

NAYARA FERNANDA SIVIERO GARCIA

Culturas antecessoras e inoculação de *Azospirillum brasilense*
em arroz de terras altas e feijão de inverno em sucessão
inoculado com *Rhizobium tropici*

NAYARA FERNANDA SIVIERO GARCIA

Culturas antecessoras e inoculação de *Azospirillum brasilense*
em arroz de terras altas e feijão de inverno em sucessão
inoculado com *Rhizobium tropici*

Prof. Dr. Orivaldo Arf
Orientador

Dissertação apresentada à Faculdade de
Engenharia - UNESP – Campus de Ilha Solteira,
para obtenção do título de Mestre em
Agronomia.

Especialidade: Sistemas de Produção

Ilha Solteira
2017

FICHA CATALOGráfICA

Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

Garcia, Nayara Fernanda Siviero.

G216c Culturas antecessoras e inoculação de Azospirillum brasilense em arroz de terras altas e feijão de inverno em sucessão inoculado com Rhizobium tropici / Nayara Fernanda Siviero Garcia. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2017
62 f. : il.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia . Área de conhecimento: Sistemas de Produção, 2017

Orientador: Orivaldo Arf

Inclui bibliografia

1. Oryza sativa L. 2. Phaseolus vulgaris L. 3. Sistema plantio direto.
4. Fixação biológica de nitrogênio..



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Ilha Solteira

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: Culturas antecessoras e inoculação de *Azospirillum brasilense* em arroz de terras altas e feijão de inverno em sucessão inoculado com *Rhizobium tropici*

AUTORA: NAYARA FERNANDA SIVIERO GARCIA

ORIENTADOR: ORIVALDO ARF

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em AGRONOMIA, especialidade: SISTEMAS DE PRODUÇÃO pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. ORIVALDO ARF

Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio Economia / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

Prof. Dr. SALATIER BUZETTI

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

Dra. NELI CRISTINA BELMIRO DOS SANTOS

Pólo Regional do Extremo Oeste / Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios

Ilha Solteira, 03 de fevereiro de 2017

Aos meus avós e padrinhos Neuza e Durval pelo
exemplo de vida, carinho e presença em todos os momentos de
minha vida.

Aos meus pais Jovenil Garcia e Nilceia Siviero por todo
amor, apoio e dedicação, vocês sempre serão meu porto seguro e
minha maior inspiração.

Ao meu irmão Neto Garcia, pela amizade, amor e incentivo.

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, criador de todo universo e consequentemente de toda oportunidade de nossas vidas, que me permitiu chegar até aqui e por ser o meu amparo nunca me deixando desanimar. A Ti agradeço meu Deus, pelo maravilhoso presente que é a vida.

Aos meus Pais Jovenil Garcia e Nilcéia Siviero por todo amor incondicional dedicado a mim e nossa família, todo carinho, ensinamentos, conselhos e incentivo foram imprescindíveis para me guiar sendo minha fonte de inspiração. Também ao meu irmão Antônio Garcia Neto, avós e tios por tanto afeto, amor e proteção que a mim conduzem, o meu eterno agradecimento.

Ao Profº Drº Orivaldo Arf, pela orientação, paciência, amizade, e apoio durante todos esses anos de trabalho, desde a graduação e no decorrer do mestrado, e que assim se conserve. Obrigada por toda a dedicação que tem para com seus orientados, fez toda a diferença em minha formação herdar seus ensinamentos e amizade.

Ao Éder Fábio Dagum pelo amor, carinho e compreensão durante todos esses anos, sempre esteve ao meu lado me dando todo apoio necessário para que chegasse até aqui e me encorajando a sempre encarar as dificuldades e alcançar meus objetivos.

À 39ª Turma de Agronomia e aos ingressantes de 2015 do PPGA da Unesp de Ilha Solteira, em especial às minhas amigas: Mariele S. Penteado, Poliana Ap. Leonel Rosa, Mayara Rodrigues, Gabriela Tedeschi, Giseli da Rocha Lima, Flávia Constantino Meireles pelos anos de muita amizade, companheirismo, alegrias e dificuldades compartilhadas, jamais me esquecerei o quanto cada uma é importante para mim.

Aos companheiros de estágio da “Equipe Arf” por todo auxílio na condução do experimento, além da amizade, apoio e trabalho em equipe. Em especial à Mayara Rodrigues, José Roberto Portugal, Amanda Ribeiro Peres, Flávia Constantino Meireles, Cleiton Alves, Michelle Traete, Fabiana Ap. Fernandes, Anderson Teruo, Lucas Garé, Fernando Buzo, Letícia Martins, Tayná Serantoni e todos os demais pela amizade, companheirismo e auxílio sempre que necessário, trabalhando como equipe.

À Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - UNESP, Campus de Ilha Solteira, pela estrutura física, todo suporte e oportunidade de realização deste trabalho.

À banca examinadora pelas considerações e sugestões feitas ao trabalho.

A todo o corpo docente da pós-graduação, pelo conhecimento transmitido, orientações e incentivo, sendo fundamental na minha formação profissional.

A todos os funcionários do Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio Economia; Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos; seção de Pós-Graduação; da Fazenda de Ensino Pesquisa e Extensão; do laboratório de Análise de Plantas do DEFTASE e biblioteca pelo auxílio, amizade e dedicação.

À Comissão de Aperfeiçoamento de Pessoal do Nível Superior – CAPES pela concessão de bolsa de estudo e apoio financeiro.

“Tudo que você semeia, cedo ou tarde terá que colher... a vida é plantio. Escolha as sementes com sabedoria.” - Renata Fagundes

GARCIA, N. F. S. **Culturas antecessoras e inoculação de *Azospirillum brasilense* em arroz de terras altas e feijão de inverno em sucessão inoculado com *Rhizobium tropici*.** 2017. 64 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista- UNESP, Ilha Solteira, 2016.

Autor: Eng. Agr. Nayara Fernanda Siviero Garcia

Orientador: Prof. Dr. Orivaldo Arf

RESUMO

Dentre os cereais de importância no cenário mundial merecem destaque o arroz e feijão fazendo parte da alimentação básica dos brasileiros. A integração de métodos como a diversificação de culturas e a utilização da biotecnologia que aumentem a produtividade de grãos do arroz e feijão pode contribuir ambientalmente e economicamente na adoção de sistemas de produção agrícolas mais sustentáveis. Assim, o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito de diferentes culturas antecessoras (milho e/ou *Urochloa ruziziensis*) e inoculação de *Azospirillum brasilense* sobre o desenvolvimento e a produtividade do arroz de terras altas e do feijão cultivado em sucessão, além da inoculação de *Rhizobium tropici* na cultura do feijão de inverno. O estudo foi realizado no município de Selvíria-MS, em um LATOSSOLO VERMELHO Distrófico em área de plantio direto há mais de 10 anos. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, disposto em esquema de faixas, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos pelo arranjo de oito combinações de milho e *Urochloa ruziziensis* e ausência ou presença de inoculação com *Azospirillum brasilense*. Durante a condução do experimento foram realizadas as seguintes avaliações: características agrônômicas, componentes de produção e produtividade das culturas do arroz e feijão. O cultivo antecessor de *Urochloa ruziziensis* propiciou plantas mais altas e com maior teor de nitrogênio e plantas de feijão com maior número de vagens. As diferentes culturas antecessoras utilizadas não influenciaram na produtividade de grãos do arroz de terras altas e do feijão de inverno. A inoculação de sementes de arroz com *Azospirillum brasilense* promoveu incremento de 19% na produtividade de grãos de arroz de terras altas e, conseqüentemente, seu efeito resultou em incremento de aproximadamente 25% na produtividade do feijoeiro de inverno inoculado com *Rhizobium tropici*.

Palavras-chave: *Oryza sativa* L. *Phaseolus vulgaris* L. Sistema plantio direto. Fixação biológica de nitrogênio.

GARCIA, N. F. S. **Preceding crops and inoculation of *Azospirillum brasilense* in rice and winter beans in succession inoculated with *Rhizobium tropici***. 2016. 64 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista-UNESP, Ilha Solteira, 2016.

Autor: Eng. Agr. Nayara Fernanda Siviero Garcia

Orientador: Prof. Dr. Orivaldo Arf

ABSTRACT

Among the grains of importance in the world scenario, rice and common bean should be highlighted as part of the basic diet of Brazilians. The integration of methods such as crop diversification and the use of biotechnology that increase grain yield of rice and common bean can contribute environmentally and economically to the adoption of more sustainable agricultural production systems. The objective of this work was to evaluate the effect of different predecessor crops (corn e/ou *Urochloa ruziziensis*) and inoculation of *Azospirillum brasilense* on the development and productivity of upland rice and common bean grown in succession, as well as the inoculation of *Rhizobium tropici* on winter common bean crop. The study was carried out in Selvíria-MS country, in a Red Latosol Distrofic in no-tillage area for more than 10 years. The experimental design was randomized blocks, arranged in strips scheme, with four replications. The treatments were constituted by the arrangement of eight combinations of the corn and *Urochloa ruziziensis* and absence or presence of inoculation with *Azospirillum brasilense*. During the conduction of the experiment the following evaluations were carried out: agronomic characteristics, production components and yield of rice and bean crops. The predecessor crop of *Urochloa ruziziensis* provided higher plants with higher nitrogen content and bean plants with higher number of pods. The different predecessor crops used did not influence grain yield of upland rice and winter common bean. The inoculation of rice seeds with *Azospirillum brasilense* promoted a 19% increase in the productivity of upland rice grains and, consequently, its effect resulted in an increase of approximately 25% in the yield of winter common bean inoculated with *Rhizobium tropici*.

Keywords: *Oryza sativa* L. *Phaseolus vulgaris* L. No-tillage. Biological nitrogen fixation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1-	Precipitação pluvial e temperaturas máxima e mínima registradas durante o experimento, no período de agosto de 2014 a julho de 2015.	24
Figura 2-	Dessecação e passagem do desintegrador mecânico em milho conduzido na área de setembro/outubro. Selvíria – MS, Brasil (2014/15).	57
Figura 3-	Secagem das sementes de arroz e semeadura na área do experimento. Selvíria – MS, Brasil (2014/15).	57
Figura 4-	Área semeada e emergência da cultura do arroz aos 07 DAS. Selvíria – MS, Brasil (2014/15).	58
Figura 5-	Adubação nitrogenada de cobertura aos 28 DAE e desenvolvimento da cultura do arroz. Selvíria – MS, Brasil (2014/15).	58
Figura 6-	Florescimento pleno da cultura do arroz aos 85 DAE e maturação de grãos. Selvíria – MS, Brasil (2014/15).	59
Figura 7-	Avaliação de número de panículas e altura de plantas na fase de maturação do arroz. Selvíria – MS, Brasil (2014/15).	59
Figura 8-	Colheita manual das parcelas de arroz aos 110 DAE. Selvíria – MS, Brasil (2014/15).	60
Figura 9-	Coleta de panículas para análise de grãos e secagem dos grãos colhidos. Selvíria – MS, Brasil (2014/15).	60
Figura 10-	Secagem das sementes de feijão após tratamento com Standak Top® e inoculação com <i>Rhizobium tropici</i> . Selvíria – MS, Brasil (2015/16).	61
Figura 11-	Semeadura mecânica do feijão de inverno em sistema plantio direto e emergência aos 06 DAS. Selvíria – MS, Brasil (2015/16).	61
Figura 12-	Visão geral das parcelas aos 20 DAE e adubação de cobertura e V4. Selvíria – MS, Brasil (2015/16).	62
Figura 13-	Manejo e tratamento fitossanitário da cultura do feijão. Selvíria – MS, Brasil (2015/16).	62
Figura 14-	Plantas de feijão comparadas quanto ao tratamento ausência (à esquerda) e presença (à direita) de inoculação de <i>Azospirillum brasilense</i> . Selvíria –	63

MS, Brasil (2015/16).

- Figura 15-** Aspecto do feijoeiro na maturação da cultura e enchimento de vagens. Selvíria – MS, Brasil (2015/16). 63
- Figura 16-** Colheita manual das parcelas do feijoeiro de inverno aos 82 DAE. Selvíria – MS, Brasil (2015/16). 64
- Figura 17-** Separação das amostras, retirada e contagem de vagens e grãos. Selvíria – MS, Brasil (2015). 64

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Análise química do solo da área experimental na camada de 0,00 a 0,20 m. Selvíria-MS, Brasil (2014).	22
Tabela 2 -	Valores médios da massa seca (MS), teor nitrogênio (N), e nitrogênio acumulado (NAC) das coberturas vegetais milho e/ ou <i>Urochloa ruziziensis</i> (NAC). Selvíria-MS, Brasil (Safrá 2013/14).	31
Tabela 3 -	Massa seca da parte aérea (MSPA), nitrogênio foliar (NF), altura de plantas (AP) e número de panículas (NPAN) de arroz de terras altas em função de culturas antecessoras e ausência ou presença de inoculação com <i>Azospirillum brasilense</i> . Selvíria-MS, Brasil (Safrá 2014/15).	33
Tabela 4 -	Média de espiguetas por panícula e fertilidade das espiguetas de arroz de terras altas em função de culturas antecessoras e ausência ou presença de inoculação com <i>Azospirillum brasilense</i> . Selvíria-MS, Brasil (Safrá 2014/15).	36
Tabela 5 -	Massa de cem grãos (M100), massa hectolétrica (MHEC) e produtividade de grãos (PROD) de arroz de terras altas em função de culturas antecessoras e ausência ou presença de inoculação com <i>Azospirillum brasilense</i> . Selvíria-MS, Brasil (Safrá 2014/15).	37
Tabela 6 -	Porcentagem de rendimento de benefício (BENEF), rendimento de inteiros (INT) e grãos quebrados (QUEB) de arroz de terras altas em função de culturas antecessoras e ausência ou presença de inoculação com <i>Azospirillum brasilense</i> . Selvíria-MS, Brasil (Safrá 2014/15).	38
Tabela 7 -	População inicial (PI), população final (PF), massa seca da parte aérea (MSPA) e nitrogênio foliar (NF) do feijão de inverno em função de culturas antecessoras e ausência ou presença de inoculação com <i>Azospirillum brasilense</i> . Selvíria-MS, Brasil (Safrá 2014/15).	40
Tabela 8 -	Número de vagens por planta (NV), número de grãos por planta (NS) e número de grãos por vagem (NSV) de feijão de inverno em função de culturas antecessoras e ausência ou presença de inoculação com <i>Azospirillum brasilense</i> . Selvíria-MS, Brasil (Safrá 2014/15).	42
Tabela 9 -	Massa de cem grãos (M100), produtividade de grãos (PROD) de feijão de inverno em função de culturas antecessoras e ausência ou presença de inoculação com <i>Azospirillum brasilense</i> . Selvíria-MS, Brasil (Safrá 2014/15).	43

