador(es):

Número de Créditos: 12

Data da aprovação e correção de acordo com as sugestões da Banca: 14/11/2023


Vagner do Nascimento


Vitor Corrêa de Mattos
Barretto


Fernando Shintate Galindo

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Gustavo Yukiwo Sato Iamashita, nascido em 01 de agosto de 2000, na cidade de Guarulhos/SP. Ingressante no curso de Engenharia Agrônômica da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas – Campus de Dracena, no início de 2019. Em 2022 ingressou no Grupo de Estudos e Pesquisas na Agricultura de Cereais (GEPAC). Participando de eventos relacionados a área de agronomia durante a graduação.

DEDICATÓRIA

Ao meu pai Minoru Iamashita e minha mãe Angela Setsu Sato Iamashita, que me educaram e me possibilitaram mais essa conquista, exemplos de vida fundamentais para a minha vida pessoal e profissional.

AGRADECIMENTOS

Agradeço meu pai Minoru Iamashita e minha mãe Angela Setsu Sato Iamashita, que me proporcionaram todo amor, carinho e educação. Sempre foram e sempre serão meus exemplos de vida. Sempre me corrigindo nas horas em que precisava e me apoiando nas decisões mais difíceis.

Quero agradecer também meus padrinhos Ivani Soares e Haroldo Soares que sempre estiveram juntos e sempre que podiam me ajudavam de diversas maneiras.

Meus avós paternos Yukiwo Iamashita e Yatiyo Iamashita e meus avós maternos Kuniharu Sato e Shizue Sato que me proporcionaram momentos de alegria e me apoiaram sempre que podiam.

Aos meus amigos Bruna Regina Araújo da Silva, Jonas Reina da Silva, Leonardo Carrer Lemos, Natan de Carvalho Lemes, Thais Lopes de Oliveira e a todos os outros que de alguma forma me ajudaram e fizeram parte desta jornada, eu agradeço. A todos os professores que me educaram com imensa dedicação e profundo respeito. Ao meu orientador Prof. Dr. Vagner do Nascimento que me deu essa oportunidade, paciência, confiança, apoio e uma grande amizade durante todo o processo de criação deste trabalho. Quero agradecer também a Universidade, aos docentes, técnicos e funcionários que proporcionaram um ambiente profissional e adequado para o aprendizado. Meus singelos agradecimentos por fazer parte desta minha jornada.

“Enquanto eles não se conscientizarem, não serão rebeldes autênticos e, enquanto não se rebelarem, não têm como se conscientizar.” (ORWELL, 1984).

RESUMO

O manejo de nutrientes, a adubação e o uso de inoculantes estão em constante evolução devido à adoção de diversos sistemas produtivos. Essas tecnologias são desenvolvidas com base em microrganismos nativos do solo, que resulta em benefícios como promoção do crescimento, resistência a patógenos e estresse hídrico, além de melhorias no enraizamento, o que se reflete diretamente na produtividade. Assim, o objetivo da pesquisa foi avaliar o residual dos sistemas de consórcios de milho associado à adubação nitrogenada no estado nutricional, incidência da radiação solar e produtividade de grãos do feijão coinoculado irrigado submetido à redução da adubação nitrogenada em cobertura. O solo do local da pesquisa é um Argissolo Vermelho Amarelo distrófico típico de textura arenosa. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso em esquema fatorial 4x4x2 para o feijão, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos pelo cultivo de milho solteiro e consorciado com culturas de cobertura (*Crotalaria spectabilis*, *Urochloa ruziziensis* e *Crotalaria spectabilis* + *Urochloa ruziziensis*) e quatro doses de N (zero, 40, 80 e 120 kg ha⁻¹) em cobertura, seguido de cultivo de feijão coinoculado (*Rhizobium tropici* + *Azospirillum brasilense*) em sucessão submetido a aplicação de 50% e 100% da dose recomendada da adubação nitrogenada em cobertura. As avaliações realizadas na cultura do feijão: população final de plantas, acúmulo de matéria seca (MS) na planta toda, índice de clorofila foliar, concentração foliar de N, P, K, Ca, Mg e S) e produtividade de grãos. O consórcio entre milho + *C. spectabilis* associado a dose de 0 kg ha⁻¹ N, bem como o cultivo de milho solteiro associado a dose de 120 kg ha⁻¹ N propiciou incrementos no acúmulo de matéria seca no feijoeiro. O consórcio entre milho + *C. spectabilis* + *U. ruziziensis* proporcionou redução da concentração de P, K, Ca e Mg foliar do feijão. Os consórcios entre milho + *C. spectabilis* (2.753 kg ha⁻¹) e entre milho + *U. ruziziensis* (2.717 kg ha⁻¹) proporcionaram incrementos na produtividade de grãos do feijão. Os consórcios entre milho + *C. spectabilis* associado a doses de 0 e 80 kg ha⁻¹ N e entre milho + *U. ruziziensis* associado a doses de 80 e 120 kg ha⁻¹ N propiciaram incrementos positivos na produtividade de grãos do feijão. As interações entre consórcios versus doses de nitrogênio em milho e aplicação de nitrogênio no feijão versus doses de nitrogênio em milho apresentaram comportamento de forma variável nas concentrações de N, K Ca e Mg foliares do feijoeiro.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris* L., Adubação de sistemas, *Crotalaria spectabilis*, *Urochloa ruziziensis*, *Azospirillum brasilense* e Plantas de cobertura.

ABSTRACT

Nutrient management, fertilization and the use of inoculants are constantly evolving due to the adoption of different production systems. These technologies are developed based on native soil microorganisms, which results in benefits such as growth promotion, resistance to pathogens and water stress, as well as improvements in rooting, which is directly reflected in productivity. Like this, the objective of the research will be to evaluate and quantify the residual effect of corn intercropping systems associated with nitrogen fertilization on nutritional status, incidence of solar radiation and grain productivity of irrigated coinoculated beans subjected to reduced nitrogen fertilization in top dressing. The soil at the research site is a typical dystrophic yellow Red Argisol with a sandy texture. The experimental design will be randomized blocks in a 4x4x2 factorial scheme for beans, with four replications. The treatments will consist of the cultivation of corn alone and intercropped with cover crops (*C. spectabilis*, *U. ruziziensis* and *C. spectabilis* + *U. ruziziensis*) and four doses of N (zero, 40, 80 and 120 kg ha⁻¹) under cover, followed by cultivation of coinoculated beans (*Rhizobium tropici* + *Azospirillum brasilense*) in succession subjected to application of 50% and 100% of the recommended dose of nitrogen fertilizer under cover. The assessments that will be carried out in the bean crop: plant population, dry matter (DM) accumulation in the entire plant, relative leaf chlorophyll content (SPDA Index), leaf concentration of N, P, K, Ca, Mg and S and grain yield. The consortium between corn + *C. spectabilis* associated with a dose of 0 kg ha⁻¹ N, as well as single corn cultivation associated with a dose of 120 kg ha⁻¹ N provides increases in the accumulation of dry matter in the entire common bean plant. The consortium between corn + *C. spectabilis* + *U. ruziziensis* alone provides a reduction in the concentration of P, K, Ca and Mg in foliar common bean. Consortia between corn + *C. spectabilis* (2, 753 kg ha⁻¹) and between corn + *U. ruziziensis* (2, 717 kg ha⁻¹) alone provide increases in bean grain yield. Consortia between corn + *C. spectabilis* associated with doses of 0 and 80 kg ha⁻¹ N and between corn + *U. ruziziensis* associated with doses of 80 and 120 kg ha⁻¹ N provide positive increases in common bean grain yield. The interactions between intercrops versus nitrogen doses in corn and nitrogen application in common bean versus nitrogen doses in corn showed variable behavior in the concentrations of N, K Ca and foliar Mg in common bean.

