

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

**Nathalia dos Santos Barbosa**  
Graduando em Engenharia Agrônoma

**EFEITO RESIDUAL DE SISTEMAS DE CONSÓRCIO E  
INOCULAÇÃO COM *AZOSPIRILLUM BRASILENSE* EM  
FEIJOEIRO IRRIGADO**

Dracena-SP

2022

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

**Nathalia dos Santos Barbosa**

Graduando em Engenharia Agrônômica

**EFEITO RESIDUAL DE SISTEMAS DE CONSÓRCIO E  
INOCULAÇÃO COM *AZOSPIRILLUM BRASILENSE* EM  
FEIJOEIRO IRRIGADO**

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 Nascimento

Dracena-SP

2022

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

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

Título: *Efeito residual de sistemas de consórcio e inoculação com Azospirillum brasilense em feijoeiro irrigado*

Modalidade: Trabalho de ... Atividades de pesquisa; ou atividades de extensão; ou produtos de inovação e serviços; ou revisão bibliográfica com análise crítica..

Autor: *Nathalia dos Santos Barbosa*

Orientador (a): *Prof. Wagner do Nascimento*

Co-orientador(es):

Número de Créditos: 12

Data da aprovação e correção de acordo com as sugestões da Banca: 19/07/2022

*Wagner do Nascimento*

Nome membro da Banca

*Samuel Lenardi*

Nome membro da Banca

*[Assinatura]*

Nome membro da Banca

## DEDICATÓRIA

Ao meu pai Edson Ferreira Barbosa e minha mãe Adriana Aparecida dos Santos, 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 e por todas as bênçãos.

Agradeço a UNESP - FCAT pela oportunidade de estudos.

Agradeço aos meus pais, Edson Ferreira Barbosa e Adriana Aparecida dos Santos, que desde o início se moveram de todas as formas para que meu sonho fosse realizado e que foi a minha base para tudo. Sem eles não teria conseguido.

Agradeço a minha família em geral por todo apoio dado a mim.

Agradeço aos meus amigos, que por muitas vezes me ajudaram nos estudos e em problemas pessoais.

Agradeço aos professores, em especial ao meu orientador Prof. Dr. Vagner do Nascimento, por todo aprendizado, por toda disponibilidade e paciência.

Agradeço a banca examinadora, Prof. Dr. Sérgio Bispo Ramos e Prof. Dr. Samuel Ferrari, pela disponibilidade e pelas orientações até aqui.

“Aquele que tem uma profissão tem um bem;  
aquele que tem uma vocação tem um cargo de  
proveito e honra.” (Benjamin Flanklin, séc XVIII).

## RESUMO

A adoção do consórcio de milho com plantas de cobertura aliado a tecnologia de inoculação com *Azospirillum brasilense* pode proporcionar melhorias positivas nos atributos do solo, no controle da erosão hídrica, além do aporte de resíduos culturais deixados na sua superfície, bem como desempenho produtivo de culturas comerciais em sucessão. Assim, o objetivo desta pesquisa foi 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 irrigado por aspersão. O delineamento experimental foi em blocos casualizados disposto em esquema fatorial 4x2 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*, *C. spectabilis* + *U. ruziziensis*) na presença e ausência da aplicação via foliar (no estágio fenológico V<sub>4</sub>) do inoculante contendo *Azospirillum brasilense*, com quatro repetições. Foram avaliadas na cultura do feijão: população de plantas, matéria seca de plantas, concentração foliar de nitrogênio, número de vagens por planta, número de grãos por planta, número médio de grãos por vagem, massa de cem grãos, produtividade de grãos e ciclo. Na análise estatística das variáveis avaliadas os dados foram submetidos à avaliação dos pressupostos estatísticos e a análise de variância. Para verificar os efeitos isolados e da interação entre os fatores as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, adotando-se nível de 5% de significância ( $p < 0,05$ ). O uso de inoculante no feijoeiro em sucessão a sistemas de consórcio de milho com plantas de cobertura pode causar efeitos residuais positivos na cultura.

**Palavras-chave:** *Crotalaria spectabilis*, *Urochloa ruziziensis*, *Phaseolus vulgaris*. Consórcio. Inoculação.

## ABSTRACT

The adoption of the brazil technology consortium with protection corn allied to inoculation plants can provide adjustments with special attributes, without control of brazil photometry, in addition to cultural protection support for individual solutions on its surface, as well as productive performance of crops acquired in succession. Thus, the objective of this research was to evaluate the residual effect of corn intercropping systems with cover crops and inoculation via foliar with *Azospirillum brasilense*, on the growth and productivity of bean irrigated by persion. The experimental design was randomized in a 4x2 factorial scheme for beans, with four replications in blocks. The treatments consisted of single corn predecessor crops and intercropped with cover crops (*Crotalaria spectabilis*, *Urochloa ruziziensise*, *C. spectabilis* + *U. ruziziensis*) in the presence and absence of foliar application (at phenetic stage V4) of the inoculant with *Azospirillum brasilense* , with four. : plant varieties of medium-grain plants in the dry bean crop, plant content of medium-grain plants of active grains, number of average plant masses, plant grains, number of average-grain plants per pod, grain yield and cycle . In the analysis of the evaluations of the evaluations of the data, the configurations of the statistical data and the analysis of variables were included. For the control and analysis factors of selected tests, they were significantly approved by the Tukey test ( $p < 0.05$ ). The use of inoculant in common bean in succession to corn intercropping systems with cover crops can cause positive residual effects on the crop, which can result in a decrease in economic costs.

**Keywords:** *Crotalária spectabilis*, *Urochloa ruziziensis*, *Phaseolus vulgaris*. Consortium. Inoculation.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - 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.....	18
<b>Figura 2</b> - Semeadura do feijão sob a palhada do milho .....	38
<b>Figura 3</b> - Tratamento das sementes de feijão com inseticidas e fungicida.....	38
<b>Figura 4</b> - Inoculante líquido <i>Azospirillum brasilense</i> .....	38
<b>Figura 5</b> - Semeadora-adubadora utilizada para a semeadura do feijão.....	38
<b>Figura 6</b> - Adubação de cobertura utilizando Ureia (45% de Nitrogênio).....	38
<b>Figura 7</b> - 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 co-inoculado com bactérias promotoras de crescimento.....	23
<b>Figura 8</b> - Feijoeiro em suas primeiras semanas emergido, 12 DAE.....	38
<b>Figura 9</b> - Colheita do feijoeiro e avaliação da população final .....	39
<b>Figura 10</b> - Plantas de feijoeiro da estufa para secagem a 65°C.....	39
<b>Figura 11</b> – Pesagem das amostras para determinação de massa.....	39
<b>Figura 12</b> - Moagem das amostras secas de feijoeiro.....	39
<b>Figura 13</b> - Coleta de plantas para avaliação de componentes de produção....	39

## LISTA DE TABELAS

**Tabela 1** - Resultados dos atributos químicos do solo da área experimental, antes da instalação do experimento, Dracena, SP, Brasil, safra 2021.....19