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	133
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	15
2.1	SISTEMA PLANTIO DIRETO	15
2.2	CULTURAS DO ARROZ E FEIJÃO.....	16
2.3	ADUBAÇÃO NITROGENADA EM SISTEMAS AGRÍCOLAS	18
2.4	INOCULAÇÃO DE SEMENTES.....	20
2.5	CO-INOCULAÇÃO: <i>Azospirillum brasilense</i> COM <i>Rhizobium tropici</i>	21
3	MATERIAL E MÉTODOS	23
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL	233
3.2	DADOS CLIMÁTICOS	23
3.3	IRRIGAÇÃO	24
3.4	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	24
3.5	INSTALAÇÃO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO:	
3.5.1	Coberturas vegetais milho e/ou <i>Urochloa ruziziensis</i>	26
3.5.2	Milheto.....	26
3.5.3	Arroz de terras altas.....	26
3.5.4	Feijão de inverno inoculado com <i>Rhizobium tropici</i>	29
3.6	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	31
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
4.1	COBERTURAS VEGETAIS MILHO E/OU <i>UROCHLOA RUZIZIENSIS</i>	32
4.1.1	Massa seca, teor de nitrogênio e nitrogênio acumulado	32
4.2	MILHETO	33
4.3	ARROZ DE TERRAS ALTAS	34
4.3.1	Massa seca da parte aérea, nitrogênio foliar, altura de plantas e número de panículas.....	34
4.3.2	Espiguetas por panículas e fertilidade de espiguetas	36
4.3.3	Massa de cem grãos, massa hectolétrica e produtividade	37

4.3.4	Rendimento de benefício, rendimento de inteiros e grãos quebrados	39
4.4	FEIJÃO DE INVERNO INOCULADO COM <i>RHIZOBIUM TROPICI</i>	40
4.4.1	População inicial e final, massa seca da parte aérea e teor de nitrogênio foliar.	40
4.4.2	Número de vagens, número de grãos e número de grãos por vagem.....	42
4.4.3	Massa de cem grãos e produtividade	44
5	CONCLUSÕES.....	46
	REFERÊNCIAS	477

1 INTRODUÇÃO

O arroz e o feijão estão entre os cereais de maior importância mundial e a garantia de sua produção faz parte de um dos princípios da segurança alimentar. Além da importância mundial, esses cereais participam da alimentação dos brasileiros, o que demanda uma produção em qualidade e quantidade.

O sistema plantio direto (SPD), utilizado em grande escala e atualmente na maioria das áreas agriculturáveis, destaca-se na produção de grãos, sendo ambiental e economicamente correto. Trata-se de um sistema de produção conservacionista, que se contrapõe ao sistema tradicional de manejo e que se fundamenta na ausência de preparo do solo e na cobertura permanente do terreno pela realização de rotação de culturas (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA- EMBRAPA, 2011).

A rotação de culturas auxilia na permanência de resíduos na área e preservação do sistema, proporcionando uma produção diversificada de alimentos e outros produtos agrícolas. Com isto, o uso de coberturas vegetais vivas no solo em áreas sob SPD após o cultivo da cultura principal vem sendo estudado com foco na produção e na qualidade da matéria seca, decomposição dos resíduos culturais, acúmulo e mineralização de nutrientes e produtividade da cultura comercial (ESPÍNDOLA et al., 2006; SILVA; MENEZES, 2007; SORATTO; CRUSCIOL, 2007).

No consórcio entre milho e forrageiras, a cultura a ser implantada em sucessão no sistema plantio direto, poderá ser favorecida pela ciclagem dos nutrientes acumulados na parte aérea da cultura intercalar (BATISTA et al., 2011).

Os problemas enfrentados atualmente na agricultura relacionam-se ao avanço desordenado da fronteira agrícola, a utilização inadequada dos sistemas de rotação de culturas e o não reaproveitamento de resíduos de culturas anteriores, além da baixa eficiência de diversos fertilizantes que vem encarecendo o custo da produção (VOGEL et al., 2013).

Assim e em razão da crescente busca por sustentabilidade nos sistemas agrícolas de produção, alguns autores têm apresentado, como alternativa para a economia de fertilizante nitrogenado, a fixação biológica de nitrogênio (FBN) a qual pode suplementar ou, até mesmo, substituir a utilização desses fertilizantes (BALDANI; BALDANI, 2005; HUNGRIA et al., 2010).

Estima-se que no Brasil a utilização da inoculação por parte dos produtores, com base nas bactérias diazotróficas, levando em consideração apenas a substituição parcial (50%) do

N- fertilizante exigido pelo milho e trigo por *Azospirillum brasilense* resultaria em uma economia de 1,2 bilhões de dólares por ano (HUNGRIA et al., 2010).

Recentemente, as pesquisas vêm dando ênfase também à inoculação combinada ou co-inoculação do feijoeiro mediante estirpes selecionadas de *R. tropici* e *A. brasilense* (HUNGRIA et al., 2013).

Diante do exposto, torna-se indispensável a adoção de estratégias como a rotação de cultura e a utilização de biotecnologias que minimizem danos ao ambiente e contribuam economicamente para os produtores, assim, obterem os benefícios gerados pelo plantio direto.

Dessa maneira, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito de milho e/ou *Urochloa ruziziensis* como culturas antecessoras e inoculação de *Azospirillum brasilense* sobre o desenvolvimento e produtividade do arroz de terras altas no verão e do feijão de inverno inoculado com *Rhizobium tropici* em sucessão.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 SISTEMA PLANTIO DIRETO

A adoção de sistemas como sistema plantio direto (SPD) atualmente é realizada por diversos produtores com o objetivo de um adequado manejo do solo. Tem-se estimulado a prática da rotação de culturas para manter e/ou aumentar os teores de matéria orgânica, criar poros biológicos, melhorar a estrutura e manter palha suficiente na superfície do solo (SILVEIRA et al., 2008).

A monocultura ou mesmo o sistema contínuo de sucessão, tende a provocar a degradação física, química e biológica do solo e a queda da produtividade das culturas, além de proporcionar condições mais favoráveis para o desenvolvimento de doenças, pragas e plantas daninhas. Por outro lado, a adoção da rotação de culturas dentro do sistema produtivo poderá minimizar esses danos e proporcionar uma produção diversificada de alimentos e outros produtos agrícolas, se adotada e conduzida de modo adequado (EMBRAPA, 2011).

De acordo com Andrioli et al. (2008), a produção de fitomassa é imprescindível para o sistema, pois contribui para melhoria da fertilidade, aumenta a infiltração e disponibilidade de água para as plantas, minimizando os impactos ao ambiente, além de proteger o solo da erosão. Teixeira et al. (2008) também citam que o sucesso na implantação e no estabelecimento do SPD está fortemente relacionado com a alta produção de fitomassa para alcançar os objetivos e garantir os benefícios dos sistemas de rotação.

O mínimo revolvimento do solo, a rotação ou sucessão de culturas e a formação de cobertura vegetal no solo são os princípios do SPD. Devido às condições climáticas predominantes em regiões de Cerrado, além do Norte do Estado de São Paulo um enorme obstáculo é a formação e manutenção da palhada no solo, uma vez que, temperaturas elevadas associadas a períodos de grande precipitação pluviométrica proporcionam altas taxas de decomposição desses resíduos vegetais comprometendo a viabilidade deste sistema (FIORENTIN et al., 2011; PACHECO et al., 2011a).

Assim, a espécie de cobertura vegetal a ser utilizada tem sido motivo de estudos devido as diferentes condições climáticas encontradas ao longo do território brasileiro. Simidu et al. (2010) afirmaram que para a manutenção da palha como cobertura até o desenvolvimento da cultura sucessora, em condições de alta temperatura e alta pluviosidade, é recomendado o uso de resíduos de maior relação C/N (carbono/nitrogênio) em plantio direto, pois quanto maior essa relação, mais lenta é a decomposição dos resíduos.

As plantas de cobertura, principalmente as gramíneas, integradas de forma planejada ao sistema de rotação de culturas, proporcionam alto potencial de produção de fitomassa de elevada relação C/N, garantindo a cobertura do solo por um período mais longo conforme (BORGHI et al., 2008).

No presente trabalho o uso de *Pennisetum glaucum* antecedendo as culturas auxiliou na manutenção da palhada no solo e garantia do SPD estabelecido. Pacheco et al. (2011b) relataram que o milheto (*Pennisetum glaucum*), em sistema plantio direto, acumula expressiva quantidade de fitomassa e nutrientes (principalmente, N e K) no início da entressafra. Além disso, em outro trabalho, Pacheco et al. (2011a) observaram elevados índices de liberação de nitrogênio e fósforo após a dessecação dos cultivos de cobertura, e maiores produtividades de arroz nos tratamentos precedidos pelo cultivo de *P. glaucum* e *Urochloa ruziziensis*, em sistema plantio direto.

Em consórcio com forrageiras, especificamente as *Urochloas* (*Urochloa* spp), várias culturas têm sido empregadas, porém o milho tem sido a preferida, devido à sua tradição de cultivo, ao grande número de cultivares comerciais adaptados a diferentes regiões do Brasil (SABUNDJIAN, 2013). Além disso, Costa et al. (2012) afirmam que milho e *Urochloa* (solteiros ou consorciados) são muito exigentes em nitrogênio, podendo tornar-se um fator limitante à produção devido à importância desse nutriente para as espécies.

No consórcio do milho com *Urochloa*, a forrageira pode ser utilizada para formação de palha para o sistema plantio direto durante o período que antecede o cultivo de inverno do trigo e do feijão. Assim, o consórcio, manejado corretamente, proporciona o aumento da quantidade de palha, visando à melhor cobertura do solo para a realização do plantio direto e em alguns casos o aumento de produtividade na cultura sucessora (CHIODEROLI et al., 2010).

2.2 CULTURAS DO ARROZ E FEIJÃO

O arroz (*Oryza sativa* L.) está entre os cereais mais consumidos do mundo. No Brasil, assume papel de destaque em nossas mesas, juntamente com o feijão, sendo importantes fontes de calorias e de proteínas na dieta alimentar da população (FORNASIERI FILHO; FORNASIERI, 2006).

A produção brasileira de arroz concentra-se no Sul do país com 75% da produção nacional, sendo o sistema de cultivo irrigado por inundação predominante na região. O desenvolvimento de tecnologias para o aumento da produtividade do arroz no sistema de

terras altas é importante, uma vez que podem ser utilizadas por pequenos e grandes produtores que não utilizam o sistema irrigado na maioria dos Estados Brasileiros (GITTI et al., 2012).

Os dados sobre a cultura do arroz na safra 2015/16 indicam redução de 10,2% na produção em relação à safra 2014/15. A estimativa de área cultivada no país é de apenas 2 milhões de hectares, com produção total de mais 11 milhões de toneladas (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO- CONAB, 2016). Com o aumento da demanda de grãos, a cultura vem se desenvolvendo em áreas de pastagens degradadas, pois, tem boa tolerância a solos ácidos, sendo usado como meio de recuperação desses solos para as culturas seguintes apresentando baixo rendimento para, no futuro, expansão dos cultivos de soja.

A área cultivada com arroz de terras altas atualmente vem sofrendo grande redução, uma das razões foi devido a limitação de abertura de novas áreas na região central do Brasil, condição em que a cultura se desenvolvia bem. De acordo com Moro (2011), outra razão foi devido à introdução do Sistema Plantio Direto (SPD) nas áreas já abertas, condição na qual a cultura não vem tendo sucesso, principalmente, na fase inicial de estabelecimento das plantas.

Ainda é muito controverso o desempenho do arroz de terras altas em sistema plantio direto. Os autores Kluthcouski et al. (2000), afirmam que o baixo vigor inicial dificulta sua inclusão na rotação de culturas. Por outro lado, para o cultivo do arroz em SPD, as plantas de cobertura são de grande interesse, pois entre os nutrientes liberados pela palha, o N é disponibilizado na forma de amônio (TEIXEIRA et al., 2009), importante para o desenvolvimento inicial do arroz além da cobertura do solo pela palha proporcionar benefícios para propriedades físicas, químicas e biológicas do solo.

O feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma das culturas de grande importância socioeconômica para o país. A espécie apresenta grande variabilidade morfológica, que vai desde o hábito de crescimento até ao tamanho das folhas, das flores, das vagens e tamanho e cor das sementes, permitindo, estas características, separar as formas selvagens das cultivadas (SINGH et al., 1991 citado por KAPPES et al., 2008).

De acordo com o levantamento da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2016), a cultura do feijão no país no período de 2015/16 ocupou uma área cultivada de aproximadamente 3 milhões de hectares e produção nacional de 3.309,3 mil toneladas, sendo a maior produtora a região sul, que domina 29% da produção nacional de feijão.

Praticamente todos os estados brasileiros cultivam essa leguminosa, tendo os mais variados níveis tecnológicos e sistemas de produção e com maior ou menor expressão de área colhida (BORÉM; CARNEIRO, 2006). Além disso, é explorado em diversas épocas do ano, com grande destaque no sistema plantio direto (SPD) por apresentar características

agronômicas interessantes como ciclo curto, fotoperíodo neutro, potencial produtivo, sendo ainda, uma planta fixadora de nitrogênio (N) (KLUTHCOUSKI; STONE, 2003; ROCHA et al., 2011)

O nitrogênio é o nutriente exigido em maior quantidade pelo feijoeiro, especialmente devido ao seu ciclo curto e aos altos teores exportados pelos grãos, atingindo cerca de 50% do total de N absorvido pelas plantas (SANTOS; SILVA, 2002).