Keywords: *Phaseolus vulgaris* L., Systems fertilization, *Crotalaria spectabilis*, *Urochloa ruziziensis*, *Azospirillum brasilense* and Cover crops.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Sistema radicular do feijoeiro nos estádios iniciais.....	42
Figura 2 - Início da implantação do experimento.....	42
Figura 3 - Nodulação presentes no sistema radicular do feijoeiro.....	42
Figura 4 - Colheita para avaliação da produtividade.....	42
Figura 5 - Pesagem e separação das análises produtivas do feijão.....	42
Figura 6 - Secagem das amostras para moagem.....	42
Figura 7 - Trilha mecânica do feijão para análises produtivas.....	43

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** - Valores médios de população final de plantas (PF), Índice de clorofila foliar (ICF), acumulo de matéria seca (MSP) na planta toda e produtividade de grãos (PG) do feijão coinoculado primeira safra após consorcio de milho com plantas de cobertura e doses de nitrogênio em cobertura, Dracena, SP, Brasil, 2023.....27
- Tabela 2** - Desdobramento da interação significativa da análise de variância referente a população final de plantas, teor relativo de clorofila foliar, acumulo de matéria seca na planta toda e produtividade de grãos do feijão coinoculado primeira safra após consorcio de milho com plantas de cobertura e doses de nitrogênio em cobertura, Dracena, SP, Brasil, 2023.....29
- Tabela 3** - Valores médios da concentração foliar de N, P, K, Ca, Mg e S no estágio fenológico R6 (florescimento pleno) do feijão coinoculado primeira safra após consorcio de milho com plantas de cobertura e doses de nitrogênio em cobertura, Dracena, SP, Brasil, 2023.....31
- Tabela 4** - Desdobramento da interação significativa da análise de variância referente a concentração foliar de N, K, Ca e Mg no estágio fenológico R6 (florescimento pleno) do feijão coinoculado primeira safra após consorcio de milho com plantas de cobertura e doses de nitrogênio em cobertura, Dracena, SP, Brasil, 2023.....33

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 OBJETIVOS	17
3 REVISÃO DE LITERATURA	18
4.MATERIAL E METODOS.....	23
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	26
6 CONCLUSÃO.....	334
REFERÊNCIAS.....	35
ÍNDICES.....	42

1 INTRODUÇÃO

O feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma das leguminosas mais importantes para alimentação humana, rico em proteínas, vitaminas e baixo teor de gordura. Sendo que grande parte dos brasileiros consome feijão e arroz juntos em sua alimentação diária, devido aos padrões sociais que se desenvolveram ao longo do tempo, tornando-os uma ótima combinação e escolha nutricional. Sendo os seis maiores países produtores: Mianmar, Índia, Brasil, Estados Unidos, México e Tanzânia (CONAB, 2017).

Nos sistemas consorciados, são cultivadas algumas plantas de coberturas juntamente com culturas comerciais, trazendo benefícios para a cultura principal e para o cultivo seguinte. Trazendo um maior acúmulo de fitomassa e cobertura do solo de forma uniforme e em grandes quantidades para o cultivo seguinte. O uso de culturas consorciadas traz benefícios para o rendimento operacional do produtor, pois ele pode lucrar com a cultura principal colhida e deixar resíduos vegetais de múltiplas culturas no solo para o próximo cultivo.

As plantas de cobertura desempenham um papel fundamental na agricultura sustentável, ajudando a diversificar sistemas de produção, diversificação de culturas, quebra dos ciclos de monocultura, enriquecendo o solo com microorganismos benéficos para a produção e mitigando os efeitos da escassez de água no solo por falta de chuva. Outro benefício de sua utilização, seria a redução das operações agrícolas e perturbação do solo. Reduzindo, em certa forma, as emissões de gases poluentes para a atmosfera.

As rizobactérias apresentam uma excelente oportunidade para a agricultura avançar para um modelo de produção mais sustentável, podendo aumentar a produtividade das plantas através do fornecimento de nitrogênio e diminuindo conseqüentemente a necessidade de adubação, reduzindo os custos de fertilizantes. Atualmente, mais de 80% dos agricultores utilizam inoculação de bactérias fixadora de nitrogênio, ressaltando sua importância para a agricultura tropical, tanto no curto quanto no longo prazo, para melhorar o manejo de nutrientes nos sistemas de produção. O objetivo da inoculação é criar uma relação simbiótica entre plantas e bactérias, na qual um organismo auxilia no desenvolvimento do outro. A inoculação pode ser feita via semente, trincheira de semeadura ou inoculação foliar.

A utilização de culturas de cobertura consorciadas é de grande importância para adição de matéria orgânica no solo ao término do cultivo, aumentando assim os microorganismos benéficos e sua biodiversidade. Obtendo um ambiente propício para o

desenvolvimento para bactérias do gênero *Azospirillum* spp. e para o cultivo em sucessão.
Aumentando o desenvolvimento reprodutivo e vegetativo do feijoeiro.

2 OBJETIVOS

Avaliar o efeito residual de sistemas de consórcios de milho associado à adubação nitrogenada pela diagnose foliar e produtividade de grãos do feijão coinoculado submetidos à meia dose e dose recomendada da adubação nitrogenada em cobertura.

3 REVISÃO DE LITERATURA

O feijoeiro é pertencente à família das fabáceas (leguminosas), considerada uma aleuro-amilácea muito importante para alimentação humana devido a sua alta fonte energética e baixo teor de gorduras, sendo cultivado principalmente pela mão de obra familiar (COELHO; 2020).

Os países que lideram a produção mundial de feijão são Myanmar, Índia, Brasil, Estados Unidos, México e Tanzânia, contribuindo com cerca de 59,4% da produção global, totalizando 15,3 milhões de toneladas (CONAB, 2017). É interessante observar que os principais produtores são também os principais consumidores desse grão. Devido a essa demanda interna significativa, as exportações são relativamente limitadas, ao contrário da cultura da soja, que no Brasil registra expressivas exportações (FUSCALDI e PRADO, 2005).

O cultivo de feijão apresenta a flexibilidade de ser realizado em até três safras distintas, variando conforme o estado brasileiro. Considerando essas três safras, o Brasil alcançou uma produção total de 2,9 mil toneladas na safra 2021/2022, representando um aumento de 3,6% em comparação com a safra anterior. A produtividade média atingiu 1.050 kg/ha, registrando um acréscimo de 6,1% em relação à safra passada (CONAB, 2022). Esse incremento na produtividade reflete as práticas da agricultura moderna sustentável, destacando o feijoeiro como parte das rotações de culturas. É relevante notar que, mesmo com esse aumento de produtividade, a área cultivada diminuiu em 2,4% em relação à safra anterior (CONAB, 2022).