**Tabela2** - Valores médios de população final (PF) de plantas, massa seca das plantas (MSP), concentração foliar de nitrogênio (N), 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 cultivo de milho consorciado com plantas de cobertura e inoculado com *Azospirillum brasilense*, Dracena, SP, Brasil, 2021.....29

**Tabela3** - Desdobramento das interações significativas da análise de variância referente à massa seca das plantas, concentração foliar de nitrogênio, número de vagens por planta, número de grãos por planta, número de grãos por vagem do feijão em primeira safra co-inoculado em sucessão ao cultivo de milho consorciado com plantas de cobertura e inoculado com *Azospirillum brasilense*, Dracena, SP, Brasil, 2021.....31

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	12
2 OBJETIVOS .....	13
2.1 Objetivo Geral.....	13
3 REVISÃO DE LITERATURA .....	14
3.1 Conhecimentos gerais e socioeconômicos do feijão .....	14
3.1.1 Sistemas de consórcio de milho com plantas de cobertura .....	14
3.1.2 Inoculação com bactéria <i>Azospirillum brasilense</i> .....	16
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	18
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	28
6 CONCLUSÃO.....	34
REFERÊNCIAS.....	34
APÊNDICES .....	38

## 1 INTRODUÇÃO

O consórcio é um sistema onde há o cultivo de duas ou mais culturas em uma mesma área, interagindo entre si e com o ambiente consorciado. Esse modo de produção fornece benefícios econômicos, pois permite o aproveitamento de diversas atividades rentáveis. Já em relação ao ambiente podemos citar benefícios como proteção do solo contra possíveis erosões, possibilidade de ciclagem de nutrientes, aumento de diversidade microbiológica do solo, elevada exploração de área de plantio e fornecimento de nutrientes para culturas em sucessão. A *Crotalaria spectabilis* e *Urochloa ruziziensis* se mostram como alternativas para o uso em consórcio com diversas culturas como milho, tanto pela característica de fixação biológica de nitrogênio quanto pela produção significativa de palhada que serve como cobertura para plantio direto.

Para uma boa produção é necessário um solo com capacidade para tal, e vários fatores devem ser levados em consideração, como teor de matéria orgânica e nitrogênio presentes. Muitas vezes o solo não possui um nível adequado desses dois componentes e uma alternativa para tal problemática é o uso de inoculação de bactérias diazotróficas do gênero *azospirillum brasiliense*, com isso se tem uma maior fixação de N, reduzindo o uso de fertilizantes nitrogenados e, além disso, podendo influenciar positivamente nos aspectos químicos da palhada e fornecimento de nutrientes para culturas sucessoras.

Sendo cultivado tanto por pequenos e grandes produtores, o feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*) tem um papel muito importante na base nutritiva das famílias brasileiras fazendo com que o Brasil seja o terceiro produtor mundial, sem muitos excedentes para exportação. Apresenta um ciclo de 75 a 90 dias dependendo da cultivar e do clima do ambiente, uma característica que se torna aliada aos produtores e podendo ser cultivado dentro de diversos sistemas de produção.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Analisar o efeito residual após o uso de sistemas de consórcios de plantas de cobertura e inoculação com *azospirillum brasilense* em feijoeiro irrigado.

### **3 REVISÃO DE LITERATURA**

#### **3.1 Conhecimentos gerais e socioeconômicos do feijão**

A cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris L.*) é pertencente à família das fabaceas, sendo uma leguminosa. É uma cultura considerada de extrema importância na nutrição humana, principalmente das cozinhas brasileiras, por conta de ser ótima fonte de energia e possui baixo teor de gordura. Faz parte da dieta de famílias de baixa renda, destacando a comunidade rural (COELHO, 2018). Possuem 14 tipos de feijão que são cultivados, onde o carioca, fradinho, o preto e os feijões de cores como vermelho, branco, roxo e outros, os mais conhecidos no Brasil (COELHO, 2018).

Em relação à cadeia produtiva, os maiores produtores mundiais de feijão são Índia com produção de 5,8 milhões toneladas, Mianmar com produção de 5.310.000 toneladas e por terceiro o Brasil com produção de 2.906.508 toneladas (FAOSTAT, 2019). A produção total está estimada em 3,1 milhões de toneladas no ano de 2022. Nas safras 2020/21 e 2021/22 a produção do Brasil está estimada em 2.893,8 e 3.110,8 mil toneladas respectivamente, onde as regiões centro – oeste, sudeste e sul possuem as maiores expectativas com uma produção de 777, 713,7 e 706,9 mil toneladas respectivamente (CONAB, 2022). No Brasil é possível produzir feijão em três safras no ano agrícola dependendo da região e local. No ano de 2020, de acordo com a Conab, a produção nacional das três safras foi de 3,2 milhões de toneladas.

##### **3.1.1 Sistemas de consórcio de milho com plantas de cobertura**

Com o passar dos anos, novas tecnologias foram sendo desenvolvidas e os estudos acerca foram aumentando. A partir disso grande maioria da agricultura se concentra em produzir em semeadura direta na palhada oriunda de plantas secundárias cultivadas anteriormente. Dessa forma os agricultores e profissionais da área seguem buscando espécies de plantas alternativas para o cultivo a fim de serem introduzidas em sistemas de consórcios (OLIVEIRA; ROSA, 2019).

O consórcio é um sistema onde há o cultivo de duas ou mais espécies de plantas na mesma área simultaneamente. No caso, é cultivada a espécie econômica juntamente com a espécie de cobertura desejada (BORGES, 2018). De acordo com Sabundjian (2013), os benefícios oferecidos pelas plantas de

cobertura causam efeitos nos aspectos químicos, físicos e biológicos do solo. Em relação aos químicos pode-se citar o aumento de matéria orgânica do solo em longo prazo, aumento da CTC efetiva e da disponibilidade de nutrientes; no biológico aponta-se as melhorias das atividades macro e microfauna existentes no solo, que são responsáveis pela maior parte das reações de ciclos de carbono e nitrogênio; enfim, em relação aos aspectos físicos, as melhorias são na agregação do solo e aumento da infiltração de água e porosidade e aeração do solo. Além disso, restos vegetais em sistema de plantio direto protegem o solo da radiação solar, diminui a evaporação da água, dissipa a energia do impacto das gotas de chuva e irrigação e oferece maior eficiência da ciclagem nos nutrientes (GASSEN e GASSEN, 1996).

Oliveira e Rosa (2019) notaram que diferentes plantas de cobertura, sendo elas aveia, nabo forrageiro e braquiária, não influenciaram na produtividade do milho em sistema de consórcio, mas citaram que pode haver diferença na cultura sucessora por conta da quantidade de matéria deixada no solo. Apesar disso, Alvarenga *et al* (2001) ressaltou que o uso de plantas de cobertura agrega valor no cultivo de maneira que os custos possam ser equilibrados através de ganho extra, e ainda citou exemplos como milho e sorgo no plantio safrinha.