As principais fontes de fornecimento de N à cultura são os fertilizantes nitrogenados e o processo de fixação biológica de N atmosférico. A propriedade de fixar o nitrogênio da atmosfera também é uma peculiaridade do feijoeiro quando em simbiose com bactérias do gênero *Rhizobium*, podendo contribuir para a redução no uso de fertilizantes nitrogenados. No entanto, essa disponibilidade de nitrogênio pelas bactérias não supre toda a necessidade das plantas de feijão (PELEGRIN et al., 2009).

A presença de bactérias do gênero *Azospirillum* consegue liberar fitohormônios que induzem a formação de pelos radiculares no feijão, sendo possível aumentar a produção de matéria seca e o número de nódulos por planta (BURDMAN et al., 1996, 1997).

Os autores Remans et al. (2008) e Yadegari et al. (2010) afirmaram que a inoculação combinada, ou também conhecida como co-inoculação, de *Rhizobium* e *Azospirillum* em plantas de feijão tem demonstrado grande potencial para aumentar a nodulação e o crescimento dessas plantas.

2.3 ADUBAÇÃO NITROGENADA EM SISTEMAS AGRÍCOLAS

O nitrogênio é o nutriente mais limitante do desenvolvimento, produtividade e biomassa da maioria das culturas (LOPES et al., 2004), sendo, ainda, o nutriente absorvido em quantidades mais elevadas, pela maioria delas. O uso de adubo nitrogenado representa o maior custo entre os fertilizantes, em especial nas gramíneas. Ao longo dos tempos, verifica-se uma intensiva utilização de adubação nitrogenada química, ocasionando vários problemas ambientais como a contaminação das águas e do solo com nitratos (CAMPOS et al., 2003).

O nitrogênio é um constituinte primário de nucleotídeos, proteínas e outros componentes celulares. Nos sistemas agrícolas, o nitrogênio é ainda mais importante, uma vez que sua adição, para sustentar e aumentar o rendimento das culturas é uma característica universal e fundamental do manejo da cultura moderna (ROBERTSON; VITOUSEK, 2009).

De acordo com Cantarella e Duarte (2004), o nitrogênio além de ser o nutriente exigido em maior quantidade, o seu manejo e a recomendação de adubação são mais complexas.

O suprimento de N às plantas no SPD, comparativamente ao convencional, deve ser superior em razão da maior perda de nitrato pela lixiviação, menor decomposição dos restos culturais, mais volatilização de amônia e mais imobilização microbiana (SALET et al., 1997). De acordo com Rizzardi (1995), é fundamental a introdução de matéria orgânica com alta relação C/N para o aumento da imobilização microbiana do N e de sua menor disponibilidade inicial às plantas; demonstra-se, assim, a importância da rotação de culturas com a alternância de gramíneas e leguminosas para minimizar o efeito da imobilização microbiana bem como da aplicação de N (CAZETTA et al., 2008).

O nitrogênio na cultura do arroz é um elemento essencial em todas as fases do ciclo e sua aplicação tem reflexos diretos na produção, já que é responsável pelo aumento da área foliar das plantas e, conseqüentemente, da taxa fotossintética. Com isso todos os fatores de produção são aumentados: nº de panículas por planta em decorrência do maior perfilhamento, nº de grãos por panículas e peso dos grãos (DARIO; DARIO, 2015).

Na cultura do feijão fornecimento adequado de nitrogênio também está associado à alta atividade fotossintética, ao crescimento vegetativo vigoroso e folhas verde-escuras. A aplicação de fertilizantes nitrogenados no feijoeiro pode ser realizada para aumentar a produtividade, possibilitando também elevar o teor proteico dos grãos colhidos, melhorando, assim, o seu valor nutritivo (ARF, 1994).

O uso de adubação nitrogenada aumentou aproximadamente 10 vezes nos últimos anos (ESTRADA et al., 2013; ROBERTSON; VITOUSEK, 2009). A agricultura moderna vem adotando práticas sustentáveis para minimizar o impacto no meio ambiente dos fertilizantes químicos, e também reduzir os custos de produção sem alterar a produtividade.

Uma estratégia é explorar o potencial de microrganismos benéficos de plantas como inoculantes agrícolas (LUCY; REED; GLICK, 2004; LUGTENBERG; KAMILOVA, 2009; OKON; LABANDERA-GONZALEZ, 1994). Entre esses microrganismos destacam-se os experimentos para avaliação da ação de bactérias fixadoras de nitrogênio, apontando para um suprimento alternativo deste nutriente (ELBELTAGY et al., 2001).

Desse modo, além da economia para os agricultores, o uso de inoculantes contendo *Azospirillum brasilense* em gramíneas contribui para o ambiente e poderá incrementar a qualidade química da palha, além de fornecer nutrientes às culturas sucessoras (HUNGRIA, 2011).

2.4 INOCULAÇÃO DE SEMENTES

O solo merece atenção para com seus atributos, dentre eles, a atividade biológica é fundamental para seu equilíbrio, uma vez que esta é em parte responsável pelo processo de transformação estrutural do solo (SPERA et al., 2009). A fixação biológica de N (FBN) representa a principal forma de fixar o nitrogênio atmosférico (N₂) em amônio sendo o ponto-chave do ingresso do N molecular no ciclo biogeoquímico desse elemento (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Essa reação de fixação biológica de nitrogênio atmosférico é realizada por microrganismos procarióticos conhecidos como diazotróficos, que podem ser de vida livre, estar associados a espécies vegetais ou, estabelecer simbiose com leguminosas (MOREIRA et al., 2010). A utilização dos recursos biológicos do solo deve ser considerada como a de bactérias promotoras do crescimento vegetal, que fixam nitrogênio (N₂) para a planta e produzem hormônios de crescimento, como auxinas e giberelinas, estimulando o desenvolvimento do vegetal (DOBBELAERE; VANDERLEYDEN; OKON, 2003).

As bactérias diazotróficas associativas interagem com uma ampla variedade de plantas incluindo cereais de importância agrícola e econômica. Algumas bactérias podem estabelecer associação endofítica, ou seja, são capazes de colonizar espaços internos da planta e, além de fixar nitrogênio, podem proporcionar condições apropriadas para proteger o complexo da nitrogenase à exposição ao oxigênio (SANTI et al., 2013).

A fixação biológica do N pelas bactérias do gênero *Azospirillum* em associação com gramíneas (DÖBEREINER et al., 1976) podem contribuir com o fornecimento de parte das necessidades das plantas por este nutriente. Esse grupo de bactérias também sintetiza hormônios, como a auxina, que estimula o crescimento da parte aérea e do sistema radicular de várias gramíneas, entre elas o arroz (RADWAN et al., 2004).

Dentro desse gênero a espécie *Azospirillum brasilense*, tem sido usada como inoculante em diversas culturas, tais como: milho, trigo, arroz, cana-de-açúcar, *Urochloa* e outras (REIS, 2007). Há na literatura respostas benéficas da interação entre *Azospirillum* spp. demonstradas com plantas de trigo (HUNGRIA, 2011), milho (QUADROS, 2009), milheto (BOUTON; ALBRECHT; ZUBERER, 1985) e arroz (PEDRAZA et al., 2009; REICHEMBACK et al., 2011). A diversidade de associação entre espécies e a bactéria sugere que não há especificidade, mas sim estirpes para cada cultura específica.

Hahn et al. (2011), avaliando o efeito da inoculação de sementes com *Azospirillum brasilense* (estirpes AbV₅ e AbV₆) em arroz inundado, obtiveram incremento de 10,5% na produtividade de grãos em relação ao tratamento sem inoculação, ambos com fornecimento de

60 kg ha⁻¹ de nitrogênio em cobertura, concordando com Guimarães et al. (2010), que observaram que o uso do inoculante associado à adubação contribui em relação ao desenvolvimento e produção de grãos,

Variações dos resultados com essas bactérias podem ser justificadas, pois o uso da inoculação pode sofrer influências devido à variabilidade genética, estágio fenológico, características do solo, atuação de outros componentes microbióticos, competitividade, entre outros fatores (STURZ; NOWAK, 2000). Logo, verifica-se a necessidade de estudos associados às variáveis citadas, buscando uma padronização dos resultados com o uso desta bactéria em diversas culturas.

2.5 CO-INOCULAÇÃO: *AZOSPIRILLUM BRASILENSE* COM *RHIZOBIUM TROPICI*

Atualmente, o inoculante comercial para o feijoeiro no Brasil é produzido com uma espécie de rizóbio adaptada aos solos tropicais, o *Rhizobium tropici* (STRALIOTTO, 2002), que consegue fixar de 20 a 30% do nitrogênio que a planta necessita através da fixação biológica (MALAVOLTA, 1987) podendo contribuir com 20 a 40 kg ha⁻¹ de nitrogênio (FANCELLI; DOURADO NETO, 2007).

As estirpes recomendadas e aprovadas pelo MAPA para inoculação do feijoeiro no Brasil são SEMIA 4077 (=CIAT 899), SEMIA 4080 (=PRF 81) e SEMIA 4088 (=H 12) (BARBOSA; GONZAGA, 2012).

Straliotto, Teixeira e Mercante (2003) afirmam que a inoculação de bactérias do grupo dos rizóbios, capazes de fixar o nitrogênio atmosférico e fornecê-lo à planta, é uma alternativa que pode substituir, mesmo que em parte, a adubação nitrogenada no feijoeiro, resultando em benefícios ao pequeno produtor.

Além dos rizóbios específicos para as leguminosas, outros microrganismos como, por exemplo, o grupo das bactérias promotoras do crescimento de plantas por meio de vários processos, como a produção de hormônios de crescimento e a capacidade de realizar fixação biológica do nitrogênio, entre outros, podem ser benéficas para as culturas. Dentre essas bactérias destacam-se as pertencentes ao gênero *Azospirillum* (CASSÁN et al., 2008; HUNGRIA et al., 2013).

Sendo assim, a co-inoculação ou também denominada de inoculação mista com bactérias simbióticas e assimbióticas torna-se uma alternativa que deve ser ainda mais estudada em leguminosas. Essa técnica consiste na utilização de combinações de diferentes microrganismos, os quais produzem efeito sinérgico, em que se superam os resultados

produtivos obtidos quando utilizados na forma isolada (FERLINI, 2006; BÁRBARO et al., 2008).

A inoculação de *Azospirillum* spp. juntamente com *Rhizobium* spp. pode melhorar o desempenho da fixação biológica de nitrogênio no feijoeiro (REMANS et al., 2008; YADEGARI et al., 2010). O efeito benéfico dessa associação se deve, na maior parte, a capacidade que a bactéria tem de produzir fitormônios, que resulta em maior desenvolvimento do sistema radicular, e, portanto, a possibilidade de explorar um volume mais amplo de solo (BÁRBARO et al., 2008).

German et al. (2000) e Gitti et al. (2012) verificaram que a inoculação de *Azospirillum brasilense* pode proporcionar aumento do sistema radicular e, ainda, o aumento do número de pelos radiculares, sendo que a inoculação combinada com *Rhizobium* contribui para colonizar o maior número de raízes, aumentando o número de nódulos fixadores do nitrogênio atmosférico (BURDMAN et al., 1996, 1997).

De acordo com Meirelles et al. (2014), ao analisar a co-inoculação de *Azospirillum brasilense* e *Rhizobium tropici* em feijão irrigado, observaram maior produtividade de grãos de feijão no tratamento com Masterfix® Feijão na semente + duas doses de Masterfix® Gramíneas aplicado via foliar, além de proporcionar maior número e massa de nódulos na raiz principal e maior massa da parte aérea.

Diante desse novo cenário agrícola, busca-se através da pesquisa proposta, obter resultados científicos que auxiliem os produtores a adotar um sistema de rotação de culturas sustentável, maximizando a eficiência do plantio direto. Além disso, pesquisas com a fixação biológica de nitrogênio realizado por bactérias diazotróficas associativas como o *Azospirillum brasilense* e *Rhizobium tropici* apontam bons resultados a longo prazo, o que ressalta ainda mais a ideia de desenvolver um sistema de produção integrado à técnicas multidisciplinares.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL

O experimento foi realizado nos anos agrícolas de 2014/15 e 2015/16, na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da Faculdade de Engenharia – UNESP, campus de Ilha Solteira, localizada no município de Selvíria-MS, que tem como coordenadas geográficas aproximadas de 51° 24' de longitude Oeste de Greenwich e 20° 20' de latitude Sul e 340 metros de altitude. O solo da área é do tipo LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico argiloso (SANTOS et al., 2013).

A área onde se realizou os experimentos está sob plantio direto há mais de 10 anos e nos últimos cinco anos foi utilizada com as seguintes culturas: verão 2010/11 – soja, inverno 2011 – pousio, verão 2011/12 – milho e/ou *Urochloa ruziziensis*, inverno 2012 – feijão/trigo, verão 2012/13 – milho e/ou *Urochloa ruziziensis*, inverno 2013 – feijão, verão 2013/14 – milho e/ou *Urochloa ruziziensis*, inverno 2014 – feijão. Esse experimento conduzido durante os anos agrícolas 2011/12, 2012/13 e 2013/14 com milho e/ou *Urochloa ruziziensis* faz parte da tese de doutorado da autora (SABUNDJIAN, 2016).

Em todos os anos o milheto foi conduzido entre os meses de agosto a novembro para produção de cobertura vegetal no período que antecedeu o cultivo de verão.

Antes da instalação do experimento foram realizadas amostragens do solo da área na camada de 0,00 a 0,20 m no ano 2012 para análise química, conforme metodologia descrita por Raij et al. (1996), cujas características estão na Tabela 1.

Tabela 1 - Análise química do solo da área experimental na camada de 0,00 a 0,20 m. Selvíria, MS, Brasil (2014).