Em sistemas de consórcio, a implantação ocorre de maneira simultânea, onde a planta de cobertura desejada e a cultura econômica são cultivadas na mesma área (Borges et al., 2018). Consórcios de milho com plantas forrageiras são frequentemente adotados, sem restrições quanto aos aspectos de colheita para a cultura do milho, uma vez que a altura de inserção das espigas é favorável para o cultivo consorciado (Alvarenga et al., 2006). Essa prática revela-se uma excelente alternativa para o aumento do acúmulo de matéria seca no solo, ciclagem de nutrientes e incremento de matéria orgânica (Michelon et al., 2019), proporcionando condições mais favoráveis para a semeadura direta em sucessão (Mendonça et al., 2015).

De acordo com OLIVEIRA, 2020 o uso de gramíneas (poáceas) em consórcio proporcionam benefícios significativos para o solo. Um desses benefícios é a cobertura do solo oferecida por essas gramíneas, que protege contra a erosão, mantém a umidade por mais tempo e diminui a proliferação de plantas daninhas. A decomposição dessa cobertura pelos microorganismos presente no solo contribui para o aumento da matéria

orgânica, refletindo em benefícios para a produção em sucessão. Além disso, destaca-se o aumento da microbiota do solo, incluindo bactérias e fungos benéficos para todo o processo (DE OLIVEIRA et al., 2017). Segundo TORRES (apud Nunes et al., 2006) observaram maiores rendimentos para o feijão quando cultivado sobre as poaceas.

A *Urochloa brizantha* cv. BRS paiaguás mostrou um notável potencial de produção de biomassa para a forrageira, mesmo em condições de baixa precipitação. (MUNIZ et al., 2020). Assim sendo, Costa et al., 2017 destaca a relevância da forrageira Paiaguás como uma escolha valiosa para ser utilizada como planta de cobertura em sistemas de plantio direto e consórcio. Resultando em maiores acúmulos de nutrientes no solo. Essa característica positiva contribui não apenas para a produtividade imediata, mas também para a promoção da fertilidade do solo a longo prazo. Ela se destaca pelo crescimento radicular ativo e contínuo, tem elevada capacidade de produção de biomassa e ciclagem de nutrientes, pois absorvem nutrientes das camadas subsuperficiais do solo e os liberam, posteriormente, na camada superficial após a decomposição dos seus resíduos, com isso podem diminuir a utilização de fertilizantes (PACHECO et al., 2011).

A prática de utilizar mais de um tipo de microrganismo benéfico para as plantas é conhecida como coinoculação, aprimorando ainda mais os benefícios proporcionados pela inoculação. Geralmente é utilizada a bactéria do gênero *Rhizobium* para a inoculação e *Azospirillum brasilense* para a co-inoculação (EMBRAPA, 2014), visando potencializar o desenvolvimento radicular, que resulta em uma melhoria significativa na capacidade de absorção de nutrientes pelas plantas. Necessitando de pouca adubação nitrogenada (CANDIDO et al., 2020) e causando nodulações nos estádios iniciais da cultura, favorecendo os primeiros estádios de desenvolvimento das plantas (CHIBEBA et al., 2015).

As pesquisas envolvendo a coinoculação em soja e feijão são relativamente recentes, tendo seu início em 2009, com o propósito de introduzir novas tecnologias de produção. Estudos realizados até o momento têm apresentado resultados promissores, com ensaios que demonstram aumentos significativos no rendimento do feijoeiro. Em particular, a coinoculação com *Azospirillum* tem se destacado, evidenciando incrementos no rendimento do feijão que chegam a atingir até 14,7% (EMBRAPA, 2014).

O nitrogênio é um dos nutrientes essenciais para as plantas, fornecido por meio de fertilizantes minerais, muitas vezes produzidos a partir de combustíveis fósseis, o que envolve processos intensivos e contribui para a emissão de gases de efeito estufa. Em contrapartida, o uso de inoculantes representa uma abordagem mais sustentável. Esses inoculantes estabelecem associações benéficas com as plantas, proporcionando uma fonte biológica e ambientalmente mais limpa de nitrogênio atmosférico (VAN DEYNZE et al.,

2018), essa prática não apenas reduz a dependência de fertilizantes químicos, mas também contribui para uma agricultura mais sustentável, minimizando os impactos ambientais associados à produção convencional de nitrogênio.

O sistema radicular limitado do feijoeiro torna-o mais suscetível a estresses abióticos, especialmente durante períodos de estiagem, resultando em perdas significativas que podem chegar a até 60% da produção (CORIOLETTI et al., 2021). A utilização simultânea entre *Rhizobium* e *Azospirillum* oferece uma abordagem promissora para melhorar o enraizamento do feijoeiro, resultando em um aumento nas nodulações e, conseqüentemente, uma maior fixação de nitrogênio para as plantas (HUNGRIA; CAMPO; MENDES, 2001). Essa associação tem demonstrado êxito em incrementar as produções, com casos de sucesso que ultrapassam 60 sacas por hectare, especialmente em culturas como a soja (GITTI, 2019).

O nitrogênio (N) é um dos nutrientes exigidos e absorvidos em maior quantidade pela cultura do feijoeiro. Sua dinâmica no sistema solo-planta está intrinsecamente ligada ao manejo adotado segundo MALAVOLTA & LIMA FILHO (1997). A FBN é reconhecidamente eficiente em feijão que, quando bem nodulado, pode atingir altos níveis de produtividade (RUMJANEK et al., 2005). Por outro lado, o processo pode ocorrer com eficiência em condições de baixa disponibilidade de N no solo (FRANCO & NEVES, 1992).

O nitrogênio pode ser disponibilizado para as culturas por meio da mineralização da matéria orgânica do solo ou fornecido através de fertilizantes nitrogenados, quando feitos de forma exagerada, podem acarretar sobrecargas nos sistemas de produção. O uso do nitrogênio tem como seus três aspectos: teor de matéria orgânica no solo, adubação realizada na safra anterior e aplicação de doses em áreas de plantio direto, podendo ter aumentos na produtividade do feijoeiro de até 77% (PIAS et al., 2022). Apesar de ser uma cultura classificada como leguminosa e capaz de fixar nitrogênio atmosférico, o feijoeiro não consegue suprir 100% de sua demanda de nitrogênio apenas com a inoculação, tornando-se necessário o uso de adubação mineral de N para atender às necessidades nutricionais da cultura (SOARES et al., 2016). A recomendação de N para a cultura é de 90 kg ha⁻¹, no entanto, essa quantidade pode ser insuficiente no primeiro ano de plantio direto, sendo que maiores dosagens, estão relacionados a maiores incrementos de produtividades para a cultura (NETO et al., 2022).

De acordo com (BUSO et al., 2021) a soja coinoculada demonstrou quantidades superiores de matéria seca na raiz em comparação com o ensaio que apenas recebeu a inoculação com *Bradyrhizobium* spp., destacando a capacidade da soja coinoculada de desenvolver um sistema radicular mais robusto. Fazendo com que ela tenha

uma maior exploração em termos de profundidade, o que se revela benéfico ao evitar condições adversas causadas por períodos de escassez de chuvas, um desafio significativo para os agricultores, uma vez que o estresse hídrico pode impactar negativamente o crescimento e desenvolvimento das plantas.