O uso de gramíneas em consorcio com plantas econômicas proporcionam importantes benefícios para o solo, como o exemplo citado que é a proteção contra erosões e conservação da umidade do solo por maior tempo, além de evitar o alastramento de plantas daninhas no local, levando em conta também, que essa cobertura de solo irá se degradar ao longo do tempo graças aos fatores microbiológicos que existem no solo, e isso fará com que aumente o teor de matéria orgânica e a diversidade de microbiota como bactérias e fungos (DE OLIVEIRA *et al*, 2017).

Diante dos fatos, a maior questão para a sustentabilidade do sistema de plantio direto é a escolha de espécies de plantas de cobertura para cada tipo de situação, e para isso é necessário levar em consideração alguns fatores como a velocidade de degradação dos restos vegetais deixados, pois isso está diretamente relacionado com a temperatura e umidade, que são elementos fundamentais na ação sobre a atividade dos microrganismos decompositores, isso quer dizer que quanto maior a disponibilidade destes, maior será a

quantidade de fitomassa degradada (KHATOUNIAN, 1999 apud SABUNDJIAN, 2013), fato que acontece geralmente nas regiões tropicais e subtropicais (SABUNDJIAN, 2013).

Portanto, esse assunto tem sido pauta em estudos feitos, tanto por conta dos benefícios teoricamente oferecidos, quanto pelas diferentes condições climáticas que temos por todo o território brasileiro (SABUDJIAN, 2013). Com o objetivo de manter a palhada como cobertura até o desenvolvimento da espécie sucessora quando as condições de temperatura e pluviosidade estiverem altas, é aconselhável utilizar resíduos de maior relação C/N, isso porque quanto maior essa relação mais demorada é a sua decomposição (SIMUDI *et al*, 2010 apud SABUDJIAN, 2013). O milho tem sido a cultura de destaque para ser empregada em sistemas de consorcio (principalmente com *Urochloa spp*) por conta da sua tradição de cultivo que vem de anos e devido a ampla variedade de cultivares comerciais adaptadas a diferentes aspectos das regiões brasileiras (SABUDJIAN, 2013).

### **3.1.2 Inoculação com bactéria *Azospirillum brasilense***

Uma das finalidades da agricultura sustentável é o aproveitamento eficiente de nitrogênio atmosférico (GRAHAM; VANCE, 2000 apud SABUDJIAN, 2013). As plantas possuem necessidade de absorção de N para desenvolvimento, e por isso a fertilização nitrogenada é o meio mais fácil que se encontrava para tal feito, porém trazendo custos econômicos e ambientais. Em função disso, profissionais buscam alternativas que possam complementar a fertilização nitrogenada sem que ocorra a diminuição da produção (SABUDJIAN, 2013). Por meio de novas tecnologias entrando no mercado, a inoculação de bactérias diazotróficas como *azospirillum brasilense* tem se tornado uma realidade por oferecer benefícios a um menor custo.

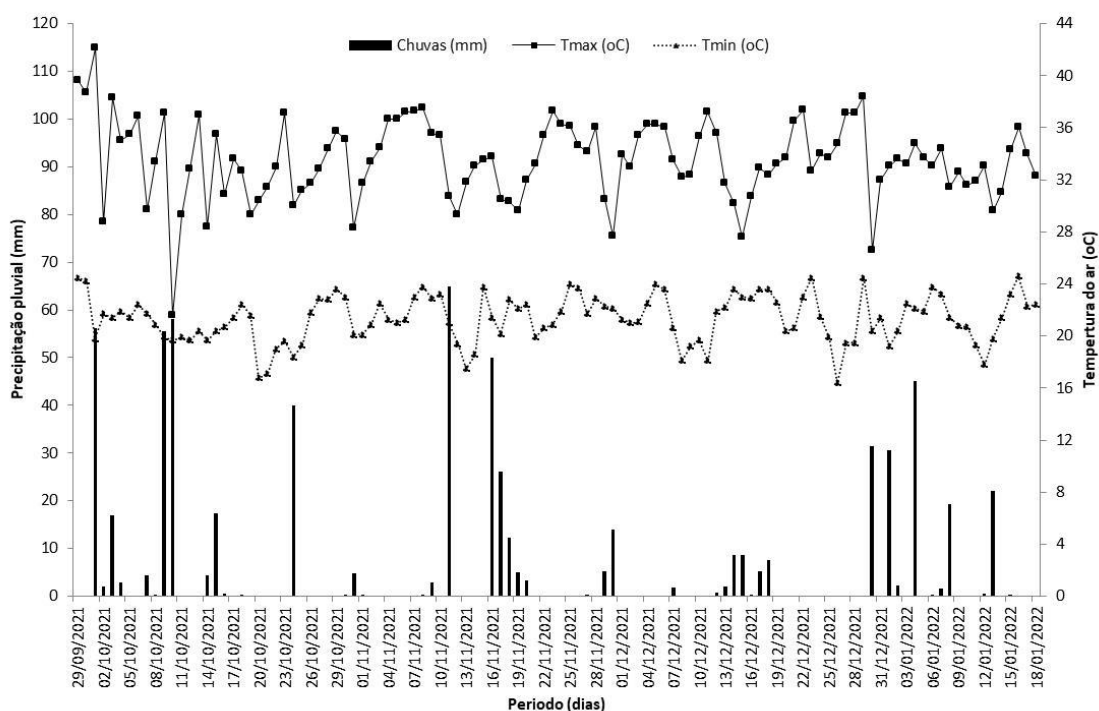
A maior contribuição do processo de fixação biológica de N<sub>2</sub> acontece mediante a associação simbiótica de plantas, da família das leguminosas, e de bactérias de variados gêneros chamados de rizóbios (HUNGRIA, 2011). Ainda de acordo com a autora a simbiose das plantas leguminosas com essas bactérias pode ser notada sem qualquer dificuldade por conta das estruturas denominadas de nódulos, que são formadas nas raízes exclusivamente para o processo de fixação biológica. Na simbiose o nitrogênio atmosférico é

transformado em amônia através de processos metabólicos, disponibilizando o nutriente na forma em que a plantas irão absorver (SILVA *et al*, 2006 apud SOUZA; MARTINS; PEDROSA, 2021). Para tal feito é necessário que ocorra a nodulação, e esse processo ocorre durante a associação simbiótica que é controlada pela troca de sinais entre rizóbios e a planta hospedeira (HIRSCH *et al*, 2003). Esse processo de simbiose resulta em maiores quantidades de fornecimento de N, como por exemplo, em estudos feitos com a soja apontam taxas superiores a 300 kg de N ha<sup>-1</sup> ano nos solos brasileiros, quantidade que suprem total necessidade das plantas (HUNGRIA, 2006).

#### 4 MATERIAL E MÉTODOS

O projeto de pesquisa foi desenvolvido a campo no período de 29 de setembro de 2021 a 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 da área é considerado Argissolo Vermelho distrófico típico de textura arenosa (EMBRAPA, 2013).