P resina mg dm ⁻³	M.O. g dm ⁻³	pH CaCl ₂	K	Ca	Mg	H+Al mmol _c dm ⁻³	SB	CTC	V %
34	26	5,6	2,2	36	28	26	66,2	92,2	72

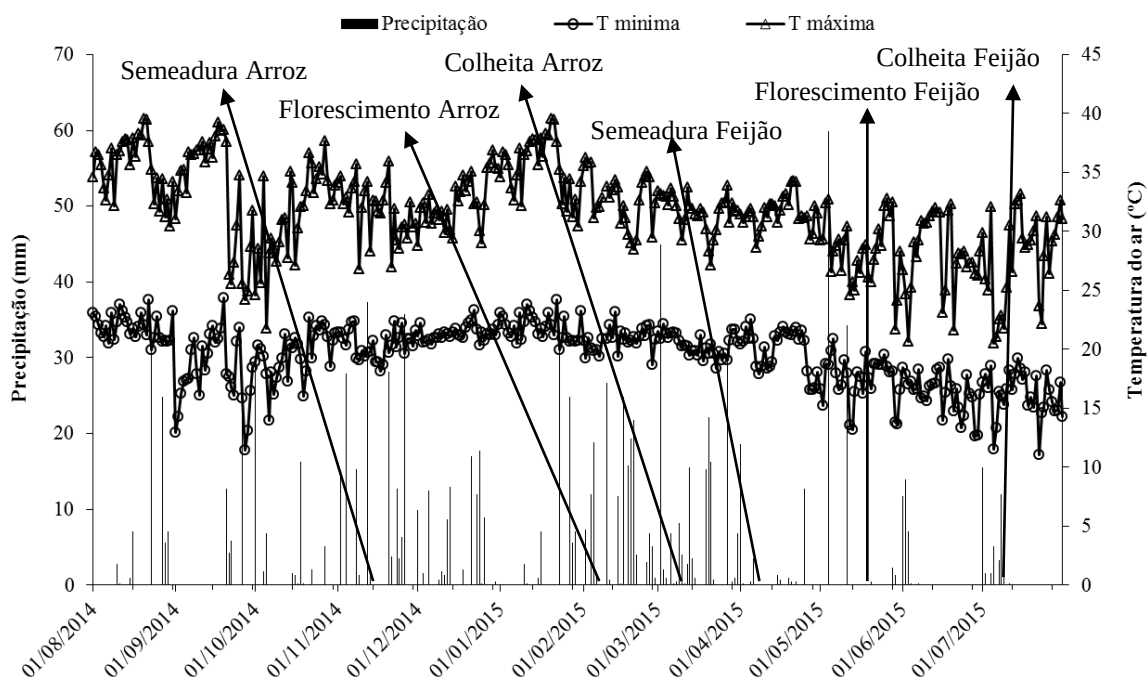
Fonte: Elaboração da própria autora.

3.2 DADOS CLIMÁTICOS

O clima predominante da região, conforme classificação de Koppen é do tipo Aw, definido como tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno. A precipitação média anual é de 1.313 mm, com temperatura média anual de 25 °C e temperaturas mínimas e máximas médias de 19 °C e 31 °C, respectivamente.

Os dados climáticos de temperatura mínima e máxima e precipitação registrados durante a condução do experimento foram obtidos no posto agrometeorológico, instalado próximo da área experimental (Figura 1).

Figura 1 - Precipitação pluvial e temperaturas máxima e mínima registradas durante o experimento, no período de agosto de 2014 a julho de 2015.



Fonte: Universidade Estadual Paulista- UNESP (2015).

A precipitação pluvial total registrada na condução dos experimentos de arroz no ano agrícola 2014/15 e feijão em 2015/16 foi de 526 e 172 mm respectivamente.

3.3 IRRIGAÇÃO

O fornecimento de água às culturas, nos períodos de estiagem, foi realizado por sistema de irrigação do tipo pivô central, com lâmina de água de aproximadamente 13 mm e turno de rega de três dias.

3.4 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, disposto em esquema de faixas, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos pela combinação de 8 culturas de verão antecessoras (T_1 - milho exclusivo, T_2 - milho + *Azospirillum brasilense*, T_3 - *Urochloa ruziziensis*, T_4 - *Urochloa ruziziensis* + *Azospirillum brasilense*, T_5 - milho + *Urochloa ruziziensis*, T_6 - milho - *A. brasilense* + *U. ruziziensis*, T_7 - milho + *U. ruziziensis* - *A. brasilense*, T_8 - milho - *A. brasilense* + *U. ruziziensis* - *A. brasilense*) e ausência ou presença de inoculação com *Azospirillum brasilense* inoculado no arroz de terras altas.

3.5 INSTALAÇÃO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

3.5.1 Coberturas vegetais milho e/ou *Urochloa ruziziensis*

As culturas do milho e *Urochloa ruziziensis* conduzidas na área agrícola nos anos 2011/12, 2012/13 e 2013/14 faz parte da tese de doutorado da autora (SABUNDJIAN, 2016).

No ano agrícola 2013/14, anteriormente ao experimento, a semeadura do milho foi realizada no dia 13/11/2013 mecanicamente com espaçamento de 0,90 m entrelinhas e 5,9 plantas por metro de sulco com objetivo de alcançar uma população de 65.555 plantas ha^{-1} . No mesmo dia, a *Urochloa ruziziensis* solteira foi semeada manualmente utilizando semeadora do tipo matraca com espaçamento de 0,45m, na quantidade de 20 kg de sementes ha^{-1} . Da mesma forma, a *Urochloa* em consórcio foi semeada manualmente no espaçamento de 0,45m nas entrelinhas do milho, porém na quantidade de 10 kg de sementes ha^{-1} (VC=36%) (SABUNDJIAN, 2016).

Após a colheita do milho, no dia 08/04/2014, foi realizada a dessecação total da área com 1.920 g ha^{-1} de i.a de glifosato + 24 g i.a. ha^{-1} de carfentrazone-ethyl e dia 17/04/2014 a passagem do desintegrador mecânico para fragmentar e distribuir de forma uniforme os resíduos das culturas na área de cultivo, seguindo o mesmo procedimento que descrito anteriormente (SABUNDJIAN, 2016).

3.5.2 Milheto

Após a condução das culturas do milho e/ou *Uroclhoa ruziziensis* realizou-se a semeadura do milheto no dia 01/09/2014 utilizando-se o cultivar ADR 300 com ciclo precoce, maior resistência às doenças, grande produção de massa verde (RODRIGUES; PEREIRA FILHO, 2010) com objetivo de formação de boa palha para o plantio direto e auxílio na supressão de plantas invasoras. Para a implantação foi utilizada uma semeadora específica para o sistema plantio direto e mecanismo de distribuição de sementes com fluxo contínuo com espaçamento de 0,17 m utilizando-se 25 kg ha⁻¹ de sementes.

Após a dessecação do milheto semeado e conduzido em setembro/outubro de 2014 até a fase de florescimento, utilizando-se o herbicida glifosate (1560g i. a./ha) + saflufenacil (70 g i. a./ha) realizou-se a passagem do desintegrador mecânico para a distribuição da palha e melhor implantação do experimento.

Para quantificar a massa seca da cobertura vegetal inicial foram coletadas amostras dessa área utilizando-se um quadrado de 0,50 m de lado e área de 0,25 m², em dez pontos na área total; essas amostras foram acondicionadas em sacos de papel, devidamente identificadas e levadas para o laboratório para secagem em estufa de ventilação forçada à temperatura de 65 °C até ponto de equilíbrio. A produção da matéria seca do milheto na área foi obtida, dessa maneira, pela média aritmética entre os dez pontos amostrados, com os valores médios extrapolados para kg ha⁻¹.

3.5.3 Arroz de terras altas

A semeadura foi realizada mecanicamente utilizando a quantidade de sementes necessária para obtenção de 180 plantas m⁻², no dia 14 do mês de novembro, o mais indicado para a semeadura do arroz irrigado na região, propiciando a obtenção de produtividade mais elevada (ARF et al., 2000). A adubação química básica utilizada nos sulcos de semeadura foi calculada de acordo com as características químicas do solo e levando-se em consideração as recomendações de Cantarella e Furlani (1996), aplicando-se 16 kg ha⁻¹ de N, 56 kg ha⁻¹ P₂O₅ e 32 kg ha⁻¹ de K₂O.

As dimensões das parcelas de arroz foram de 10 linhas com 10 metros (m) de comprimento espaçadas de 0,35m entre si, sendo a área útil as 3 linhas centrais, desprezando-se 0,50m das extremidades.

O cultivar utilizado foi o BRS Esmeralda. A escolha do cultivar deve-se à classificação quanto ao tipo de planta, o qual pertence ao grupo intermediário e ao tipo de grão, classificado como longo-fino (agulhinha), que tem maior aceitação pelo mercado. As sementes foram tratadas com fipronil (50 g do i.a. por 100 kg de semente), visando o controle de cupins e lagarta elasmô.

Após o tratamento com inseticidas efetuou-se a inoculação de sementes com *Azospirillum*, com as estirpes AbV₅ e AbV₆ com 2×10^8 Ufc/g, obtidas de produtos comerciais registrados no Ministério da Agricultura e Pecuária do inoculante líquido MASTERFIX[®] L gramíneas na dose de 100 mL para 25 kg de sementes, efetuada à sombra e após uma breve secagem foi realizada a semeadura.

A emergência de plântulas ocorreu aos sete dias após a semeadura (DAS), em 21/11/2014. A adubação nitrogenada de cobertura foi realizada aos 28 dias após a emergência (DAE), utilizando sulfato de amônio como fonte, na dose de 60 kg ha⁻¹ de nitrogênio. A distribuição do adubo foi realizada em filetes contínuos, aproximadamente 0,10 m de distância das fileiras de plantas. Logo após a distribuição do fertilizante foi realizada irrigação com lâmina de 20 mm, para incorporação do mesmo.

O controle de plantas daninhas foi realizado com herbicidas aplicados por pulverizador tratorizado. Aplicou-se no dia da semeadura do arroz o herbicida pendimethalin (1400g ha⁻¹ do i.a.). Também se realizou a aplicação do metsulfuron metílico (2 g ha⁻¹ do i.a.) em pós emergência, no dia 03/12/2015, para controle das plantas daninhas de folhas largas. As demais plantas daninhas não controladas pelo herbicida foram controladas mecanicamente nos carregadores através de roçadeira e manualmente com auxílio de enxada.

Aos 65 e 84 DAE, quando a cultura encontrava-se no estágio reprodutivo, realizou-se a aplicação do fungicida tebuconazol + trifloxistrobina nas doses de 75 + 150 g ha⁻¹ do i.a., respectivamente, para controle de doenças do arroz de terras altas principalmente brusone. As aplicações foram realizadas mediante o uso de pulverizador de barras tratorizado munido com bicos contendo pontas do tipo jato plano (“leque”) e regulado para aplicar 200 L ha⁻¹ de calda.

O florescimento pleno da cultura do arroz ocorreu aos 85 DAE, permitindo a colheita aos 110 DAE realizada de forma manual.

Para a cultura do arroz foram realizadas as seguintes avaliações:

a) *Massa seca inicial da cobertura vegetal*: após a dessecação do milho e passagem do desintegrador mecânico foi realizada a avaliação da produção de massa seca da cobertura vegetal, por meio de amostragens em uma área de 0,25 m². A coleta do material vegetal foi

feita de maneira aleatória em 8 pontos da área experimental. Após a secagem, em estufa de circulação forçada de ar a temperatura de 65°C, sendo, posteriormente, realizada a pesagem e os dados então transformados em kg ha⁻¹.

b) Produção de massa seca de parte aérea do arroz: Por ocasião do florescimento foram coletados por parcela em dois pontos 0,60m de linha da parte aérea das plantas de duas linhas centrais. A matéria seca foi obtida após secagem das plantas em estufa a 65°C com circulação de ar até peso constante e posteriormente convertida em kg ha⁻¹.

c) Teor de nitrogênio foliar: por ocasião do florescimento pleno foram coletadas 20 “folhas bandeira” de plantas presentes na área útil de cada parcela. Em seguida, foram submetidos à secagem em estufa com renovação e circulação forçada de ar à temperatura de 60±5 °C, até atingir constância em massa. Após a secagem, os limbos foliares foram moídos em moinho de facas do tipo Wiley, com peneira de 1,0 mm. A determinação de N foliar foi realizada conforme metodologias descritas por Malavolta, Vitti e Oliveira (1997), com os resultados expressos em g kg⁻¹ de N.

d) Altura de plantas: avaliada a distância média compreendida, do colo da planta até a extremidade superior da panícula mais alta, determinada durante o estágio de maturação em plantas ao acaso, na área útil de cada parcela.

e) Número de panículas por metro quadrado: determinado pela contagem do número de panículas de 1,0 m de fileira de plantas na área útil das parcelas e posteriormente calculado por metro quadrado.

f) Média de espiguetas por panículas: obtido através da contagem do número de espiguetas de 20 panículas, coletadas no momento da colheita, em cada parcela.

g) Fertilidade de espiguetas: determinada pela divisão do número de grãos cheios de 20 panículas pelo número total de grãos.

h) Massa hectolétrica: a massa de 100 litros foi determinada em balança apropriada com teor de água dos grãos corrigidos para 13% (base úmida), utilizando-se duas amostras por parcela.

i) Massa de 100 grãos: foi avaliada pela coleta ao acaso e pesagem de duas amostras de 100 grãos de cada parcela (13% base úmida).

j) Produtividade de grãos: determinada através da pesagem dos grãos em casca, provenientes da área útil das parcelas, corrigindo-se a umidade para 13% e convertendo em kg ha⁻¹.

k) Rendimento de engenho: foi coletada uma amostra de 100 g de grãos de arroz em casca de cada parcela, a qual foi processada em engenho de prova, por 1 minuto; em seguida,

os grãos brunidos (polidos) foram pesados e o valor encontrado considerado como rendimento de benefício, sendo os resultados expressos em porcentagem. Posteriormente, os grãos brunidos (polidos) foram colocados no “Trieur” nº. 2 e a separação dos grãos processada por 30 segundos; os grãos que permanecerem no “Trieur” foram pesados, obtendo-se o rendimento de inteiros e os demais, grãos quebrados, ambos expressos em porcentagem.

3.5.4 Feijão de inverno inoculado com *Rhizobium tropici*

Após a colheita do arroz e dessecação das plantas presentes na área de cultivo, em sucessão foi semeado mecanicamente o feijão de inverno, utilizando a quantidade de sementes suficientes para obtenção de densidade de 12 a 13 plantas m^{-1} , no dia 08/04/2015. A adubação de semeadura foi realizada de acordo com as recomendações de Ambrosano et al. (1997), com dose de $12\text{ kg N ha}^{-1} + 56\text{ kg P}_2\text{O}_5\text{ha}^{-1} + 56\text{ kg K}_2\text{O ha}^{-1}$.