A prática de monocultivo, na qual o agricultor cultiva apenas uma cultura em sua propriedade, é considerada insustentável a longo prazo. Isso se deve ao aumento potencial de doenças, pragas, fitonematóides e ferrugens na área de cultivo, resultando em perdas de produtividade e degradação do solo (MACEDO, 2009). Para contornar esses desafios, a sucessão entre culturas surge como uma estratégia mais sustentável, após a colheita de safras, os restos vegetais deixados no solo beneficiam o ambiente, oferecendo matéria orgânica e nutrientes adicionais, diminui estresses hídricos causados por chuvas irregulares e ajuda na manutenção da umidade no solo (MIGUEL et al., 2018). Contribuindo para a saúde do solo e promovendo um ambiente mais equilibrado para o cultivo agrícola a longo prazo.

O sistema de consórcio de milho com forrageiras tropicais durante o outono-inverno tem se mostrado vantajoso, proporcionando maiores produtividades na cultura da soja em comparação ao sistema convencional de milho solteiro, mostrando que a presença da forrageira traz benefícios residuais que favorecem os cultivos seguintes (CASTRO DIAS et al., 2020). Além disso, o consórcio pode contribuir com o controle de plantas invasoras devido ao aumento do acúmulo de biomassa seca sobre o solo (SEIBERT e BORSOI, 2020).

O aumento do teor de matéria orgânica no solo é evidente no trabalho (Rosa et al., 2017), a utilização de plantas de cobertura desempenha um papel significativo ao introduzir uma quantidade adicional de carbono no sistema. Esse aporte contribui para aprimorar a fertilidade do solo, destacando a importância da incorporação de práticas que promovam o aumento da matéria orgânica, aliada a estratégias como o não revolvimento do solo e a adoção contínua de manejos com plantio direto (RAPHAEL et al., 2016).

A utilização de diferentes espécies de forrageiras em consórcio com milho, utilizando 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, resulta em diferentes padrões de extração e liberação de nutrientes. A produção de biomassa desempenha um papel crucial nesse processo observando que o nitrogênio tem uma liberação mais intensa nos primeiros 30 dias após a semeadura, se estabilizando posteriormente (MENDONÇA et al., 2015).

A forrageira tropical *Urochloa brizantha* cv. BRS paiaguás devido a sua relação C/N baixa, e grande produção de folhas, apresenta uma rápida decomposição no solo (COSTA et al., 2016), em contrapartida, temos a *Crotalaria spectabilis* uma leguminosa (fabacea) que possui uma decomposição mais lenta, devido o seu alto teor de lignina, o que dificulta a ação das enzimas produzidas pelos microorganismos (MIGUEL et al., 2018).

A dessecação precoce das forrageiras desempenha um papel crucial para otimizar o aproveitamento da palhada no solo, resultando em um aumento significativo da biomassa microbiana (MAZZUCHELLI et al., 2020), conseqüentemente exerce um papel fundamental na retenção de nutrientes, evitando a lixiviação de nutrientes de alta mobilidade no solo, sendo utilizados posteriormente. (BALOTA et al., 2014).

4 MATERIAL E MÉTODOS

O projeto de pesquisa foi desenvolvido 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 (EMBRAPA, 2013).

As condições climáticas do local são temperatura média anual é de 24° C, a precipitação pluvial média 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 precipitação pluvial, temperatura e umidade relativa do ar durante a pesquisa serão obtidos na estação Meteorológica Campbell Scientific CR10X, instalada na instituição de ensino superior.

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso em esquema fatorial 4x4x2 para o feijão, com quatro repetições. Os tratamentos serão constituídos pelo cultivo de milho solteiro e consorciado com culturas de cobertura (*C. spectabilis*, *U. ruziziensis* e *C. spectabilis* + *U. ruziziensis*) e quatro doses de N (zero, 40, 80 e 120 kg ha⁻¹) em cobertura, seguido de cultivo de feijão coinoculado (*Rhizobium tropici* + *Azospirillum brasilense*) em sucessão submetido a aplicação de 50% e 100% da dose recomendada da adubação nitrogenada em cobertura.

Após a colheita do milho, a área experimental permanecerá em pousio e na sequência foi realizada uma dessecação química. Após a dessecação química foi semeado a cultura do milheto (*Pennisetum glaucum*) em área total. Após o manejo do milheto foi cultivado o feijão coinoculado em primeira safra sendo conduzido de setembro de 2022 a janeiro de 2023, sob irrigação por aspersão, seguindo o mesmo delineamento experimental e os tratamentos adotados.

Antes da instalação dos experimentos foi realizada uma caracterização química do solo em toda área de pesquisa, sendo realizada a coleta de uma amostra composta, originada de 20 amostras simples deformadas do solo, com auxílio de um trado de rosca, nas camadas estratificadas de 0, 00-0, 20 e 0, 20-0, 40 m.

As parcelas serão constituídas por quatro linhas de 5 m de comprimento, sendo consideradas como área útil as duas linhas centrais, desprezando-se 0, 5 metros, em ambas as extremidades de cada linha. O espaçamento entrelinhas foi de 0, 45 m com distribuição de sementes que permita a obtenção de 12 a 13 plantas por metro.

Foi utilizado um cultivar com habito de crescimento indeterminado tipo II e grãos do tipo carioca, sendo recomendado e adaptado para a região. A semeadura mecânica foi

realizada em setembro de 2022. As sementes serão tratadas previamente com inseticida e fungicida, seguindo as recomendações do fabricante para a cultura. 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. 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, 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. A inoculação e coinoculação das sementes serão feitas horas antes da semeadura do feijão.

A adubação de base (N-P₂O₅-K₂O) foi calculada de acordo com os atributos químicos da análise do solo e produtividade esperada de grãos para região. Na adubação nitrogenada de cobertura foi aplicado de 50% (50 kg ha⁻¹) e 100% (100 kg ha⁻¹) da dose única recomendada de N em cobertura de forma parcelada, respectivamente, sendo metade da dose (50%) no estágio V3 e a outra metade da dose (50%) no estágio V4, usando como fonte de nitrogênio a ureia (46-00-00).

O manejo de plantas daninhas foi realizado pela utilização de herbicidas aplicados em pré e pós-emergência das plantas daninhas. O controle de pragas e doenças foi realizado mediante a necessidade, procurando manter a cultura isenta do ataque e infecção destas e prejuízo ao desenvolvimento das plantas.

No manejo de água de irrigação da cultura serão utilizados coeficientes de cultura (Kc) das fases de desenvolvimento: 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; pre-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 Fernandes et al. 1986 e os valores de coeficiente de cultura (kc) propostos por Doorenbos e Kassam (1979).

Foram realizadas as seguintes avaliações na cultura do feijão:

4.1. População de plantas: no momento da colheita foi avaliado, em duas linhas de 3 m de comprimento, na área útil das parcelas, o número de plantas com o objetivo de se calcular a população final de plantas ha⁻¹.

4.2. Acumulo de matéria seca (MS) na planta toda: por ocasião do florescimento pleno (estádio R6) das plantas, foram coletadas dez plantas em local pré-determinado na área útil, que foram acondicionadas em sacos de papel, devidamente identificadas e levadas ao laboratório e submetidas à secagem em estufa de ventilação forçada à temperatura média

de 65°C, por 72 horas. Posteriormente as amostras foram pesadas e os valores convertidos em g planta⁻¹.