As condições climáticas do local são temperatura média anual 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 foram obtidas na estação Meteorológica Campbell Scientific CR10X, instalada na Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas campus Dracena onde o experimento foi conduzido e os dados climáticos estão apresentados na figura 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 consorcio e inoculação em feijoeiro co-inoculado com bactérias promotoras de crescimento.

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso em esquema fatorial 4x2, sendo cultivo de milho solteiro e milho consorciado com as culturas de cobertura *Crotalaria spectabilis*, *Urochloa ruziziensis* e *Crotalaria spectabilis* + *Urochloa ruziziensis*, com e sem aplicação foliar (estágio fenológico V4) de inoculante contendo bactéria *Azospirillum brasilense* com 4 repetições.

Antes do estabelecimento do experimento, foi realizada coleta de solo na área, com um trado holandês, de 20 amostras simples para obter uma amostra composta. Foram coletadas amostras nas camadas de 0,00 – 0,20 e 0,20 – 0,40 m. Os resultados médios das análises estão apresentados na tabela 1.

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

	<b>P</b>	<b>M.O.</b>	<b>pH</b>	<b>K</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>H+Al</b>	<b>Al</b>	<b>SB</b>	<b>CTC</b>	<b>V</b>	<b>m</b>
<b>Prof.(m)</b>	mg dm <sup>-3</sup>	g dm <sup>-3</sup>	CaCl <sub>2</sub>	-----mmol.cdm <sup>-3</sup> -----							%	%
0,00-0,20	21	12	6,1	2,0	20	11	11	0	33,0	44,0	75	0
0,20-0,40	12	10	4,9	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 cations; V (%): saturação por bases; m (%): saturação por alumínio.

Após a colheita da cultura do milho com os sistemas de consórcio com *Crotalaria spectabilis* e *Urochloa ruzizienses*, foi feita operação mecânica de trituração (roçadeira) na área a fim de manter as plantas de milho e de cobertura no solo para então, realizar a semeadura do feijoeiro. A instalação do cultivo de feijão foi feita seguindo as parcelas de milho cultivado antecipadamente. O solo ficou em pousio e em seguida feito dessecação química 15 dias antes da semeadura, onde foi utilizado Glifosato 720 WG (1,585 kg.ha<sup>-1</sup> de i.a). Após a dessecação das plantas, a semeadura pode ser realizada sob irrigação por aspersão de acordo com o delineamento experimental e os tratamentos optados. Um dia antes da semeadura, a semeadora - adubadora foi regulada para distribuição de 14 sementes por metro linear no solo com o objetivo de se obter de 12 a 13 plantas e 295 kg/há de adubo de formulação 4-30-10 de N – P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – K<sub>2</sub>O, de acordo com a recomendação de Raij e Cantarella (1996).

As parcelas do experimento foram compostas por 4 linhas de 5 metros de comprimento de semeadura, sendo considerados úteis as 2 linhas centrais desprezando 0,5 m de cada extremidade de cada linha. O espaçamento entre linhas foi de 0,45 m (apêndice 2).

A cultivar utilizada foi de Feijão carioca IAC 1850, sendo a semeadura realizada no dia 29 de setembro de 2021. As sementes foram tratadas com inseticida e fungicida com os princípios ativos: piraclostrobina ( $5 \text{ g.ha}^{-1}$  de i.a), tiofanato metílico ( $45 \text{ g.ha}^{-1}$  de i.a) e fipronil ( $50 \text{ g.ha}^{-1}$  de i.a) de acordo com as recomendações do fabricante para cultura, 200 ml do produto para 100 kg de sementes de feijão (apêndice 3).

Após a secagem dos produtos nas sementes, foi realizada a inoculação *Azospirillum brasilense* (estirpes Ab-V5 e Ab-V6) na dose de  $200 \text{ mL ha}^{-1}$  de inoculante líquido com garantia de  $2 \times 10^8 \text{ UFC ml}^{-1}$  (apêndice 4) juntamente com solução açucarada a 10% para maior adesão das bactérias nas sementes. Todo o processo foi feito horas antes da semeadura que foi realizada na parte da manhã do dia 29 de setembro de 2021, com auxílio de uma semeadora-adubadora acoplada ao trator (apêndice 5).

Para a adubação de cobertura foi feita a divisão em duas etapas e utilizando ureia como fonte de nitrogênio. Foi realizada a primeira adubação de cobertura aos 17 dias após emergências (DAE) das plantas no dia 23 de outubro de 2021, usando  $40 \text{ kg.ha}^{-1}$  de N e a segunda adubação foi feita no dia 03 de novembro de 2021, aos 35 DAE, na mesma quantidade, com ureia a 46% de N (apêndice 6).

Para o controle de plantas daninhas foi utilizado controle químico com herbicidas pós-emergentes, porém como a cultivar de feijão semeada não era tolerante a herbicidas, o manejo foi dificultoso. Durante a condução do experimento foi utilizado o herbicida bentazona ( $0,720 \text{ kg.ha}^{-1}$  de i.a) no dia 15 de outubro de 2021 de acordo com as recomendações da bula para controle de Trapoerabas (*Commelina erecta*) existentes na área. No dia 21 de outubro de 2021, após 15 dias da emergência da cultura, foi aplicado o herbicida cletodim ( $0,108 \text{ kg.ha}^{-1}$  de ETo i.a) a fim de controlar as plantas voluntárias de milho e a última aplicação do herbicida diquate ( $0,3 \text{ kg.ha}^{-1}$  de i.a) para dessecação da cultura e plantas daninhas no dia 10 de janeiro de 2022 aos 96 DAE, facilitando a posterior colheita.

Em relação ao controle de pragas e doenças, foram feitas três aplicações químicas. No dia 28 de outubro de 2021 foi aplicado o inseticida imidacloprido ( $0,1 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  de i.a) para o controle de inseto-praga na lavoura e o fungicida azoxistrobina ( $80 \text{ g}\cdot\text{ha}^{-1}$  de i.a) e difenoconazol ( $50 \text{ g}\cdot\text{ha}^{-1}$  de i.a). No dia 22 de novembro de 2021, aos 47 DAE foi aplicado o fungicida propiconazol ( $100 \text{ g}\cdot\text{ha}^{-1}$  de i.a) para controle de fungos e o inseticida profenofós ( $320 \text{ g}\cdot\text{ha}^{-1}$  de i.a) e cipermetrina ( $32 \text{ g}\cdot\text{ha}^{-1}$  de i.a) para controle de inseto-praga. No dia 17 de dezembro de 2021, aos 72 DAE foi aplicado a última pulverização de fungicidas piraclostrobina ( $66,5 \text{ g}\cdot\text{ha}^{-1}$  de i.a) e epoxiconazol ( $25 \text{ g}\cdot\text{ha}^{-1}$  de i.a) e inseticidas tiametoxam ( $169,2 \text{ g}\cdot\text{ha}^{-1}$  de i.a) e lambda-cialotrina ( $127,2 \text{ g}\cdot\text{ha}^{-1}$  de i.a).