Realizou-se o tratamento de sementes com fungicida/inseticida de ação protetora piraclostrobina, metil tiofanato e fipronil, na dose de 1g do i.a. kg^{-1} semente. Em seguida, para a inoculação com *Rhizobium tropici* em área total, utilizou-se o inoculante comercial turfoso Masterfix Feijão®, com a estirpe Semia 4080, na dose de 100 g do inoculante para cada 25 kg de semente. A inoculação foi realizada à sombra, misturando o inoculante com solução açucarada a 12% na proporção de 250 mL da solução para 500g de inoculante. Essa tem a finalidade de contribuir para maior adesão do inoculante a superfície da semente (STRALIOTTO, 2002; STRALIOTTO; TEIXEIRA; MERCANTE, 2003).

O cultivar utilizado foi o BRS Estilo, do grupo comercial carioca e apresenta arquitetura de planta ereta, com hábito de crescimento indeterminado tipo II, adaptado à colheita mecânica direta, apresentando um alto potencial produtivo e estabilidade de produção e resistência às principais doenças e ao acamamento (MELO et al., 2009).

As parcelas foram constituídas por 8 linhas de 10m de comprimento, espaçadas 0,45m ente si. Sendo consideradas como área útil as linhas centrais desprezando-se duas linhas laterais e 0,50m em ambas as extremidades de cada linha.

A emergência de plântulas ocorreu aos seis dias após a semeadura (DAS). A adubação nitrogenada de cobertura foi realizada aos 22 dias após a emergência (DAE), quando as plantas estavam no estágio V_{4-4} (quarta folha trifoliada). Utilizou-se o nitrogênio na forma de ureia na dose de 50 kg ha^{-1} . A distribuição do adubo foi realizada em filetes contínuos, aproximadamente 0,10 m de distância das fileiras de plantas. Logo em seguida a adubação, a

área foi irrigada com uma lâmina de 10 mm, para incorporação do adubo e diminuir perdas por volatilização.

O controle de plantas daninhas foi realizado em pós-emergência no estágio V₄ que corresponde a 15 DAE, com o herbicida fomesafen (250 g ha⁻¹ do i.a.) e aos 22 DAE utilizou-se o herbicida fenoxaprope-p-etílico (77 g ha⁻¹ do i.a.) A aplicação foi realizada com pulverizador de barras tratorizado munido com pontas do tipo jato plano (“leque”) e regulado para aplicar 200 L ha⁻¹ de calda. (50 + 50 g ha⁻¹ i.a.). Ambos no volume de calda de 220 L ha⁻¹, aplicados com pulverizador de barras tratorizado munido com pontas do tipo jato plano (“leque”) para o controle de plantas de folhas largas e estreitas, respectivamente.

O controle das pragas foi realizado, com o inseticida imidacloprido (100 g ha⁻¹ do i.a.) aos 15 DAE, quando a cultura encontrava-se no estágio V₄ (terceira folha trifoliada), juntamente com o herbicida pós-emergente. Além disso, com o aparecimento de pragas e doenças causadas por fungos, ocorreu a aplicação da mistura deltametrina (4 g ha⁻¹ do i.a.) + carbendazim (250 g ha⁻¹ do i.a.) + abamectina (0,4 L ha⁻¹ do i.a) aos 51 DAE e aplicação da mistura abamectina (0,4 L ha⁻¹ do i.a.) + mancozeb (1.125 g ha⁻¹ do i.a.) aos 60 DAE

O florescimento iniciou aos 35 DAE, chegando ao florescimento pleno aos 42 DAE, permitindo a colheita da cultura do feijão aos 82 DAE.

Para a cultura do feijão foram realizadas as seguintes avaliações:

a) População de plantas: aproximadamente 8 dias após a emergência das plantas e durante a colheita avaliou-se, em duas linhas de quatro metros de comprimento, na área útil das parcelas, o número de plantas com o objetivo de se calcular a população inicial e a população final de plantas ha⁻¹.

b) Massa seca da parte aérea das plantas: por ocasião do florescimento pleno das plantas, foram coletadas 10 plantas em local pré-determinado na área útil, acondicionadas em sacos de papel, devidamente identificadas e levadas ao laboratório para serem submetidas à secagem em estufa de ventilação forçada à temperatura média de 60-70°C até atingir massa em equilíbrio. Posteriormente as amostras foram pesadas e os valores convertidos em g planta⁻¹.

c) Nitrogênio foliar: as folhas das plantas coletadas para avaliação anterior, na fase de desenvolvimento R₆ (florescimento), após secagem em estufa com circulação forçada de ar 60-70°C, foram moídas em moinho tipo Wiley para em seguida serem submetidas à digestão sulfúrica, conforme metodologia proposta por (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997).

e) *Componentes da produção*: foram coletadas, por ocasião da colheita, 10 plantas na área útil das parcelas para a avaliação de:

- número de vagens por planta: determinado pela relação do número total de vagens/número de plantas;
- número de grãos por planta: obtido pela relação do número total de grãos/número de plantas;
- número médio de grãos por vagem: calculado pela relação do número total de grãos/número total de vagens;
- massa de 100 grãos: obtido da coleta ao acaso e pesagem da amostra de 100 grãos por parcela;

f) *Produtividade de grãos*: no momento da colheita, as plantas em duas linhas de quatro metros da área útil de cada parcela foram arrancadas manualmente e deixadas para secagem a pleno sol. Após a secagem, foram submetidas à trilha mecânica, os grãos pesados e os dados transformados em kg ha^{-1} , corrigido para 13 % de umidade;

g) *Ciclo*: a avaliação levou em consideração o número de dias transcorridos entre a emergência e a colheita;

3.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Inicialmente realizou-se o diagnóstico para análise de variância, analisando a normalidade dos resíduos e homocedasticidade. Em seguida, os dados foram avaliados por meio da análise de variância pelo teste F. Quando o valor de F foi significativo à de 5% de probabilidade, aplicou-se o teste de Tukey para comparação das médias. A análise estatística foi realizada utilizando-se o software SISVAR (FERREIRA, 2011).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 COBERTURAS VEGETAIS MILHO E/OU *UROCHLOA RUZIZIENSIS*

4.1.1 Massa seca, teor de nitrogênio e nitrogênio acumulado

A massa seca, teor de nitrogênio e nitrogênio acumulado do milho e/ ou *Urochloa ruziziensis* como culturas antecessoras encontram-se na Tabela 2. Sabundjian, (2016) verificou que os tratamentos que apresentaram maiores quantidades de palha foram os com *Urochloa* solteira (com e sem inoculação) e os em consórcio, com destaque para o consócio milho + *Urochloa ruziziensis* ambos inoculados com *Azospirillum brasilense*.

Tabela 2 – Valores médios da massa seca (MS), teor nitrogênio (N), e nitrogênio acumulado (NAc) das coberturas vegetais milho e/ ou *Urochloa ruziziensis* (NAc). Selvíria-MS, Brasil (Safrá 2013/14).

Tratamentos	MS	N (g Kg ⁻¹)	NAc (Kg ha ⁻¹)
Culturas antecessoras (CA)			
Milho	7.984 d	10,57	84,46 b
Milho Inoculado (I)	9.457 c	11,83	111,68 ab
<i>Urochloa</i>	10.573 bc	10,54	105,81 ab
<i>Urochloa</i> Inoculado (I)	11.151 ab	11,24	126,42 a
Milho + <i>Urochloa</i>	11.028 ab	10,03	110,71 ab
Milho (I) + <i>Urochloa</i>	11.356 ab	10,53	119,60 a
Milho + <i>Urochloa</i> (I)	11.693 ab	11,76	137,49 a
Milho (I) + <i>Urochloa</i> (I)	11.999 a	11,35	136,18 a
F	21,23*	1,66 ^{ns}	6,10*
DMS (5%)	1.337	-	33,56
CV (%)	5,41	9,24	12,14

**, * e ^{ns} – significativos a 1 e 5 % de probabilidade e não significativo pelo teste F, respectivamente;

Médias seguidas por mesma letra nas colunas não diferem pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade (P<0,05); D.M.S. – diferença mínima significativa; C.V. – coeficiente de variação.

Fonte: (Adaptado de SADUNDJIAN, 2016).

Avaliando o consórcio de *Urochloas* com milho em sistema plantio direto, Chioderoli et al. (2012), constataram que a palha da *Urochloa ruziziensis*, associada aos restos da cultura do milho, apresentou massa de matéria seca de aproximadamente 11,0 t ha⁻¹ incrementando o aporte de matéria seca no sistema de produção.

Nota-se que o teor de nitrogênio (N) não diferiu entre os tratamentos na safra 2013/14, já para os resultados de N acumulado como é levado em consideração a produção de massa seca da cobertura vegetal, há uma alteração nesses valores. Quando avaliado esse acúmulo, pode-se observar que o tratamento em que o milho não foi inoculado com *Azospirillum*

brasiliense apresentou o menor valor (84,46 kg ha⁻¹) para essa variável, distinguindo-se estatisticamente dos demais tratamentos, ressalvo milho inoculado, *Urochloa* sem inoculação e Milho + *Urochloa* (SADUNDJIAN, 2016).

Pode-se inferir que a presença da *Urochloa* mais a inoculação acumularam maior quantidade de N ha⁻¹, mostrando o efeito benéfico da bactéria na promoção de crescimento, através de produção de fitormônios vegetais possibilitando à planta desenvolver seu sistema radicular e explorar mais nutrientes.

4.2 MILHETO

Através da média geral dos pontos coletados observou-se que o milheto semeado anteriormente ao arroz forneceu 7 ton/ha de massa de matéria seca, o que influencia de maneira positiva na manutenção da palhada na área e permanecendo, assim, o solo coberto fundamental para o controle de erosão, preservação da cobertura vegetal, quebra do ciclo de pragas e doenças e manejo de plantas invasoras, conservando o sistema plantio direto.

Plantas de cobertura como milheto vem cada vez mais sendo inseridas em regiões de cerrado devido a sua maior resistência ao déficit hídrico, elevada produção de matéria seca, bom desenvolvimento em solos do Cerrado (SANTOS et al., 2010a) e baixo custo de aquisição de sementes. Ressaltando também a eficiência de gramíneas em relação às leguminosas, já que nessas regiões de clima do Cerrado é caracterizado pelas elevadas temperaturas associadas às altas precipitações no verão, ocorre rápida decomposição dos resíduos vegetais de baixa relação C/N (LARA CABEZAS et al., 2004).

As produções médias de massa seca da parte aérea do milheto assemelha-se com, Kappes (2013), que em mesmas condições da presente pesquisa estudando coberturas vegetais, manejos de solo e doses de nitrogênio em cobertura na cultura do milho, observou produção de massa seca de parte aérea com valores de 7.765 e 9.323 kg ha⁻¹ para os anos de 2009/10 e 2010/11 respectivamente.

A época de manejo do milheto interfere no nível de cobertura do solo, sendo que vários autores afirmam que quando manejado no período de florescimento, foi obtida maior produção de fitomassa, resultado do maior desenvolvimento das plantas, assim como foi conduzido o presente experimento, traduzido pela elevada área foliar, quando comparado ao corte em estádios de desenvolvimento que antecedem ao florescimento (LEMOS et al., 2003; PIRES et al., 2007).

4.3 ARROZ DE TERRAS ALTAS

4.3.1 Massa seca da parte aérea, nitrogênio foliar, altura de plantas e número de panículas

Os resultados relacionados à massa seca da parte aérea de plantas, teor de nitrogênio foliar, altura de plantas e número de panículas da cultura do arroz estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 – Valores médios de massa seca da parte aérea (MSPA), nitrogênio foliar (NF), altura de plantas (AP) e número de panículas (NPAN) de arroz de terras altas em função de culturas antecessoras e ausência ou presença de inoculação com *Azospirillum brasilense*. Selvíria-MS, Brasil (Safrá 2014/15).

Tratamentos	MSPA (kg ha ⁻¹)	NF (g kg ⁻¹)	AP (m)	NPAN (nº m ⁻²)
Culturas Antecessoras (CV)				
Milho	6.485 b	33,45 ab	0,98 a	290
Milho Inoculado (I)	5.868 b	32,48 ab	0,92 ab	305
<i>Urochloa</i>	7.042 ab	34,68 a	0,99 a	294
<i>Urochloa</i> Inoculado (I)	6.984 ab	33,87 ab	0,96 ab	309
Milho + <i>Urochloa</i>	7.385 ab	33,49 ab	0,97 ab	301
Milho (I) + <i>Urochloa</i>	8.240 ab	32,17 b	0,91 b	287
Milho + <i>Urochloa</i> (I)	9.161 a	33,77 ab	0,96 ab	293
Milho (I) + <i>Urochloa</i> (I)	7.997 ab	31,82 b	0,93 ab	300
DMS (5%)	2.559	2,50	0,066	65,093
Inoculação (I)				
Inoculado	7.217	33,38	0,96	298
Não Inoculado	7.573	33,05	0,95	297
DMS (5%)	763	1,04	0,053	20,092
F				
Culturas Antecessoras (CA)	3,76*	3,39*	4,18*	0,30 ^{ns}
Inoculação (I)	2,21 ^{ns}	0,97 ^{ns}	0,71 ^{ns}	0,01 ^{ns}
(CA) x (I)	0,21 ^{ns}	0,83 ^{ns}	0,33 ^{ns}	0,67 ^{ns}
Média	7395	33,22	0,95	297
CV _{CA} (%)	20,62	4,48	4,14	13,05
CV _I (%)	12,96	3,94	6,99	8,49
CV _{CA x I} (%)	18,77	5,37	4,28	13,08

**, * e ^{ns} – significativos a 1 e 5 % de probabilidade e não significativo pelo teste F, respectivamente;

Médias seguidas por mesma letra nas colunas não diferem pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade (P<0,05); D.M.S. – diferença mínima significativa; C.V. – coeficiente de variação.

Fonte: Elaboração da própria autora.

Para a massa seca da parte aérea, nota-se que houve influencia das culturas antecessoras, verificando que o tratamento milho + *Urochloa* inoculada difere dos tratamentos milho e milho inoculado, os quais apresentaram menores médias, conferindo a importância do

consórcio com gramíneas do gênero *Urochloa* em proporcionar maior quantidade de palhada ao solo em relação ao cultivo solteiro de milho, e indicando ser interessante a inoculação de forrageiras. É notável que os consórcios que conseguiram incrementar maior aporte de matéria seca no sistema de produção, o que provavelmente resultou também em maior massa seca de plantas de arroz cultivadas em sucessão.