4.3. Índice de clorofila foliar: as leituras foram realizadas nos estádios V3 (emissão da primeira folha trifoliada), R6 (florescimento pleno) e R8 (enchimento de vagens) das plantas do feijoeiro. Cada medição foi realizada no terceiro trifólio contando do ápice para a base, sendo obtidas cinco medições por parcela, em cinco plantas e com os dados obtidos destas medições foi realizada a média por parcela. Foi utilizado um clorofilômetro portátil marca ClorofiLOG®, modelo CFL 1030 (Falker Automação Agrícola®), que por meio de sensores, analisa três faixas de frequência de luz e através de relações de absorção de diferentes frequências, fornece medições dos teores das clorofilas a, b e total (a+b), expressas em unidades dimensionais chamadas ICF (Índice de Clorofila Foliar) (FALKER, 2008).

4.4. Concentração foliar de N, P, K, Ca, Mg e S: foi realizada a coleta de cinco folhas no terceiro trifólio contando do ápice para a base da planta em cinco plantas por parcela, no estádio R6 (florescimento pleno). Após secagem em estufa com circulação forçada de ar 65°C, por 72 horas, as folhas foram moídas em moinho tipo Wiley para em seguida serem submetidas à digestão sulfúrica e nitro perclórica, para determinar dos teores, conforme metodologia proposta por Malavolta et al. (1997).

4.5. Produtividade de grãos: as plantas da área útil de cada parcela foram arrancadas e deixadas para secagem a pleno sol. Após a secagem, as mesmas foram submetidas a trilha mecânica, os grãos foram pesados e os dados transformados em kg ha⁻¹ (13% base úmida).

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

Houve interações significativas nos fatores de consórcio, doses de nitrogênio no milho e na interação entre o consórcio e dose de nitrogênio no milho da população de plantas final (Tabela 1). Para o índice de clorofila foliar, houveram interações significativas entre todos os fatores e na interação entre consórcio e nitrogênio no milho. Na massa seca de plantas houveram interação significativa na dose de nitrogênio no milho, entre o consórcio e dose de nitrogênio no milho e entre a dose de nitrogênio no milho e nitrogênio no feijão. Para a produtividade de grãos do feijão, tivemos interações significativas em todos os fatores estudados, porém so houve interação entre a interação do consórcio e da dose de nitrogênio no milho.

A aplicação de 100% da dose de nitrogênio no feijão isoladamente proporcionou resultados positivos se comparado a 50% da dose de nitrogênio para o índice de clorofila foliar e produtividade de grãos do feijão. Vale ressaltar também o acúmulo de matéria seca na planta toda, vendo que ao variarmos a dose, não temos nenhuma variação significativa, porém ao interligar com a produtividade, vemos que houve uma diferença de 96 kg ha⁻¹.

Tabela 1. Valores médios da população final de plantas (PF), teor relativo de clorofila foliar (TCF), massa seca de plantas (MSP) e produtividade de grãos (PG) do feijão coinoculado primeira safra após consórcio de milho com plantas de cobertura e doses de nitrogênio em cobertura, Dracena, SP, Brasil, 2023.

	PF Pl. ha ⁻¹ x 1000	TCF	MSP g planta ⁻¹	PG kg ha ⁻¹
Consórcio (C)				
M	256 a	43,6 a	16,83	2.488 b
M + C	253 ab	42,6 ab	17,97	2.753 a
M + U	247 b	42,9 ab	17,13	2.717 a
M + C + U	233 c	41,9 c	16,76	2.134 c
Doses de nitrogênio (NM) no milho (kg ha⁻¹)				
0	245 ⁽¹⁾	42,3 ⁽²⁾	17,79 ⁽³⁾	2.813 ⁽⁴⁾
40	248	43,6	16,30	2.318
80	255	43,4	17,49	2.534
120	241	41,7	17,11	2.428
Aplicação de nitrogênio no feijão (NF)				
50%	247	42,3 b	17,08	2.475 b
100%	247	43,2 a	17,27	2.571 a
Valores de F				
C	21,597*	2,871*	2,699 ^{ns}	45,016*
NM	8,473*	4,763*	3,617*	25,068*
NF	0,001 ^{ns}	4,137*	0,308 ^{ns}	5,036*
C x NM	19,320*	2,055*	6,525*	9,131*
C x NF	1,781 ^{ns}	0,421 ^{ns}	0,959 ^{ns}	0,038 ^{ns}
NM x NF	1,467 ^{ns}	0,616 ^{ns}	2,935*	1,235 ^{ns}
C x NM x NF	0,868 ^{ns}	1,850 ^{ns}	1,303 ^{ns}	1,224 ^{ns}
DMS (5%)				
C	7985,16	1,4776	--	158,4317
NF	--	0,7963	--	84,7994
CV (%)	4,24	12,00	11,17	8,24

M: Milho; C: *Crotalaria spectabilis*; U: *Urochloa ruziziensis*; *significativo a 5% de significância; ^{ns} – não significativo pelo teste F. Médias seguidas da mesma letra, dentro do consórcio e dose não diferem estatisticamente a 5 % de significância. ⁽¹⁾y= -26,563x² + 30,625x + 243,75 (R²=70,17%); ⁽²⁾y= -4,6875x² + 5,125x + 42,3 (R²=99,9%); ⁽³⁾y= -1,7344x² - 2,2937x + 17,578 (R²=27,59%); ⁽⁴⁾y= 607,81x² - 964,12x + 2761,4 (R²=50,56%)

Avaliando o resultado do desdobramento do consórcio e dose de nitrogênio no milho da população final de plantas (Tabela 2), verifica-se que houve um comportamento variável da população final de plantas em todos os tratamentos. Destacando o valor de 273 mil plantas ha^{-1} do consórcio de milho + *U. ruziziensis* na dose de 80 kg ha^{-1} de nitrogênio que apresentou melhor resultado se comparado aos demais. Vale ressaltar também o valor de 214 mil plantas ha^{-1} do consórcio de milho + *U. ruziziensis* + *C. spectabilis* associado a dose de 120 kg ha^{-1} de nitrogênio que dentre todos os resultados foi o que apresentou menor população final de plantas se comparado com o consórcio de milho + *U. ruziziensis* na dose de 80 kg ha^{-1} de nitrogênio (273 mil plantas ha^{-1}) houve diferença de 59 mil plantas ha^{-1} cerca de 21,6% de diferença.

Em relação ao desdobramento do consórcio e doses de nitrogênio no milho dentro do índice de clorofila foliar (Tabela 2), destaca-se os valores do milho solteiro nas dosagens de 80 kg ha^{-1} e 120 kg ha^{-1} m onde apresentaram maior índice de clorofila foliar se comparado aos demais consórcios nas mesmas dosagens.