Para o manejo 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, de acordo com a escala fenológica de Fernandez et al. 1986 e os valores de coeficiente de cultura ( $k_c$ ) propostos por Doorenbos e Kassam (1979).

O manejo foi conduzido de acordo com a evapotranspiração de referência ( $ET_0$ ), 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 ( $\text{m s}^{-1}$ ) 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 ( $ET_0$ ):

$$ET_0 = \frac{0,408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma (1 + 0,34u_2)}$$

$R_n$  = 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 ( $\text{m s}^{-1}$ );

$e_s$  = pressão de saturação de vapor (kPa);

$e_a$  = pressão parcial de vapor (kPa);

$\Delta$  = 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:

$ET_c = K_c \times ET_o$ , onde:

Lâmina líquida (mm) =  $K_c \times ET_o$

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

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

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

$ET_o$  = evapotranspiração da cultura de referência estimada ( $\text{mm dia}^{-1}$ ) 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  $ET_c$ , sendo realizado em turno de rega fixo de 4 dias. Para determinação das lâminas de irrigação foi adotada o Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CUC), 1942, com mínimo de 75% de uniformidade, que foi avaliado após a instalação do sistema de irrigação e ajustado por meio do tempo de funcionamento do sistema.

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

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

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);

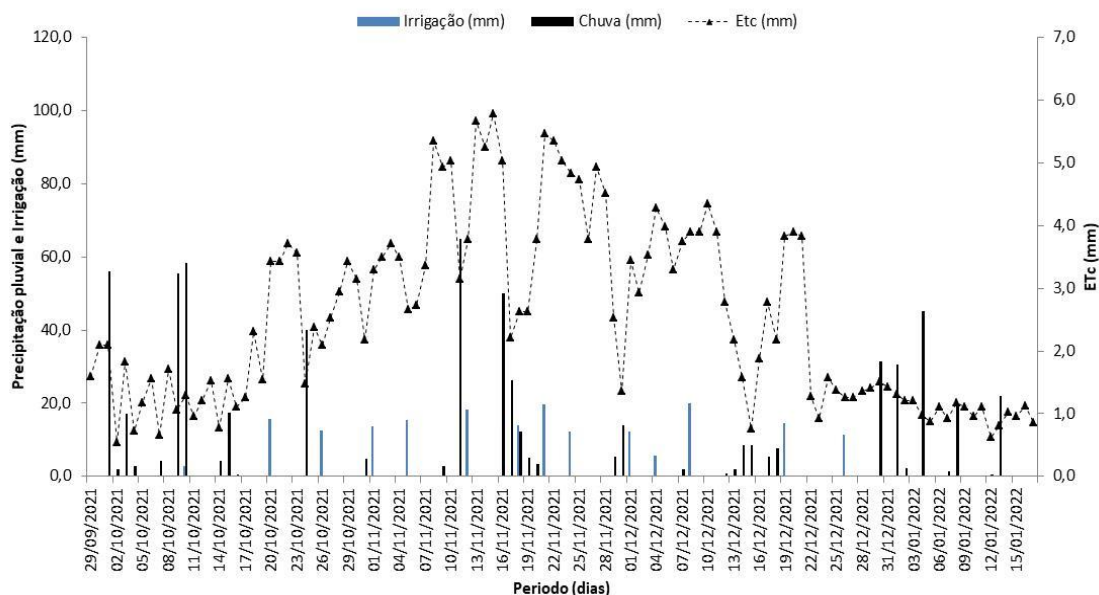
$\theta_{cc}$  e  $\theta_{pmp}$  = umidade volumétrica do solo na capacidade de campo e ponto de murcha permanente ( $cm^3\ cm^{-3}$ ), ajustado segundo Genuchten (1980);

$d$  = 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 Doorembus e Kassam (1979);

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

O manejo da água de irrigação foi baseado na ETo pelo método de Penman-Monteith. Esses dados foram transformados em umidade volumétrica, segundo o modelo de Genuchten (1980). Os parâmetros desse modelo apresentam se expressos na figura 9.



**Figura 7.** 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 co-inoculado com bactérias promotoras de crescimento.

Para análises nutricionais foram realizadas as seguintes avaliações na cultura do feijão:

1. População de plantas: foi avaliada a população de plantas por meio da contagem de plantas em duas linhas da área útil das parcelas com aproximadamente 12 DAE no dia 18 de outubro de 2021 (apêndice 8) das plantas (estádio V2) e no momento da colheita para fazer a contabilização de plantas  $ha^{-1}$  (apêndice 9).
2. Florescimento pleno: foi avaliado o número de dias transcorridos entre a emergência e a floração de 50% das plantas das parcelas.
3. Massa seca (MS) de plantas: por ocasião do florescimento pleno (estádio R6) das plantas na data de 19 de novembro de 2021, foram coletadas dez plantas em local pré-determinado na área útil, que foram acondicionadas em sacos de papel identificadas e levadas ao laboratório e submetidas à secagem em estufa de ventilação forçada à temperatura média de 65°C (apêndice 10) até atingir massa em equilíbrio.

Posteriormente as amostras foram pesadas e os valores convertidos em g planta<sup>-1</sup> (figura 11).

4. Concentração foliar de nitrogênio: As folhas das plantas coletadas para avaliação de massa seca, na fase de desenvolvimento R6 (florescimento), foram moídas em moinho tipo Willey (apêndice 12) para em seguida serem submetidas à digestão sulfúrica, conforme metodologia proposta por Malavolta et al. (1997).
5. Componentes da produção: Foram coletadas, por ocasião da colheita, 10 plantas na área útil das parcelas (apêndice 13) 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; número médio de grãos por vagem: foi calculado através da relação do número total de grãos/número total de vagens; massa de cem grãos: foi obtido por meio da coleta ao acaso e pesagem de duas amostras de cem grãos por parcela.

6. Produtividade de grãos: as plantas da área útil de cada parcela foram coletadas e deixadas para secagem a pleno sol. Após a secagem, as mesmas foram submetidas à trilha mecânica e os grãos foram pesados e os dados transformados em  $\text{k.g ha}^{-1}$  e corrigidos para umidade de 13 % base úmida.

Os resultados foram submetidos ao teste F da análise de variância e constatada a interação significativa entre as fontes de variação, procedendo-se o desdobramento, comparando as médias dos sistemas de consórcios e 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**

A emergência das plantas de feijão aconteceu no oitavo dia após a semeadura (DAS) de forma uniforme e satisfatória. O florescimento ocorreu no estágio reprodutivo R6, período que se inicia com 50% das flores abertas e termina com 100% das flores abertas. A colheita foi feita aos 103 dias após a emergência (DAE) das plantas.

Os resultados em relação a população final de plantas (PF), massa seca das plantas (MSP), concentração foliar de nitrogênio (N), 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 estão apresentados na tabela 2.