Com relação à *U. ruziziensis*, esta espécie pode ser recomendada para sistemas de integração lavoura-pecuária, trazendo benefícios para as culturas subsequentes, visto que, de acordo com Pires (2006) e Ceccon (2007), pode proporcionar rápida cobertura do solo, boa composição bromatológica, excelente ciclagem de nutrientes, facilidades em sua dessecação e produção uniforme de sementes.

Pacheco et al. (2011a), também verificou que as espécies *U. ruziziensis* e *U. ruziziensis* + *C. cajan* destacaram-se na produção de matéria seca, taxa de cobertura do solo e acúmulo de nutrientes no final do período de entressafra e a *U. ruziziensis* despontou como promissoras na produção de matéria seca e ciclagem de nutrientes para o arroz em plantio direto cultivado em sucessão.

Analizando o teor de nitrogênio foliar na cultura do arroz, observa-se que o tratamento com *Urochloa* utilizada como cultura antecessora foi o que proporcionou maior disponibilidade de N, suficiente para elevação da concentração do nutriente no tecido vegetal. Já os consórcios com milho inoculado + *Urochloa* e milho inoculado + *Urochloa* inoculada, em contrapartida, obtiveram os menores teores de nitrogênio foliar na cultura do arroz. Por outro lado, Soratto e Crusciol, (2007) verificaram que o cultivo anterior de milho consorciado com *U. brizantha* proporcionou maior teor de N nas folhas das plantas de feijão, o que pode estar relacionado com a maior ciclagem desse nutriente proporcionado pela forrageira.

Os teores de nitrogênio foliar não foram influenciados pela ausência ou presença de inoculação, concordando com Reichemback et al. (2011) e Gitti et al. (2012) que também não obtiveram influência da inoculação de sementes do arroz com *Azospirillum brasilense*. No entanto, a média entre os tratamentos inoculados e não inoculados dos trabalhos (27,51 g kg⁻¹ e 27,81 g kg⁻¹, respectivamente) foram inferiores ao encontrado no presente estudo (33,22 g kg⁻¹). Além disso, verifica-se que os valores de nitrogênio na folha bandeira (N foliar), para todos os tratamentos, estiveram sempre dentro da faixa de teores adequados de nitrogênio (27-35 g kg⁻¹) para a cultura do arroz de acordo com (CANTARELLA; RAIJ; CAMARGO, 1997).

A altura de plantas relacionou-se com o teor de nitrogênio foliar, já que este nutriente influencia no desenvolvimento da planta, quanto maior o teor de N, maior foi a altura atingida

pelas plantas de arroz (Tabela 2). Consequentemente, os tratamentos com milho solteiro e apenas *Urochloa* acarretaram em plantas de arroz mais altas, sendo significativamente diferente do tratamento milho inoculado + *Urochloa*. Contudo a inoculação não interferiu na altura de plantas diferindo do resultado encontrado por Didonet et al. (2003) que ao avaliarem o efeito da inoculação de sementes em linhagens promissoras de arroz de terras altas com *A. brasilense* e *A. lipoferum* verificaram aumento no comprimento da parte aérea e da raiz.

Nota-se ainda que a ausência ou presença de inoculação com *A. brasilense*, assim como as diversas culturas antecessoras não influenciaram significativamente no número de panículas de arroz (Tabela 3), em diversos trabalhos verifica-se pouco efeito dos tratamentos nessa variável podendo ser mais influenciada por fatores genéticos. Em trabalhos com inoculação de sementes de arroz com *Azospirillum brasilense*, Araújo (2010) e Goes (2012), nos quais a inoculação não afetou o número de panículas por m².

4.3.2 Média de espiguetas por panículas e fertilidade de espiguetas

No presente trabalho, a média de espiguetas por panículas e fertilidade de espiguetas (Tabela 4), observa-se que os tratamentos forneceram valores homogêneos, não demonstrando diferença significativa entre si. Gitti et al. (2012) também não obtiveram influência dos tratamentos avaliados no número de espiguetas granadas e porcentagem de grãos chochos por panícula.

De acordo com Buzetti et al. (2006), o número de espiguetas por panícula é influenciado por fatores genéticos e condições externas vigentes durante a fase reprodutiva, mais precisamente do início dessa fase até os cinco dias que antecedem o florescimento.

Características genéticas, condições ambientais de temperatura e radiação solar, e os nutrientes influenciam no florescimento e enchimento de grãos. As temperaturas consideradas baixas (16°C) como as altas (34°C) afetam o número de espiguetas granadas por panícula (FORNASIERI FILHO; FORNASIERI, 2006).

Verifica-se que as temperaturas durante a condução do experimento atingiram temperaturas elevadas, com médias acima de 34 °C, com picos de temperaturas máximas acima de 40 °C durante o florescimento e enchimento de grãos (Figura 1), podendo afetar a fertilidade de espiguetas que apresentou média de 80% das espiguetas granadas.

Tabela 4 – Média de espiguetas por panícula e fertilidade das espiguetas de arroz de terras altas em função de culturas antecessoras e ausência ou presença de inoculação com *Azospirillum brasilense*. Selvíria-MS, Brasil (Safrá 2014/15).

Tratamentos	Espiguetas (Nº pan ⁻¹)	Fertilidade de espiguetas (%)
Culturas Antecessoras (CV)		
Milho	150	79
Milho Inoculado (I)	149	80
<i>Urochloa</i>	154	80
<i>Urochloa</i> Inoculado (I)	142	82
Milho + <i>Urochloa</i>	141	80
Milho (I) + <i>Urochloa</i>	135	83
Milho + <i>Urochloa</i> (I)	147	79
Milho (I) + <i>Urochloa</i> (I)	144	82
DMS	19,1	5,69
Inoculação (I)		
Inoculado	143	82
Não Inoculado	147	80
DMS	9,7	4
F		
Culturas Antecessoras (CA)	2,29 ^{ns}	1,93 ^{ns}
Inoculação (I)	1,86 ^{ns}	1,12 ^{ns}
(CA) x (I)	1,93 ^{ns}	0,99 ^{ns}
Média	145	80,9
CV _{CA} (%)	7,87	4,20
CV _I (%)	8,46	6,63
CV _{CAxI} (%)	10,29	4,42

**, * e ^{ns} – significativos a 1 e 5 % de probabilidade e não significativo pelo teste F, respectivamente; Médias seguidas por mesma letra nas colunas não diferem pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade (P<0,05); D.M.S. – diferença mínima significativa; C.V. – coeficiente de variação.
Fonte: Elaboração da própria autora.

4.3.3 Massa de cem grãos, massa hectolétrica e produtividade

Na Tabela 5 estão apresentados os resultados para massa de cem grãos, massa hectolétrica e produtividade de grãos. A variável massa hectolétrica não foi influenciada pelos tratamentos.

Quanto à massa de cem grãos observa-se que não houve efeito das culturas antecessoras, apenas da inoculação com *Azospirillum brasilense*, cujo tratamento sem inoculação de sementes apresentou maior massa de cem grãos em relação ao inoculado. O mesmo resultado foi encontrado por Goes (2012), onde o tratamento não inoculado proporcionou maior massa de cem grãos, afirmando que esta redução da massa de cem grãos pode estar relacionada com o maior crescimento da parte vegetativa das plantas de arroz.

Em trabalho com coberturas vegetais, doses de N e inoculação de sementes com *Azospirillum brasilense*, Gitti (2012) também observou redução da massa de 100 grãos do arroz inoculado em sucessão ao milheto, e o mesmo afirma que o resultado pode ter ocorrido pelo menor aporte de N no sistema, já que a palha de milheto disponibiliza este nutriente de forma mais lenta, devido a maior relação carbono/nitrogênio (TORRES et al., 2008).

Tabela 5 – Valores médios de massa de cem grãos (M100), massa hectolétrica (MHEC) e produtividade de grãos (PROD) de arroz de terras altas em função de culturas antecessoras e ausência ou presença de inoculação com *Azospirillum brasilense*. Selvíria-MS, Brasil (Safrá 2014/15).

Tratamentos	M100 (g)	MHEC (kg/100L)	PROD (kg ha ⁻¹)
Culturas Antecessoras (CA)			
Milho	2,58	51,88	5.481
Milho Inoculado (I)	2,60	52,99	4.506
<i>Urochloa</i>	2,60	51,20	5.757
<i>Urochloa</i> Inoculado (I)	2,56	53,23	5.449
Milho + <i>Urochloa</i>	2,59	51,61	5.006
Milho (I) + <i>Urochloa</i>	2,64	54,08	4.214
Milho + <i>Urochloa</i> (I)	2,59	52,59	5.382
Milho (I) + <i>Urochloa</i> (I)	2,55	53,13	4.233
DMS (5%)	0,16	3,88	2.193,77
Inoculação (I)			
Inoculado	2,48b	52,62	5.439 a
Não Inoculado	2,53a	52,55	4.568 b
DMS (5%)	0,025	1,47	778,01
F			
Culturas Antecessoras (CA)	0,92 ^{ns}	1,20 ^{ns}	1,74 ^{ns}
Inoculação (I)	1,08 [*]	0,02 ^{ns}	12,70 [*]
(CA) x (I)	0,32 ^{ns}	0,97 ^{ns}	1,94 ^{ns}
Média	2,50	54,60	5004
CV _{CA} (%)	3,70	4,71	26,13
CV _I (%)	1,24	4,06	19,54
CV _{CA x I} (%)	4,51	3,52	13,61

**, * e ^{ns} – significativos a 1 e 5 % de probabilidade e não significativo pelo teste F, respectivamente;

Médias seguidas por mesma letra nas colunas não diferem pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade (P<0,05); D.M.S. – diferença mínima significativa; C.V. – coeficiente de variação.

Fonte: Elaboração da própria autora.

Para a produtividade de grãos (Tabela 5), pode-se inferir que a produtividade média obtida foi satisfatória, estando de acordo com EMBRAPA (2013), sendo a média de produtividade do cultivar BRS Esmeralda de 4050 kg ha⁻¹. Houve efeito significativo da inoculação na produtividade de grãos de arroz, onde o tratamento inoculado obteve maior produtividade, sendo este incremento de 19% de produtividade em relação ao tratamento sem inoculação de *Azospirillum brasilense*. O que pode estar relacionado com o efeito da bactéria

em produção de fitormônios e possibilitando melhor desenvolvimento e nutrição dessas plantas.

Este resultado corrobora com o encontrado por Reichemback et al. (2011), que no mesmo município de Selvíria (MS), observaram aumento de 26% na produtividade de grãos no tratamento com inoculação de sementes com *Azospirillum brasilense*, em relação ao tratamento sem inoculação, no cultivar Primavera. Além disso, em trabalho com o cultivar IAC 202, Rodrigues et al. (2013) obtiveram produtividade superior na presença de inoculação de sementes com *Azospirillum brasilense*, superando 22% ou mais de 1000 kg ha⁻¹ de grãos.

4.3.4 Rendimento de benefício, rendimento de inteiros e grãos quebrados

Para o rendimento de benefício, rendimento de inteiros e grãos quebrados não houve influência dos tratamentos avaliados (Tabela 6).

Tabela 6 – Porcentagem de rendimento de benefício (BENEF), rendimento de inteiros (INT) e grãos quebrados (QUEB) de arroz de terras altas em função de culturas antecessoras e ausência ou presença de inoculação com *Azospirillum brasilense*. Selvíria-MS, Brasil (Safrá 2014/15).

Tratamentos	BENEF (%)	INT (%)	QUEB (%)
Culturas Antecessoras (CA)			
Milho	71,5	65,7	5,5
Milho Inoculado (I)	71,1	66,1	4,9
<i>Urochloa</i>	71,5	65,6	5,6
<i>Urochloa</i> Inoculado (I)	71,0	65,8	5,0
Milho + <i>Urochloa</i>	71,3	66,0	5,2
Milho (I) + <i>Urochloa</i>	71,3	65,8	5,5
Milho + <i>Urochloa</i> (I)	71,7	66,9	4,6
Milho (I) + <i>Urochloa</i> (I)	72,4	67,6	4,8
DMS	4,42	5,20	1,39
Inoculação (I)			
Inoculado	71,4	66,3	5,05
Não Inoculado	71,5	66,1	5,22
DMS	1,79	1,49	0,28
F			
Culturas Antecessoras (CA)	0,21 ^{ns}	0,41 ^{ns}	1,51 ^{ns}
Inoculação (I)	0,08 ^{ns}	0,16 ^{ns}	3,52 ^{ns}
(CA) x (I)	1,04 ^{ns}	0,93 ^{ns}	0,43 ^{ns}
Média	71,5	66,2	5,13
CV _{CA} (%)	3,68	4,68	16,11
CV _I (%)	3,16	2,84	6,93
CV _{CA x I} (%)	3,36	3,78	17,52

**, * e ^{ns} – significativos a 1 e 5 % de probabilidade e não significativo pelo teste F, respectivamente;

Médias seguidas por mesma letra nas colunas não diferem pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade (P<0,05); D.M.S. – diferença mínima significativa; C.V. – coeficiente de variação.

Fonte: Elaboração da própria autora.

Entretanto, em trabalho com doses e modos de aplicação de inoculante contendo *Azospirillum brasilense*, Garcia et al. (2015), em Selvíria/MS encontraram resultados interessantes, onde a inoculação promoveu melhorias na qualidade de grãos, propiciando menor quantidade de grãos quebrados, principalmente nas doses de 100 e 200 ml ha⁻¹ do inoculante.

Nacionalmente, atribui-se ao arroz em casca uma renda base no benefício de 68%, constituída de um rendimento do grão de 40% de inteiros mais 28% de quebrados e quirera (FORNASIERI FILHO; FORNASIERI, 2006). Podendo verificar, que os resultados do presente trabalho estão de acordo com a média nacional, estando superior e apontando para o acréscimo no rendimento de inteiros e, consequente, melhoria da qualidade do arroz obtendo uma pequena porcentagem de quebrados.