No desdobramento do consórcio e dose de nitrogênio no milho do acúmulo de matéria seca na planta toda (Tabela 2), há o destaque do consórcio de milho + *C. spectabilis* ausente de adubação nitrogenada (21,33 g planta^{-1}) que apresentou incremento no acúmulo de massa seca na planta toda do feijoeiro. Vale ressaltar que no desdobramento do consorcio e dose de nitrogênio no milho da produtividade de grãos do feijão (Tabela 2), houve também um incremento da produtividade no consórcio de milho + *C. spectabilis* ausente de adubação nitrogenada (3.168 kg ha^{-1}), no consórcio de milho + *U. ruziziensis* na dosagem de 80 kg ha^{-1} também tivemos incrementos na produtividade dos grãos de feijão (3.068 kg ha^{-1}).

Desdobrando a aplicação do nitrogênio no feijão e doses de nitrogênio no milho do acúmulo de massa seca na planta toda do feijão (Tabela 2), destaca-se a aplicação de 100% da dose no feijão na ausência da adubação de nitrogênio no milho (18,49 g planta^{-1}) propiciando incrementos no acúmulo de massa seca no feijoeiro.

Tabela 2. Desdobramento da interação significativa da análise de variância referente a população final de plantas, teor relativo de clorofila foliar, massa seca de plantas e produtividade de grãos do feijão coinoculado primeira safra após consórcio de milho com plantas de cobertura e doses de nitrogênio em cobertura, Dracena, SP, Brasil, 2023.

População final de plantas (Plantas ha⁻¹ x 1000)					
Doses de nitrogênio no milho (kg ha ⁻¹)					
Consórcio	0	40	80	120	
M	270 a	260 a	262 a	232 b	RQ ^{*(1)}
M + C	262 a	245 ab	245 b	258 a	RQ ^{*(2)}
M + U	226 b	231 b	273 a	258 a	RQ ^{*(3)}
M + C + U	223 b	255 a	242 b	214 c	RQ ^{*(4)}
DMS (5%)	Consórcio dentro de dose de N – 15970,3271				
Teor relativo de clorofila foliar					
Doses de nitrogênio no milho (kg ha ⁻¹)					
Consórcio	0	40	80	120	
M	43,3	42,6	44,8 a	43,8 a	n.s.
M + C	42,1	45,2	43,0 ab	40,3 b	RQ ^{*(5)}
M + U	42,0	44,0	44,1 ab	41,3 ab	RQ ^{*(6)}
M + C + U	41,8	42,6	41,7 b	41,5 ab	n.s.
DMS (5%)	Consórcio dentro de dose de N – 2,9551				
Massa seca de plantas (g planta⁻¹)					
Doses de nitrogênio no milho (kg ha ⁻¹)					
Consórcio	0	40	80	120	
M	15,30 c	15,99	17,27	18,75 a	RQ ^{*(7)}
M + C	21,33 a	16,98	18,01	15,58 b	RQ ^{*(8)}
M + U	18,31 b	16,89	16,30	17,04 ab	n.s.
M + C + U	16,23 bc	15,35	18,37	17,07 ab	n.s.
DMS (5%)	Consórcio dentro de dose de N – 2,5104				
Produtividade de grãos do feijão (kg ha⁻¹)					
Doses de nitrogênio no milho (kg ha ⁻¹)					
Consórcio	0	40	80	120	
M	2.681 bc	2.666 a	2.140 b	2.466 ab	n.s.
M + C	3.168 a	2.419 ab	2.926 a	2.498 ab	n.s.
M + U	2.926 ab	2.326 b	3.068 a	2.546 a	n.s.
M + C + U	2.475 c	1.859 c	2.002 b	2.199 b	RQ ^{*(9)}
DMS (5%)	Consórcio dentro de dose de N – 316,8634				
Massa seca de plantas (g planta⁻¹)					
Doses de nitrogênio no milho (kg ha ⁻¹)					
NF	0	40	80	120	
50%	17,09 b	16,51	18,05	16,66	n.s.
100%	18,49 a	16,09	16,92	17,56	RQ ^{*(10)}
DMS (5%)	Consórcio dentro de dose de N – 1,3471				

M: Milho; C: *Crotalaria spectabilis*; U: *Urochloa ruziziensis*; Aplicação de nitrogênio no feijão (NF); médias seguidas de mesma letra, minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de tukey a 5 % de significância. ⁽¹⁾ $y = -31,25x^2 + 9,5x + 267,8$ ($R^2 = 88,25\%$); ⁽²⁾ $y = 46,875x^2 - 59,25x + 261,8$ ($R^2 = 99,66\%$); ⁽³⁾ $y = -31,25x^2 + 72x + 221,3$ ($R^2 = 70,43\%$); ⁽⁴⁾ $y = -93,75x^2 + 102,5x + 224,5$ ($R^2 = 95,65\%$); ⁽⁵⁾ $y = -9,0625x^2 + 8,975x + 42,34$ ($R^2 = 90,75\%$); ⁽⁶⁾ $y = -7,5x^2 + 8,5x + 41,95$ ($R^2 = 99,17\%$); ⁽⁷⁾ $y = 1,2344x^2 + 1,4263x + 15,281$ ($R^2 = 99,89\%$); ⁽⁸⁾ $y = 3x^2 - 7,655x + 20,888$ ($R^2 = 78,27\%$); ⁽⁹⁾ $y = 1270,3x^2 - 1695,6x + 2439,8$ ($R^2 = 88,36\%$); ⁽¹⁰⁾ $y = 4,75x^2 - 6,19x + 18,319$ ($R^2 = 81,06\%$).

No caso dos valores médios da concentração foliar de N, P, K, Ca, Mg e S no estágio fenológico R6 (florescimento pleno) do feijão, houve interação significativa entre consórcio e doses de nitrogênio no feijão para concentração foliar de nitrogênio. Na concentração de foliar de fósforo, houve somente interação significativa para o consórcio. Na concentração foliar de potássio houveram interações significativas para consórcio e interação entre consórcio e doses de nitrogênio no milho. Na concentração foliar de cálcio houve interações significativas no consórcio, doses de nitrogênio no milho, entre consorcio e nitrogênio no milho e consórcio e nitrogênio no feijão. Para concentração foliar de magnésio, houveram interações significativas no consórcio, doses de nitrogênio no milho, entre consorcio e dose de nitrogênio no milho e nitrogênio no milho e nitrogênio no feijão no estágio fenológico R6 (florescimento pleno) do feijão (Tabela 3). Portanto, serão analisados os desdobramentos significativos de cada variável (Tabela 4). O sistema de consórcio triplo (milho + *C. spectabilis* + *U. ruziziensis*) interferiu negativamente na concentração foliar de fósforo, potássio, cálcio e magnésio do milho (Tabela 3), proporcionando redução da concentração foliar dos mesmos.

Tabela 3. Valores médios da concentração foliar de N, P, K, Ca, Mg e S no estágio fenológico R6 (florescimento pleno) do feijão coinoculado primeira safra após consórcio de milho com plantas de cobertura e doses de nitrogênio em cobertura, Dracena, SP, Brasil, 2023.