**Tabela 2.** Valores médios de população final (PF) de plantas, massa seca das plantas (MSP), concentração foliar de nitrogênio (N), 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 cultivo de milho consorciado com plantas de cobertura e inoculado com *Azospirillum brasilense*, Dracena, SP, Brasil, 2021.

	PF Plantas ha <sup>-1</sup> x 1000	MSP g.planta <sup>-1</sup>	N g.kg <sup>-1</sup>	NVP	NGP	NGV	M100G g	PG Kg.ha <sup>-1</sup>
<b>Inoculação (I)</b>								
Sem	227	11,33	29,3	8,1	37,6	4,7	21,1	2.131 a
Com	217	12,28	31,1	13,7	47,0	3,5	21,8	1.901 b
<b>Consórcio (C)</b>								
M	229	10,64	31,4	8,7	31,8	3,7	21,7	2.237 a
M + C	230	11,45	31,6	12,0	42,4	3,8	21,9	2.270 a
M + U	213	12,75	29,9	11,8	50,2	4,6	22,2	1.764 b
M+C+U	217	12,34	28,1	11,2	44,7	4,3	22,1	1.791 b
<b>Valores de F</b>								
I	3,994 <sup>ns</sup>	7,419*	5,981*	225,617*	47,366*	30,885*	1,667 <sup>ns</sup>	21,315*
C	3,372 <sup>ns</sup>	7,405*	4,625*	17,291*	31,818*	3,997*	0,928 <sup>ns</sup>	30,482*
I x C	2,417 <sup>ns</sup>	67,909*	3,965*	16,861*	12,442*	7,045*	1,215 <sup>ns</sup>	0,564 <sup>ns</sup>
<b>DMS (5%)</b>								
I	--	--	--	--	--	--	--	103,66
C	--	--	--	--	--	--	--	196,55
<b>CV (%)</b>	<b>5,99</b>	<b>8,41</b>	<b>7,03</b>	<b>9,61</b>	<b>9,17</b>	<b>14,92</b>	<b>3,04</b>	<b>6,99</b>

M: milho solteiro; C: *Crotalaria pecetabilis*; U: *Urochloa ruziziensis*; \* significativo a 5% de significância; <sup>ns</sup> – não significativo pelo teste F. Médias seguidas da mesma letra, dentro de inoculação, co-inoculação e sistemas de consórcio não diferem estatisticamente a 5 % de significância.

Analisando a tabela 2, onde contém os dados estatísticos, pode-se notar que houve diferenças significativas em cinco das oito variáveis avaliadas, sendo elas a massa seca de plantas (MSP), teor foliar de nitrogênio (N), número de vagens por planta (NVP) e número de grãos por planta (NGP).

Em relação à massa seca de plantas, houve diferença significativa nos sistemas de consórcio com plantas de cobertura, inoculação com *azospirillum brasilense* e na interação dos respectivos fatores. Portanto é necessário seguir com o desdobramento dos valores. Sabudjian (2013) apresentou em estudo feito, que as diferentes coberturas testadas não causaram diferenças estatisticamente nos seus resultados em relação à massa seca de plantas, porém obtiveram um aumento linear de massa seca em função das doses de N aplicado. Dessa forma, Silveira; Damasceno (1993) apud Sabudjian (2013)

destacam a importância do nitrogênio no crescimento vegetativo do feijoeiro, já que é um nutriente que constitui a molécula de clorofila, influenciando na produção de fotossíntese.

Nos resultados apresentados do teor de N foliar do feijoeiro, notou-se que houve diferenças estatísticas significativas de acordo com os sistemas de consórcio, inoculação e interação (tabela 2). Soratto *et al* (2008) apud Crusciol *et al* (2009), ao estudar o manejo de N no feijoeiro cultivado em sucessão a consórcios de milho e braquiária, apresenta um aumento de nitrogênio foliar conforme foi sendo feita a aplicação do elemento. Entretanto, sem a aplicação de N, o cultivo de milho em consórcio proporcionou maior teor de N nas folhas das plantas de feijão, fato que o autor explica relacionando-o com a maior ciclagem de nutrientes proporcionados pela forragem das gramíneas, tais quais serão disponibilizados à cultura sucessora. Além disso, o volume de palhada, em uma quantidade adequada, proporciona maior estabilidade da temperatura no solo, evita perda excessiva de água pela evaporação, fatores que favorecem o processo de fixação simbiótica de nitrogênio.

Os resultados relacionados ao número de vagens por planta, número de grãos por planta, número de grãos por vagens tiveram diferenças estatísticas significativas, dados apresentados na tabela 2 e desdobrados na tabela 3. Percebe-se que o número de vagens por planta também teve diferença estatística significativa nos fatores de sistema de consórcio, inoculação e interação entre si. Nota-se que houve uma diferença expressiva no fator de inoculação. O número de grãos por planta também houve diferenças estatísticas significativas. O número de grãos por vagem houve diferenças estatísticas significativas e, além disso, houve uma diferença considerável no fator de inoculação.

**Tabela 3.** Desdobramento das interações significativas da análise de variância referente à massa seca das plantas, concentração foliar de nitrogênio, número de vagens por planta, número de grãos por planta, número de grãos por vagem do feijão em primeira safra co-inoculado em sucessão ao cultivo de milho consorciado com plantas de cobertura e inoculado com *Azospirillum brasilense*, Dracena, SP, Brasil, 2021.

<b>Massa seca das plantas (g planta<sup>-1</sup>)</b>				
<b>Sistemas de Consórcio</b>				
<b>Inoculação</b>	<b>M</b>	<b>M + C</b>	<b>M + U</b>	<b>M + C + U</b>
Sem	7,28 b D	12,70 a B	10,33 b C	15,00 aA
Com	14,00aA	10,20 bB	15,25 aA	9,68 bB
<b>DMS (5%)</b>	C dentro de I (1,4602g planta <sup>-1</sup> ) e I dentro de C (1,9578g planta <sup>-1</sup> )			
<b>Concentração foliar de N (g kg<sup>-1</sup>)</b>				
<b>Sistemas de Consórcio</b>				
<b>Inoculação</b>	<b>M</b>	<b>M + C</b>	<b>M + U</b>	<b>M + C + U</b>
Sem	31,8A	30,6A	29,8A	25,1 bB
Com	30,9	32,6	30,0	31,1 a
<b>DMS (5%)</b>	C dentro de I(3,1251g kg <sup>-1</sup> ) e I dentro de C(4,1901g kg <sup>-1</sup> )			
<b>Número de vagens por planta</b>				
<b>Sistemas de Consórcio</b>				
<b>Inoculação</b>	<b>M</b>	<b>M + C</b>	<b>M + U</b>	<b>M + C + U</b>
Sem	8,8 bB	10,1 a AB	9,8 B	12,0 aA
Com	13,5 aA	7,5 b C	9,7 B	9,2 b AB
<b>DMS (5%)</b>	C dentro de I(1,4891)e I dentro de C(1,9966)			
<b>Número de grãos por planta</b>				
<b>Sistemas de Consórcio</b>				
<b>Inoculação</b>	<b>M</b>	<b>M + C</b>	<b>M + U</b>	<b>M + C + U</b>
Sem	26,8 b B	44,3 A	40,6 b A	38,5 b A
Com	36,7 a C	40,5 C	59,8 aA	50,9 a B
<b>DMS (5%)</b>	C dentro de I (5,6959) e I dentro de C (7,6368)			
<b>Número de grãos por vagem</b>				
<b>Sistemas de Consórcio</b>				
<b>Inoculação</b>	<b>M</b>	<b>M + C</b>	<b>M + U</b>	<b>M + C + U</b>
Sem	3,3 B	3,8 AB	4,6 aA	3,2 B
Com	3,8 AB	4,7A	2,6 bB	3,8 AB
<b>DMS (5%)</b>	C dentro de I(0,9541) e I dentro de C(1,2793)			

M: milho solteiro; C: *Crotalaria spectabilis*; U: *Urochloa ruziziensis*; médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente a 5 % de significância.