4.4 FEIJÃO DE INVERNO INOCULADO COM *RHIZOBIUM TROPICI*

4.4.1 População inicial e final, massa seca da parte aérea e teor de nitrogênio foliar

A Tabela 7 apresenta os resultados obtidos para população inicial e final, massa seca da parte aérea e nitrogênio foliar para o feijão cv. BRS Estilo em função dos tratamentos. Para população inicial e final do feijoeiro não obtiveram diferenças significativas entre os tratamentos, podendo apenas notar que o tratamento com inoculação obteve maior quantidade de plantas ha⁻¹ que o tratamento não inoculado, resultado do efeito hormonal das bactérias capazes de promoverem o crescimento de plantas verificando um arranque inicial dessas plantas e maior sobrevivência com a presença do *Azospirillum brasilense*.

Em contrapartida, Peres et al. (2016) verificaram menor população de plantas com a inoculação de sementes de feijão com *Azospirillum brasilense* em relação aos tratamentos sem inoculação. Já no experimento com cultivares de feijão em função da inoculação de *Azospirillum brasilense* e fornecimento de nitrogênio, Gitti et al. (2012) verificaram que a inoculação proporcionou maior população final de plantas ao cultivar Jalo, no entanto os cultivares Cranberry e ETA 10 apresentaram reduções significativas no número de plantas ha⁻¹ com a inoculação de sementes.

De acordo com Arf et al. (2011) o feijoeiro tem uma capacidade de compensação dos seus componentes primários da produção, o que resulta em produtividades iguais utilizando populações diferentes, portanto, um intervalo de 120.000 a 300.000 plantas ha⁻¹ proporciona produtividades equivalentes (SOUZA et al., 2002).

Tabela 7 – Valores médios de população inicial (PI), população final (PF), massa seca da parte aérea (MSPA) e nitrogênio foliar (NF) do feijão de inverno em função de culturas antecessoras e ausência ou presença de inoculação com *Azospirillum brasilense*. Selvíria-MS, Brasil (Safrá 2015/16).

Tratamentos	PI (plantas ha ⁻¹)	PF (plantas ha ⁻¹)	MSPA (g planta ⁻¹)	NF (g kg ⁻¹)
Culturas Antecessoras (CA)				
Milho	158.333	137.153	7,52	30,83
Milho Inoculado (I)	200.694	128.472	8,55	30,35
<i>Urochloa</i>	199.653	137.847	7,53	31,57
<i>Urochloa</i> Inoculado (I)	190.972	131.250	8,25	31,69
Milho + <i>Urochloa</i>	189.236	137.500	8,27	32,19
Milho (I) + <i>Urochloa</i>	201.042	136.806	8,92	32,62
Milho + <i>Urochloa</i> (I)	199.306	146.181	7,85	30,82
Milho (I) + <i>Urochloa</i> (I)	177.778	123.611	9,79	31,43
DMS (5%)	59.021	43.588	2,62	5,05
Inoculação (I)				
Inoculado	193.837	142.188	8,14	31,99 a
Não Inoculado	185.417	127.517	8,54	30,88 b
DMS (5%)	9.127	35.055	0,71	0,89
F				
<i>Culturas Antecessoras (CA)</i>	1,45 ^{ns}	0,56 ^{ns}	1,89 ^{ns}	0,50 ^{ns}
Inoculação (<i>I</i>)	8,62 ^{ns}	1,77 ^{ns}	3,19 ^{ns}	15,51 [*]
(<i>CA</i>) x (<i>I</i>)	0,99 ^{ns}	0,70 ^{ns}	0,26 ^{ns}	1,46 ^{ns}
Média	189.627	134.852	8,34	31,44
CV _{CA} (%)	18,55	19,27	18,77	9,59
CV _I (%)	6,05	32,67	10,70	3,55
CV _{CA x I} (%)	22,82	15,15	27,46	7,78

**, * e ^{ns} – significativos a 1 e 5 % de probabilidade e não significativo pelo teste F, respectivamente;

Médias seguidas por mesma letra nas colunas não diferem pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade (P<0,05); D.M.S. – diferença mínima significativa; C.V. – coeficiente de variação.

Fonte: Elaboração da própria autora.

A massa seca da parte aérea não foi influenciada pelas culturas antecessoras e inoculação. Da mesma forma, Veronezi et al. (2012), avaliando a inoculação das sementes de feijão com *R. tropici*, a co-inoculação de *R. tropici* e *A. brasilense*, sem inoculação adicionada ou não à N mineral não obtiveram diferenças na massa seca da parte aérea entre os tratamentos. Já Assmann et al. (2013) relataram que a testemunha nitrogenada aumentou a massa seca da parte aérea quando adicionadas as estirpes de *A. brasilense*.

Quanto ao teor de nitrogênio foliar (Tabela 7) observa-se diferença significativa para o tratamento com inoculação, onde a presença de *Azospirillum brasilense* proporcionou maior teor do nutriente, podendo estar relacionado com a eficiência da capacidade de fixação de nitrogênio das bactérias em consequência da aplicação do inoculante contendo *A. brasilense*.

no arroz de terras altas cultivado anteriormente e uso de *Rhizobium tropici* no feijoeiro, tornando ainda mais eficaz essa associação de bactérias.

Analisando os tratamentos observou-se que os teores de nitrogênio foliar da cultura do feijoeiro encontram-se na faixa recomendada que é de 30 a 50 g kg⁻¹, segundo (AMBROSANO et al., 1996).

Remans (2008), semelhante a esse resultado, em experimento estudando a influência da co-inoculação em duas cultivares de feijão em cinco locais observou que a inoculação mista de *Azospirillum* e *Rhizobium* em relação à inoculação com *Rhizobium* único aumentou a quantidade de nitrogênio fixado. Segundo Dobbelaere et al. (2001), este resultado pode estar relacionado à fixação biológica do nitrogênio atmosférico juntamente com os mecanismos de promoção do crescimento, podendo aumentar a capacidade das plantas em absorver este nutriente do solo.

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

4.4.2 Número de vagens, número de grãos e número de grãos por vagem

A análise estatística para o número de vagens, número de grãos por planta e número de grãos por vagem encontram-se na Tabela 8. As culturas antecessoras influenciaram o número de vagens por planta de feijão, sendo o tratamento com *Urochloa* o que apresentou maior número de vagens em relação ao milho inoculado.

Para inoculação com *A. brasilense* não verificou diferença entre os tratamentos para número de vagens. Do mesmo modo, Soares (2012) não observou diferenças no número de vagens de feijão entre o tratamento não inoculado, inoculado com *R. tropici*, inoculado com *R. tropici* e adubado, e apenas adubado na safra de inverno/primavera 2010. Além disso, Gitti et al. (2012) não obtiveram diferenças entre os tratamentos com e sem inoculação de sementes com *Azospirillum brasilense* sobre o número de vagens.

Analisando os tratamentos para número de grãos por planta e número de grãos por vagem apesar de ser um importante componente da produtividade da cultura, não foi influenciado pelas culturas antecessoras e nem tampouco pela inoculação. Gitti et al. (2012) também não verificaram diferenças significativas no número de grãos por planta por efeito da inoculação com *A. brasilense* e não inoculação. Além disso, em experimento comparando a inoculação de *R. tropici* utilizando a estirpe referência com a testemunha não inoculada e a

testemunha não inoculada e adubada, Ferreira et al. (2000) não observaram diferenças no número de grãos por planta.

Tabela 8 – Valores médios de número de vagens por planta (NV), número de grãos por planta (NG) e número de grãos por vagem (NSV) de feijão de inverno em função de culturas antecessoras e ausência ou presença de inoculação com *Azospirillum brasilense*. Selvíria-MS, Brasil (Safrá 2015/16).

Tratamentos	NV	NG	NGV
Culturas Antecessoras (CA)			
Milho	17,4 ab	77,00	4,25
Milho Inoculado (I)	13,0 b	59,00	4,12
<i>Urochloa</i>	18,6 a	86,12	4,63
<i>Urochloa</i> Inoculado (I)	17,8 ab	82,37	4,50
Milho + <i>Urochloa</i>	17,6 ab	77,62	4,50
Milho (I) + <i>Urochloa</i>	15,9 ab	73,00	4,75
Milho + <i>Urochloa</i> (I)	17,3 ab	76,62	4,50
Milho (I) + <i>Urochloa</i> (I)	16,6 ab	81,25	4,75
DMS (5%)	5,60	7,75	0,26
Inoculação (I)			
Inoculado	17,03	77,06	4,37
Não Inoculado	16,50	76,19	4,62
DMS (5%)	2,70	12,07	0,90
F			
Culturas Antecessoras (CA)	2,12 [*]	1,12 ^{ns}	0,74 ^{ns}
Inoculação (I)	0,39 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,77 ^{ns}
(CV) x (I)	0,48 ^{ns}	0,71 ^{ns}	0,62 ^{ns}
Média	16,76	76,60	4,50
CV _{CA} (%)	19,91	28,61	16,17
CV _I (%)	20,20	19,79	25,26
CV _{CA x I} (%)	27,16	30,38	15,99

**, * e ^{ns} – significativos a 1 e 5 % de probabilidade e não significativo pelo teste F, respectivamente; Médias seguidas por mesma letra nas colunas não diferem pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade (P<0,05); D.M.S. – diferença mínima significativa; C.V. – coeficiente de variação.
Fonte: Elaboração da própria autora.

Nota-se que as respostas da inoculação de sementes com bactérias selecionadas são instáveis em diversos trabalhos, em consequência de diversos fatores edafoclimáticos e genéticos e suas múltiplas interações que interferem nos processos simbióticos e assimbióticos entre a planta e os microrganismos envolvidos (CASSINI; FRANCO, 2006). Sendo assim, as pesquisas devem expandir-se em busca de respostas e análises concretas, pois o uso desses microrganismos em associação podem trazer ainda mais benefícios para as plantas.

4.4.3 Massa de cem grãos e produtividade

Os resultados obtidos para massa de cem grãos e produtividade de grãos podem ser verificados na Tabela 9.

Tabela 9 – Valores médios de massa de cem grãos (M100) e produtividade de grãos (PROD) de feijão de inverno em função de culturas antecessoras e ausência ou presença de inoculação com *Azospirillum brasilense*. Selvíria-MS, Brasil (Safrá 2015/16).

Tratamentos	M100 (g)	PROD (kg ha ⁻¹)
Culturas Antecessoras (CA)		
Milho	28,16	2.243
Milho Inoculado (I)	28,60	2.379
<i>Urochloa</i>	27,50	2.253
<i>Urochloa</i> Inoculado (I)	27,93	2.383
Milho + <i>Urochloa</i>	28,38	2.530
Milho (I) + <i>Urochloa</i>	28,34	2.476
Milho + <i>Urochloa</i> (I)	27,73	2.397
Milho (I) + <i>Urochloa</i> (I)	28,60	2.396
DMS (5%)	1,44	728,80
Inoculação (I)		
Inoculado	28,19	2.645 a
Não Inoculado	28,12	2.119 b
DMS (5%)	0,79	222,05
F		
Culturas Antecessoras (CA)	1,77 ^{ns}	0,41 ^{ns}
Inoculação (I)	0,08 ^{ns}	56,82 ^{**}
(CA) x (I)	0,54 ^{ns}	2,32 ^{ns}
Média	28,15	2.382
CV _{CA} (%)	3,05	18,24
CV _I (%)	3,51	11,72
CV _{CA x I} (%)	3,53	13,84

^{**}, ^{*} e ^{ns} – significativos a 1 e 5 % de probabilidade e não significativo pelo teste F, respectivamente; Médias seguidas por mesma letra nas colunas não diferem pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade (P<0,05); D.M.S. – diferença mínima significativa; C.V. – coeficiente de variação.

Fonte: Elaboração da própria autora.

Os tratamentos avaliados não apresentaram diferenças estatísticas na variável massa de cem grãos, sendo esta variável pouco influenciada pelos tratamentos, concordando com os resultados encontrados por Corsini (2014), que nos anos 2012 e 2013 para massa de 100 grãos de feijão não houve diferença significativa para as combinações de inoculação de sementes (ausente, *Azospirillum brasilense*, *Rhizobium tropici* e *A. brasilense* + *R. tropici*).

A produtividade de grãos do feijoeiro foi influenciada pelo tratamento com inoculação, em que o efeito da aplicação do inoculante contendo *Azospirillum brasilense* no arroz de terras altas foi estatisticamente superior ao tratamento não inoculado, em virtude principalmente, da população de plantas, que mesmo havendo compensação na cultura do

feijoeiro essa população inicial e final maior com a presença da bactéria acarretou em maior produtividade de grãos (Tabela 9). Neste caso, pode-se notar que a combinação de inoculação de *Rhizobium tropici* (aplicado em área total) com o efeito do *Azospirillum brasilense* aplicado na cultura do arroz cultivado anteriormente mostrou-se positiva sendo este incremento de 24,8% no rendimento de grãos.

Este resultado pode ter sido ocasionado, principalmente pelo feijoeiro se beneficiar com a produção de fitormônios através das bactérias que resulta em maior desenvolvimento do sistema radicular e é um dos fatores responsáveis pelo efeito estimulatório observado no crescimento de plantas, como no caso da inoculação de estirpes de *Azospirillum* (BOTTINI et al., 1989).

Corsini (2014) também verificou no segundo ano do estudo que as sementes de feijão inoculadas com *A. brasilense* proporcionaram maior produtividade de grãos (1881 kg ha⁻¹) em relação aos demais tratamentos.

De acordo com Bashan e Bashan (2005), a inoculação mista têm maior taxa de sucesso. Uma vez que nas plantas co-inoculadas, a nutrição é mais equilibrada e adsorção de nitrogênio, fósforo e outros nutrientes minerais é significativamente melhorada, podendo-se obter uma melhor produtividade.

5 CONCLUSÕES

O cultivo antecessor de *Urochloa ruziziensis*, propiciou maior teor de nitrogênio e altura de plantas de arroz e maior número de vagens de feijão.

As diferentes culturas antecessoras utilizadas não influenciaram na produtividade de grãos do arroz de terras altas e do feijão de inverno.

A inoculação de sementes de arroz com *Azospirillum brasilense* promoveu incremento de 19% na produtividade de grãos de arroz de terras altas e, conseqüentemente, seu efeito resultou em incremento de aproximadamente 25% na produtividade do feijoeiro de inverno em sucessão inoculado com *Rhizobium tropici*.