	N	P	K	Ca	Mg	S
	----- g kg ⁻¹ -----					
Consórcio (C)						
M	28,4	3,2 a	16,0 a	9,1 a	3,6 ab	1,0
M + C	28,1	3,1 a	16,3 a	8,6 ab	3,8 a	1,0
M + U	29,1	3,3 a	16,9 a	7,9 bc	3,7 a	1,0
M + C + U	28,0	2,7 b	14,3 b	7,4 c	3,2 b	1,0
Doses de nitrogênio (NM) no milho (kg ha⁻¹)						
0	28,6	3,1	16,8	7,9 ⁽¹⁾	3,6 ⁽²⁾	1,0
40	27,7	3,1	15,7	8,9	4,0	1,0
80	28,0	3,1	15,7	8,0	3,3	1,0
120	29,3	3,0	15,2	8,3	3,4	1,0
Aplicação de nitrogênio no feijão (NF)						
50%	28,3	3,1	16,3	8,2	3,5	1,0
100%	28,5	3,1	15,4	8,4	3,6	1,0
Valores de F						
C	1,279 ^{ns}	6,970*	5,805*	8,576*	6,782*	0,043 ^{ns}
NM	2,453 ^{ns}	0,182 ^{ns}	2,051 ^{ns}	3,509*	6,886*	0,179 ^{ns}
NF	0,242 ^{ns}	0,415 ^{ns}	3,778 ^{ns}	0,527 ^{ns}	0,980 ^{ns}	0,230 ^{ns}
C x NM	2,332*	1,251 ^{ns}	4,417*	7,404*	3,114*	1,311 ^{ns}
C x NF	0,419 ^{ns}	0,267 ^{ns}	0,590 ^{ns}	4,561*	1,082 ^{ns}	1,374 ^{ns}
NM x NF	0,517 ^{ns}	0,369 ^{ns}	1,204 ^{ns}	1,518 ^{ns}	1,399*	0,179 ^{ns}
Cx NM x NF	1,018 ^{ns}	1,062 ^{ns}	0,532 ^{ns}	4,774 ^{ns}	2,129 ^{ns}	0,503 ^{ns}
DMS (5%)						
C	--	0,3625	1,7214	0,9541	0,4087	--
NF	--	--	--	--	--	--
CV(%)	8,03	15,39	14,23	15,15	15,09	12,68

M: Milho; C: *Crotalaria spectabilis*; U: *Urochloa ruziziensis*; *significativo a 5% de significância; ^{ns} – não significativo pelo teste F. Médias seguidas da mesma letra, dentro consórcio e dose não diferem estatisticamente a 5 % de significância. ⁽¹⁾y= -1,0938x² + 1,3875x + 8,055 (R²=20,91%); ⁽²⁾y= -0,4688x² + 0,2375x + 3,695 (R²=37,22%).

Nos desdobramentos do consorcio e dose de nitrogênio no milho, consórcio e aplicação de nitrogênio no feijão e dose de nitrogênio do feijão com dose de nitrogênio no milho (Tabela 4), observa-se que no desdobramento de consorcio com doses de nitrogênio, houve algumas interações significativas da concentração foliar de K no milho solteiro na dose de 40 kg ha⁻¹ de N (18,5 g kg⁻¹) e também no milho + *U. ruziziensis* na dose de 80 kg ha⁻¹ de N (19,6 g kg⁻¹).

Para o desdobramento de concentração foliar de Ca (Tabela 4), o milho solteiro na dose de 40 kg ha⁻¹ (11,6 g kg⁻¹) e milho + *C. spectabilis* (10,3 g kg⁻¹) foram os que apresentaram melhor desempenho entre os resultados.

No desdobramento do consorcio com doses de nitrogênio da concentração foliar de Mg (Tabela 4) o consorcio de milho + *C. spectabilis* foi o que apresentou melhor desempenho (4,6 g kg⁻¹).

Desdobrando o nitrogênio no feijão com os consórcios da concentração foliar de Ca (Tabela 4), nota-se que na dose de 100% de N no feijão no milho solteiro (9,9 g kg⁻¹) e 50% da dose de N com o consorcio de milho + *C. spectabilis* (9,2 g kg⁻¹), obtiveram melhor desempenho.

Nos desdobramentos apresentados (Tabela 4), pode-se ver que houve um comportamento irregular entre os resultados apresentados das concentrações foliares de N, K, Ca e Mg.

Tabela 4. Desdobramento da interação significativa da análise de variância referente a concentração foliar de N, K, Ca e Mg no estágio fenológico R6 (florescimento pleno) do feijão coadjuvado primeira safra após consórcio de milho com plantas de cobertura e doses de nitrogênio em cobertura, Dracena, SP, Brasil, 2023.

Concentração foliar de N (g kg⁻¹)					
Doses de nitrogênio no milho (kg ha ⁻¹)					
Consórcio	0	40	80	120	
M	27,0	27,2	29,3	30,4	RQ ^{*(1)}
M + C	29,7	26,9	26,4	29,3	RQ ^{*(2)}
M + U	28,4	28,2	29,8	30,2	n.s.
M + C + U	29,5	28,5	26,5	27,5	n.s.
DMS (5%)	Consórcio dentro de dose de N – 3,4762				
Concentração foliar de K (g kg⁻¹)					
Doses de nitrogênio no milho (kg ha ⁻¹)					
Consórcio	0	40	80	120	
M	15,9	18,5 a	15,5 b	14,4	RQ ^{*(3)}
M + C	18,1	15,4 ab	14,5 b	17,2	RQ ^{*(4)}
M + U	16,7	16,6 a	19,6 a	14,6	RQ ^{*(5)}
M + C + U	16,5	12,5 c	13,3 b	14,8	RQ ^{*(6)}
DMS (5%)	Consórcio dentro de dose de N – 3,4427				
Concentração foliar de Ca (g kg⁻¹)					
Doses de nitrogênio no milho (kg ha ⁻¹)					
Consórcio	0	40	80	120	
M	7,4	11,6 a	7,9	9,4 a	n.s.
M + C	8,6	8,5 b	7,3	10,3 a	RQ ^{*(7)}
M + U	7,3	8,3 b	9,1	7,0 b	RQ ^{*(8)}
M + C + U	8,3	7,4 b	7,6	6,4 b	RQ ^{*(9)}
DMS (5%)	Consórcio dentro de dose de N – 1,9083				
Concentração foliar de Mg (g kg⁻¹)					
Doses de nitrogênio no milho (kg ha ⁻¹)					
Consórcio	0	40	80	120	
M	3,6	4,1 a	3,2 ab	3,4 ab	n.s.
M + C	3,8	4,6 a	3,0 b	4,0 a	n.s.
M + U	3,4	4,0 ab	3,9 a	3,4 ab	n.s.
M + C + U	3,6	3,2 b	3,2 ab	2,7 b	n.s.
DMS (5%)	Consórcio dentro de dose de N – 0,8174				
Concentração foliar de Ca (g kg⁻¹)					
Consórcio (C)					
NF	M	M + C	M + U	M + C + U	
50%	8,3 b	9,2 a	7,8	7,4	
100%	9,9 a	8,1 b	8,0	7,4	
DMS (5%)	Consórcio dentro de dose de N – 1,0214				
Concentração foliar de Mg (g kg⁻¹)					
Doses de nitrogênio no milho (kg ha ⁻¹)					
NF	0	40	80	120	
50%	3,5	3,8	3,4	3,2	RQ ^{*(10)}
100%	3,6	4,1	3,2	3,5	n.s.
DMS (5%)	Consórcio dentro de dose de N – 0,4375				