Analisando o desdobramento apresentado na tabela 3, pode-se notar que a massa seca das plantas em sistema de consórcio de milho + *crotalaria spectabilis* + *urochloa ruzizienses* sem a inoculação de *azospirillum brasilense* obteve um maior resultado em g.planta<sup>-1</sup>, já para o sistema de consórcio de

milho + *urochloa ruzizienses* e milho solteiro com a inoculação de bactéria obteve-se diferença estatística quando comparado com os outros sistemas com inoculação, sendo que esses dois tiveram o maior ganho de g.planta<sup>-1</sup>. Dessa forma, o cultivo de plantas econômicas com espécie de *Crotalaria spectabilis* como cobertura, se mostra favorável na ausência de inoculação em relação ao volume de matéria seca produzida e os sistemas de milho solteiro e milho + *Urochloa ruzizienses* se mostram favoráveis na presença de inoculação.

Diante dos resultados do teor foliar de nitrogênio nota-se que houve diferença significativa no sistema de consórcio de milho + *Crotalaria spectabilis* + *Urochloa ruzizienses* com inoculação se comparado com o mesmo sistema de consórcio sem inoculação. Os demais sistemas, independentes da ausência ou presença de inoculação, não houve diferenças significativas. O milho solteiro e os sistemas de consórcio entre milho + *Crotalaria spectabilis*, milho + *Urochloa ruzizienses* são estatisticamente semelhantes, diferindo do sistema de consórcio entre milho + *Crotalaria spectabilis* + *Urochloa ruzizienses*. Takasu (2019) constou em estudo feito, um maior teor de n foliar no feijoeiro em cultivo sobre coberturas vegetais de milho solteiro ou em milho consorciado com *Crotalaria spectabilis* relacionado com consórcio de milho + *Urochloa brizantha*. O autor explica esse comportamento apontando que, o material oriundo do milho + *Crotalaria spectabilis* apresentava uma menor relação c/n e maiores teores de n em relação ao milho + *Urochloa brizantha* que possuía uma maior relação c/n e menores teores de n, aspectos que provavelmente refletiram nos teores de n foliar da planta de feijoeiro.

Para o número de vagens por planta na inoculação, verifica-se que o milho solteiro na presença de inoculação diferiu estatisticamente do milho solteiro ausente de inoculação. O sistema de milho + *Crotalaria spectabilis* na ausência de inoculação mostrou diferença significativa comparado com a presença de inoculação. O milho + *Urochloa ruzizienses* não teve diferença significativa entre presença e ausência de inoculante. No sistema de milho + *Crotalaria spectabilis* + *Urochloa ruzizienses* com inoculação diferiu estatisticamente do fator ausência de inoculação. Para os sistemas de milho solteiro, milho + *Crotalaria spectabilis* e milho + *Urochloa ruzizienses* não diferiram estatisticamente entre si quando sem inoculação, assim como o sistema milho + *Crotalaria spectabilis* e milho + *Crotalaria spectabilis* + *Urochloa*

*ruzizienses* também não. Quando houve presença do inoculante o sistema milho + *Crotalaria spetabilis* apresentou uma média de ganho mais baixa do que os outros sistemas, sendo então diferente estatisticamente corroborando com os resultados encontrados por Ferreira *et al.*, (2000) no que se refere ao número de vagens por planta, não foram observadas diferenças significativas entre os efeitos dos tratamentos.

Os resultados dos números de grãos por planta mostraram que, o sistema de milho solteiro na ausência de inoculação teve diferença estatística perante os outros três sistemas, mostrando-se com baixa média de números de grãos por planta quando comparado com os outros três sistemas semelhantes estatisticamente entre si sem a presença de inoculação, porém quando o sistema milho solteiro é comparado entre si com e sem a presença de inoculação foi obtido diferença estatística, sendo que a maior média de ganho de número de vagens foi para a presença de inoculação, assim como quando comparado os sistemas milho + *urochloa ruzizienses* e milho + *crotalaria spetabilis* + *urochloa ruzizienses* esses sistemas tiveram diferença estatística entre si na presença ou não de inoculação.

Para os resultados de número de grãos por vagem, de acordo com Ferreira *et al.*, (2000) o número de grãos por vagem é considera um aspecto herdado geneticamente, ou seja, apresentam maiores diferenças de acordo com as cultivares, porém os autores apontam que uma nutrição melhorada de nitrogênio pode resultar em um aumento no número de óvulos fertilizados por vagem. Nos resultados apresentados pela tabela 3 percebe-se que houve diferença significativa na inoculação ou não de *azospirillum brasilense* apenas no sistema de milho + *Urochloa ruzizienses*, onde a presença de inoculação se mostrou favorável estatisticamente em relação à ausência. Já o sistema de milho + *Urochloa ruzizienses* diferiu significativamente dos sistemas de milho solteiro e milho + *Crotalaria spectabilis* + *Urochloa ruzizienses* na ausência de inoculação.

## 6 CONCLUSÃO

Após as análises e interpretação dos resultados, conclui-se que não houve efeito significativo entre os tratamentos e interação sobre o fator de população final de plantas e massa de 100 grãos.

As amostras não inoculadas obtiveram maior produtividade de grãos em  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  no fator inoculação, assim como ocorrido nos consórcios M e M+C no fator consórcio. Não obteve interação entre os dois fatores.

O consórcio triplo sem inoculação obteve maior ganho em peso de massa seca de plantas ( $\text{g}\cdot\text{planta}^{-1}$ ). A concentração foliar de nitrogênio dos sistemas de consórcio não sobressaiu em relação a testemunha milho solteiro.

O número de vagens por planta foi mais expressivo no consorcio triplo sem inoculação quando comparado a testemunha. Os sistemas de consórcio sem inoculação obtiveram ganhos em relação ao milho solteiro; na presença de inoculante o M+U obteve maior ganho. O número de grãos por vagens do sistema de consorcio M+U sem inoculação apresentou maior ganho comparando com a testemunha.