M: Milho; C: *Crotalaria spectabilis*; U: *Urochloa ruziziensis*; aplicação de nitrogênio no feijão (NF); médias seguidas de mesma letra, minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5 % de significância. ⁽¹⁾ $y = -1,4063x^2 + 1,3875x + 26,855$ ($R^2 = 94,86\%$); ⁽²⁾ $y = 8,9063x^2 - 11,112x + 29,755$ ($R^2 = 99,27\%$); ⁽³⁾ $y = -5,7813x^2 + 5,0625x + 16,275$ ($R^2 = 68,91\%$); ⁽⁴⁾ $y = 8,4375x^2 - 11,025x + 18,19$ ($R^2 = 98,00\%$); ⁽⁵⁾ $y = -7,6563x^2 + 8,3625x + 16,145$ ($R^2 = 51,52\%$); ⁽⁶⁾ $y = 8,5937x^2 - 11,387x + 16,295$ ($R^2 = 90,99\%$); ⁽⁷⁾ $y = 4,8438x^2 - 4,8375x + 8,865$ ($R^2 = 69,25\%$); ⁽⁸⁾ $y = -4,8438x^2 + 5,7875x + 7,165$ ($R^2 = 86,83\%$); ⁽⁹⁾ $y = -0,4688x^2 - 0,8125x + 8,175$ ($R^2 = 83,09\%$); ⁽¹⁰⁾ $y = -0,7813x^2 + 0,6125x + 3,545$ ($R^2 = 78,40\%$).

6 CONCLUSÃO

O consórcio entre milho + *C. spectabilis* ausentes de adubação nitrogenada, bem como o cultivo de milho solteiro associado a dose de 120 kg ha⁻¹ N proporcionaram incrementos no acúmulo de matéria seca na planta toda do feijão.

O consórcio entre milho + *C. spectabilis* + *U. ruziziensis* proporcionou redução da concentração de P, K, Ca e Mg foliar do feijoeiro.

Os consórcios entre milho + *C. spectabilis* (2.753 kg ha⁻¹) e entre milho + *U. ruziziensis* (2.717 kg ha⁻¹) proporcionaram incrementos na produtividade de grãos do feijão.

Os consórcios entre milho + *C. spectabilis* associado a doses de 0 e 80 kg ha⁻¹ N e entre milho + *U. ruziziensis* associado a doses de 80 e 120 kg ha⁻¹ N propiciou incrementos na produtividade de grãos do feijão.

As interações entre consórcios e doses de nitrogênio em milho, aplicação de nitrogênio no feijão com doses de nitrogênio em milho e doses de nitrogênio no feijão com doses de nitrogênio no milho, apresentaram comportamento de forma variável nas concentrações de N, K Ca e Mg.

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. E atual. Campinas: Instituto Agronômico, 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, 1998.56p.
- ALVARENGA, R. C.; COBUCCI, T.; KLUTHCOUSKI, J.; WRUCK, F. J.; CRUZ, J. C.; GONTIJONETO, 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 33thesoybean 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 coinoculação na soja. **Revista Caatinga**, v. 33, n. 3, p. 633-643, 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.
- CASTRODIAS, M. B., DEPINHO 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.
- CHIBEBA, A. M., GUIMARÃES, M. D. F., BRITO, O. R., NOGUEIRA, M. A., ARAUJO, R. S., & HUNGRIA, M. **Coinoculation of soybean with *Bradyrhizobium* and *Azospirillum* promotes early nodulation**. Embrapa Soja-Artigo em periódico indexado (ALICE), 2015.
- 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.
- CHRISTIANSEN, J. E. **Irrigation by sprinkling**. Berkely: Universit of California, 1942. 124p.
- 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.
- CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. Décimo segundo levantamento. v. 7, n. 12, setembro, 2020.
- 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 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: 20 de agosto 2022.
- 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.
- 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.
- 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.

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 palisadegrass biomass in diferente 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 SOUZA ROCHA, A. F., OLIVEIRA, I. P., COSTA, P. H. C. P., SOUZA, W. F.; AQUINO, M. M. Dynamics of biomass of pearl millet and Paiguas palisadegrass in different forage systems and sowing periods in yield of soybean. **African Journal of Agricultural Research**, v. 11, n. 45, p. 4661-4673, 2016.

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 nabo forrageiro no plantio direto. **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/embrapasoja/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.

DEOLIVEIRA, A. L. M., COSTA, K. R., FERREIRA, D. C., MILANI, K. M. L., DOSSANTOS, 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.

DEOLIVEIRA, 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., DEFREITASSIA, 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 em 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: 14 de agosto de 2022.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Tecnologia de coinoculação combina alto rendimento com sustentabilidade na produção de soja e do 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: 17 de julho de 2022.

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

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

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=IwAR1kmSRLviymGr4WUVbWOo3Fi2hImvb5Ex9gvLANCn6TdFLK8uzyt nJN5LA>. Acesso em: 20 de agosto de 2022.

RODRIGUES TORRES, José Luiz. et al. CULTIVO DE FEIJÃO E MILHO EM SUCESSÃO A PLANTAS DE COBERTURA. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 27, n. 4, p. 117 – 125, 2014.

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., & BUZZETTI, 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 inovações 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. Changes 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 system 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.

XAVIER, Terezinha Ferreira. et al. Inoculação e adubação nitrogenada sobre a nodulação e a produtividade de grãos de feijão-caupi. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.7, p.2037 – 2041, 2008.

NETO, A. S., COELHO, A. P., MORELLO, O. F., LEMOS, L. B., & MINGOTTE, F. L. C. Doses de nitrogênio em cultivares de feijão-comum em sistema plantio direto recém-instalado. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v. 10, n. 1, p. 075-083, 2022.

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 de 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.

PIAS, O. H. D. C., WELTER, C. A., TIECHER, T., CHERUBIN, M. R., FLORES, J. P. M., ALVES, L. A., & BAYER, C. Common bean yield responses to nitrogen fertilization in Brazilian no-till soils: A meta-analysis. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 46, p., 2022.

PIMENTEL GOMES, F.; GARCIA, C. H. **Estatística aplicada a experimentos agrônômicos e florestais: 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 agrônomo (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).
- RAMOSJUNIOR, 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 safra com 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 rotation under no-till. **Soiland Tillage Research**, v.155, p.45-53, 2016.
- 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 Agrônômica**, v. 48, n. 2, p.221-230, 2017.
- 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.
- 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.
- SECRETI, 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.
- SOARES, B. L., FERREIRA, P. A. A., RUFINI, M., MARTINS, F. A. D., OLIVEIRA, D. P., REIS, R. P., ANDRADE, M. J. B., MOREIRA, F. M. D. S. Agronomic and economic efficiency of common-bean inoculation with rhizobia and mineral nitrogen fertilization. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.40, p.1-13, 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.
- 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 amucilage-associated diazotrophic microbiota. **PLoS biology**, v.16, n.8, p.e2006352, 2018.

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 1. Sistema radicular do feijoeiro nos estádios iniciais.



Figura 2. Início da implantação do experimento.



Figura 3. Nodulação presentes no sistema radicular do feijoeiro.



Figura 4. Colheita para avaliação da produtividade.



Figura 5. Pesagem e separação das análises produtivas do feijão.



Figura 6. Secagem das amostras para moagem.



Figura 7. Trilha mecânica do feijão para análises produtivas.