## REFERÊNCIAS

ALLEN, R.G; PEREIRA, L.S; RAES, D; SMITH, M. Cropevapotranspiration-guidelines forcomputingcropwaterrequirements. Rome:FAO IrrigationandDrainage,1998.56p.

ALVARENGA, R.C.; LARA CABEZAS, W.A L.; CRUZ, J.C.; SANTANA, D.P. Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.22, n.208, p.25-36, 2001. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/485005>. Acesso em: 27 maio 2022.

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 AmapáBoletim de Pesquisa eDesenvolvimento (INFOTECA-E), 2018. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/193278/1/CPAF-AP-2018-BPD-105-Cobertura-do-solo.pdf>. Acesso em: 27 maio 2022.

CHRISTIANSEN, J.E. Irrigationbysprinkling. Berkely: UniversitofCalifornia, 1942. 12 4p.

COÊLHO, J. D.; PRODUÇÃO DE GRÃOS – FEIJÃO, MILHO E SOJA. 2018. Disponível em: [https://www.bnb.gov.br/s482-dspace/bitstream/123456789/1019/1/2018\\_CDS\\_33.pdf](https://www.bnb.gov.br/s482-dspace/bitstream/123456789/1019/1/2018_CDS_33.pdf). Acesso em: 07 jun. 2022.

CONAB. BOLETIM DA SAFRA DE GRÃOS. 2022. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>. Acesso em: 10 jul. 2022.

CRUSCIOL, C. A.; SORATTO, R. P.; BORGHI, E.; MATEUS, G. P.. INTEGRAÇÃO LAVOURA PECUÁRIA: BENEFÍCIOS DAS GRAMÍNEAS PERENES NOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO. INFORMAÇÕES AGRONÔMICAS. Piracicaba - Sp, p. 2-15. Março 2009. Disponível em: [http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/5C92B410D8235AC183257A900014278D/\\$FILE/Jornal125.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/5C92B410D8235AC183257A900014278D/$FILE/Jornal125.pdf). Acesso em: 27 maio 2022.

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.

FAOSTAT. CROPS AND LIVESTOCK PRODUCTS. 2019. Disponível em: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/visualize>. Acesso em: 08 jun. 2022.

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

FERREIRA, A. N. *et al.*; Estirpes de Rhizobium tropici na inoculação do feijoeiro. Scientia Agrícola, v. 57, p. 507-512, 2000.

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

GASSEN, D. N.; GASSEN, F. R. Plantio direto. Passo Fundo Aldeia Sul, 1996. 207p.

HIRSCH, A. M.; BAUER, W. D.; BIRD, D. M.; CULLIMORE, J.; TYLER, B. e YODER, J. I. Molecular signals and receptors: controlling rhizosphere interactions between plants and other organisms. Ecology, v.84, n.4, p.858-868, 2003. Disponível em: [http://www.esalq.usp.br/lepse/imgs/conteudo\\_thumb/Molecular-signals-and-receptors-CONTROLLING-RHIZOSPHERE-INTERACTIONS-BETWEEN-PLANTS-AND-OTHER-ORGANISMS.pdf](http://www.esalq.usp.br/lepse/imgs/conteudo_thumb/Molecular-signals-and-receptors-CONTROLLING-RHIZOSPHERE-INTERACTIONS-BETWEEN-PLANTS-AND-OTHER-ORGANISMS.pdf). Acesso em: 04 jul. 2022.

HUNGRIA, M. INOCULAÇÃO COM AZOSPIRILLUM BRASILENSE: INOVAÇÃO EM RENDIMENTO A BAIXO CUSTO. Brasília, DF: Embrapa Soja, 2011. 36 p. (Documentos, 395). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/29560/1/DOC325.2011.pdf> Acesso em: 27 maio 2022.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; MENDES, I. C.; GRAHAM, P. H. CONTRIBUTION OF BIOLOGICAL NITROGEN FIXATION TO THE NUTRITION OF GRAIN CROPS IN THE TROPICS: THE SUCCESS OF SOYBEAN (GLYCINE MAX (L.) MERR.) IN SOUTHAMERICA. In: SINGH, R. P.; SHANKAR, N.; JAIWAL, P. K. (Ed.). NITROGEN NUTRITION AND SUSTAINABLE PLANT PRODUCTIVITY. Houston: Studium Press, LLC, 2006. p.43-93.

OLIVEIRA, A. O.; de; ROSA, H. A.; CULTIVO DO MILHO SAFRINHA EM CONSÓRCIO COM PLANTAS DE COBERTURA. *Cultivando O Saber*, Cascavel – PR, v. 1, n. 4, p. 52-58, jan. 2019. Disponível em: [https://www.fag.edu.br/upload/revista/cultivando\\_o\\_saber/5a380f7510ce5.pdf](https://www.fag.edu.br/upload/revista/cultivando_o_saber/5a380f7510ce5.pdf).

Acesso em: 27 maio 2022.

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

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).

SABUNDJIAN, M. T.; EFEITO RESIDUAL DO CONSÓRCIO DE MILHO E *Urochloa ruziziensis* COM INOCULAÇÃO DE *Azospirillum brasilense* E ADUBAÇÃO NITROGENADA EM COBERTURA NO CULTIVO DO FEIJÃO E TRIGO IRRIGADO EM SISTEMA PLANTIO DIRETO. 2013. 74 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira - Sp, 2013.

SOUZA, J. da S.; MARTINS, A. F.; PEDROSA, L. M. Importância de bactérias fixadoras de nitrogênio no cultivo do feijão-caupi *vigna unguiculata* L. (walp. *Scientific Electronic Archives*, [S. l.], v. 14, n. 9, 2021. DOI: 10.36560/14920211456. Disponível em:

<https://sea.ufr.edu.br/SEA/article/view/1456>. Acesso em: 04 jul. 2022.

TAKASU, A. T.; Manejo do solo e consórcio de gramíneas ou leguminosas no desenvolvimento e produtividade do milho primeira safra e feijão de inverno em sucessão no Sistema plantio direto no cerrado. 2019.

## APÊNDICES



**Apêndice 2:** Semeadura do feijão sob a palhada do milho.



**Apêndice 3:** Tratamento de sementes com fungicida e inseticida.



**Apêndice 4:** Inoculante líquido *Azospirillum brasilense* estirpes Ab-V5 e Ab-V6.



**Apêndice 5:** semeadora adubadora utilizada para a semeadura do feijão.



**Apêndice 6:** Adubação de cobertura utilizando Ureia (45% de Nitrogênio).



**Apêndice 8:** Feijoeiro em seus primeiros dias após emergência (12 DAE).



**Apêndice 9:** Colheita do feijoeiro e avaliação da população de plantas.



**Apêndice 10:** Plantas de feijoeiro na estufa a 65 °C.



**Apêndice 11:** Pesagem das amostras para determinação de massa seca.



**Apêndice 12:** Moagem das amostras secas de feijoeiro.



**Apêndice 13:** Coleta de 10 plantas nas linhas uteis para avaliação de componentes de produção.