REFERÊNCIAS

- AMBROSANO, E. J.; WUTKE, E. B.; BULISANI, E. A.; CANTARELLA, H. Feijão. In: RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, Â. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônomo/Fundação- IAC, 1997. p. 194-195.
- ANDRIOLI, I.; BEUTLER, A. N.; CENTURION, J. F.; ANDRIOLI, F. F.; COUTINHO, E. L. M.; Produção de milho em plantio direto com adubação nitrogenada e cobertura do solo na pré-safra. **Revista Brasileira Ciências do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 4, p. 1691-1698, 2008.
- ARAÚJO, A. E. S.; ROSSETTO, C. A. V.; BALDANI, V. L. D.; BALDANI, J. I. Germinação e Vigor de Sementes de Arroz Inoculadas com Bactérias Diazostróficas. **Ciências agrotécnica**, Lavras, v. 34, n. 4, p. 932-939, 2010.
- ARF, M. V.; BUZETTI, S.; ARF, O.; KAPPES, C.; FERREIRA, J. P.; GITTI, D. C. YAMAMOTO, C. J. Fontes e épocas de aplicação de nitrogênio em feijoeiro de inverno sob sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 41, n. 3, p. 430-438, 2011.
- ARF, O. Importância da adubação na qualidade do feijão e caupi. In: SÁ, M.E.; BUZETTI, S. (Coord.) **Importância da adubação na qualidade dos produtos agrícolas**. São Paulo: Ícone, 1944. p. 233-247.
- ARF, O.; RODRIGUES R. A. F.; SÁ, M. E.; CRUSCIOL, C. A. C. Influência da época de semeadura no comportamento de cultivares de arroz irrigado por aspersão em Selvíria, MS. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 10, p. 1967-1976, 2000.
- ASSMANN, M. M.; FERNANDES, G. L.; MARTINS, N. M.; COLMAN, B. A.; MERCANTE, F. M. Efeito da co-inoculação de diferentes rizóbios e *Azospirillum brasilense* na nodulação e no crescimento do feijoeiro. In: JORNADA DE INICIAÇÃO À PESQUISA DA EMBRAPA, 2., 2013, Dourados. **Anais...** Dourados: Embrapa, 2013. p. 1.
- BALDANI, J. I.; BALDANI, V. L. D. History on the biological nitrogen fixation research in graminaceous plants: special emphasis on the Brazilian experience. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 77, n. 3 p. 549-579, 2005.
- BÁRBARO, I. M.; BRANCALIÃO, S. R.; TICELLI, M.; MIGUEL, F. B.; SILVA, J. A. A. **Técnica alternativa**: co-inoculação de soja com *Azospirillum* e *Bradyrhizobium* visando incremento de produtividade. Artigo em Hypertexto. 2008. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2008_4/coinoculacao/index.htm>. Acesso em: 10 nov. 2016
- BARBOSA, F. R.; GONZAGA, A. C. O. (Ed.). **Informações técnicas para o cultivo do feijoeiro-comum na Região Central-Brasileira**: 2012-2014. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2012. 247 p. (Documentos, B)
- BASHAN, Y.; BASHAN, L.E. de. Bacteria/plant growth-promoting. In: HILLEL, D. (Ed.) **Encyclopedia of soils in the environment**. Oxford: Elsevier, 2005. v. 1, p. 103-115.

- BATISTA, K.; DUARTE, A. P.; CECCON, G.; MARIA, I. C. de; CANTARELLA, H. Acúmulo de matéria seca e de nutrientes em forrageiras consorciadas com milho safrinha em função da adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 46, n. 10, p. 1154-1160, 2011.
- BORÉM, A.; CARNEIRO, J. E. S. A cultura. In: VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T. J.; BORÉM, A. **Feijão**. 2. ed. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2006. p. 13-18.
- BORGHI, E.; COSTA, N. V.; CRUSCIOL, C. A. C.; MATEUS, G. P. Influência da distribuição espacial do milho e da *Brachiaria brizantha* consorciados sobre a população de plantas daninhas em sistema plantio direto na palha. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 26, n. 3, p. 559-568, 2008.
- BOTTINI, R.; FULCHIERI, M.; PEARCE, D.; PHARIS, R.P. Identification of gibberellins A1, A3 and iso-A3 in cultures of *Azospirillum lipoferum*. **Plant Physiology**, Bethesda, v. 90, p. 45-47, 1989.
- BOUTON, J. H.; ALBRECHT, S. L.; ZUBERER, D. A. Screening and selection of pearl millet for root associated bacterial nitrogen fixation. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 11, p. 131-139, 1985.
- BURDMAN, S.; KIGEL, J.; OKON, Y. effects of *Azospirillum brasilense* on nodulation and growth of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). **Soil Biology & Biochemistry**, Elmsford, v. 29, n. 5-6, p. 923-929, 1997.
- BURDMAN, S.; VOLPIN, H.; KIGEL, J.; KAPULNIK, Y.; OKON, Y. Promotion of nod gene inducers and nodulation in common bean (*Phaseolus vulgaris*) roots inoculated with *Azospirillum brasilense* Cd. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v. 62, n. 8, p. 3030- 3033, 1996.
- BUZETTI, S.; BAZANINI, G. C.; FREITAS, J. G.; ANDREOTTI, M.; ARF, O.; SÁ, M. E.; MEIRA, F. A. Resposta de cultivares de arroz a doses de nitrogênio e do regulador de crescimento cloreto de cloromequat. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 41, n. 12, p. 1731-1737, 2006.
- CAMPOS, D. B.; RESENDE, A. S.; ALVEZ, B. J.; BODDEY, R. M.; URQUIAGA, S. Contribuição da fixação biológica de nitrogênio para a cultura de arroz sob inundação. **Agronomia**, Rio de Janeiro, v. 37, n. 2, p. 41-46, 2003.
- CANTARELLA, H.; DUARTE, A. P. Manejo da fertilidade do solo para a cultura do milho. In: GALVÃO, J. C. C.; MIRANDA, G. V. **Tecnologias de produção do milho**. Viçosa-MG: UFV, 2004. p. 139-182.
- CANTARELLA, H.; FURLANI, P. R. Arroz de sequeiro. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Coord.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto agrônomo & Fundação-IAC, 1996. p. 48-49.
- CANTARELLA, H.; RAIJ, B. van; CAMARGO, C. E. O. Cereais. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações técnicas de**

adubação e calagem para o estado de São Paulo. 2. ed. Campinas: IAC/Fundação- IAC, 1997. p. 43-70.

CASSÁN, F.; SGROY, V.; PERRIG, D.; MASCIARELLI, O.; LUNA, V. Producción de fitohormonas por *Azospirillum* sp. Aspectos fisiológicos y tecnológicos de la promoción del crecimiento vegetal. In: CASSÁN, F. D.; SALAMONE, I. G. de (Ed.). **Azospirillum sp.: cell physiology, plant interactions and agronomic research in Argentina**. Argentina: Asociación Argentina de Microbiología, 2008. p. 61-86.

CASSINI, S. T. A.; FRANCO, M. C. Fixação biológica de nitrogênio: microbiologia, fatores ambientais e genéticos. In: VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, J.; BORÉM, A. (Ed.). **Feijão**. Viçosa: UFV, 2006. p. 143-170.

CAZETTA, D. A.; ARF, O.; BUZETTI, S.; SÁ, M. E.; RODRIGUES, R. A. F. Desempenho do arroz de terras altas com a aplicação de doses de nitrogênio e em sucessão às culturas de cobertura do solo em sistema de plantio direto. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 2, p. 471-479, 2008.

CECCON, G. Milho safrinha com solo protegido e retorno econômico em Mato Grosso do Sul. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, v. 16, n. 97, p. 17-20, 2007.

CHIODEROLI, C. A.; MELLO, L. M. M.; GRIGOLLI, P. J.; SILVA, J. O. R.; CESARIN, A. L. Consorciação de braquiárias com milho outonal em plantio direto sob pivô central. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 30, n. 6, p.1101-1109, 2010.

CHIODEROLI, C. A.; MELLO, L. M. M.; DE HOLANDA, H. V.; FURLANI, C. E. A.; GRIGOLLI, P. J.; DA ROCHA SILVA, J. O.; CESARIN, A. L. Consórcio de *Urochloas* com milho em sistema plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n.10, p. 1804-1810, 2012.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO- CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos Safra 2015/16**, v.3, n.7 – sétimo levantamento. Brasília: [s.n.], 2016. p.1-158. Disponível em: <www.conab.gov.br> Acessado em: 4 maio 2016

CORSINI, D. C. D. C. **Inoculação de sementes com *Azospirillum brasilense* e *Rhizobium tropici* e adubação nitrogenada em cobertura em feijoeiro de inverno irrigado em sistema plantio direto**. 2014. 77 f. Dissertação (mestrado)- Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho- UNESP, Ilha Solteira, 2014. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/124431>>. Acesso em: 13 jan. 2017.

COSTA, N. R.; ANDREOTTI, M.; GAMEIRO, R. de A.; PARIZ, C. M.; BUZETTI, S.; LOPES, K. S. M. Adubação nitrogenada no consórcio de milho com duas espécies de braquiária em sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 47, n. 8, p.1038-1047, 2012.

DARIO, G. J. A.; DARIO, I. S. N. Adubação e correção da acidez. In: BORÉM, A.; RANGEL, P. H. (Ed.) **Arroz: do plantio à colheita**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2015. p. 122-134

DIDONET, A. D.; MARTIN-DIDONET, C. C. G.; GOMES, G. F. **Avaliação de linhagens de arroz de terras altas inoculadas com *Azospirillum lipoferum* Sp59b e *A. brasilense* Sp24**. Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA, 2003. (Comunicado Técnico, 69).

DOBBELAERE, S.; VANDERLEYDEN, J.; OKON, Y. Plant growth-promoting effects of diazotrophs in the rhizosphere. **Critical Reviews in Plant Sciences**, Santo Antônio de Goiás, v. 22, n. 2, p. 107-149, 2003.

DOBEREINER, J.; MARRIEL, I. E.; NERY, M. Ecological distribution of *spirillum-lipoferum* beijerinck. **Canadian Journal of Microbiology**, Ottawa, v. 22, n. 10, p. 1464-1473, 1976.

ELBELTAGY, A.; NISHIOKA, K.; SATO, T.; SUZUKI, H.; YE, B.; HAMADA, T.; ISAWA, T.; MITSUI, H.; MINAMISAWA, K. Endophytic colonization and in plant nitrogen fixation by a *Herbaspirillum* sp. Isolated from wild rice species. **Applied and Environmental Microbiology**, Oxford, v. 67, n. 11, p. 5285 – 5293, 2001.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA- EMBRAPA. **Catálogo de Cultivares de Arroz**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2013. 11 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA- EMBRAPA. **Tecnologias de produção de soja: Região Central do Brasil 2012 e 2013**. Londrina: Embrapa Soja, 2011, 261 p. (Sistemas de Produção, 15).

ESPÍNDOLA, J. A. A.; GUERRA, J. G. M.; ALMEIDA, D. L. Decomposição e liberação de nutrientes acumulados em leguminosas herbáceas perenes consorciadas com bananeiras. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 30, n. 2, p. 321-328, 2006.

ESTRADA, G. A.; BALDANI, V. L. D.; OLIVEIRA, D. M.; URQUIAGA, S.; BALDANI, J. I. Selection of phosphate-solubilizing diazotrophic *Herbaspirillum* and *Burkholderia* strains and their effect on rice crop yield and nutrient uptake. **Plant and Soil**, Ottawa, v. 369, n. 1-2, p. 115-129, Aug 2013.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de feijão**. 2. ed. Piracicaba: Livrocere, 2007. 386 p.

FERLINI, H. A. **Co-inoculación en soja (*Glycyne max*) con *Bradyrhizobium japonicum* y *Azospirillum brasilense***. [S.l.: s.n.], 2006.

FERREIRA, A. N.; ARF, O. ; CARVALHO, M. A. C.; ARAÚJO, R. S.; SÁ, M. E. ; BUZETTI, S. Estirpes de *Rhizobium tropici* na inoculação do feijoeiro. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 57 n. 3, p. 507-509, 2000.

FERREIRA, D. F. SISVAR: A computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

FIORENTIN, C. F.; LEMOS, L. B.; JARDIM, C. A.; FORNASIERI FILHO, D. Formação e manutenção de palhada de gramíneas concomitante a influência da adubação nitrogenada em cobertura no feijoeiro irrigado em sistema de semeadura direta. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 4, p. 917-924, 2011.

FORNASIERI FILHO, D.; FORNASIERI, J. L. **Manual da cultura do arroz**. Jaboticabal: FUNEP, 2006. 589 p.

GARCIA, N. F. S., ARF, O.; PORTUGAL, J. R.; RODRIGUES, M.; PENTEADO, M.S. Rendimento e qualidade de grãos de arroz de terras altas em função de doses e modos de inoculação com *Azospirillum brasilense*. **Enciclopédia biosfera**, Goiânia, v. 11, n. 21, p. 1653-1661, 2015.

GERMAN, M.A.; BURDMAN, S.; OKON, Y. KIGEL, J. Effects of *Azospirillum brasilense* on root morphology of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) under different water regimes. **Biology and Fertility of Soils**, Firenze, v. 32, n. 1, p. 259-264, 2000.

GITTI, D. C.; Arf, O.; Portugal, J. P.; Corsini, D. C. D. C; Rodrigues, R. A. F.; Kaneko, F. H. Coberturas vegetais, doses de nitrogênio e inoculação de sementes com *Azospirillum brasilense* em arroz de terras altas no sistema plantio direto. **Bragantia**, Campinas, v. 71, n. 4, p. 509-517, 2012.

GITTI, D. C.; ARF, O.; KANEKO, F. H.; RODRIGUES, R. A. F.; BUZETTI, S.; PORTUGAL, J. R.; CORSINI, D. C. D. C. Inoculação de *Azospirillum brasilense* em cultivares de feijões cultivados no inverno. **Revista Agrarian**, Dourados, v. 5, n. 15, p. 36-46, 2012.

GOES, R. J. **Inoculação de sementes com *Azospirillum brasilense* e doses de N mineral em arroz de terras altas irrigado por aspersão**. 2012. 30 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)- Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista- UNESP, Ilha Solteira, 2012.

GUIMARÃES, S. L.; CAMPOS, D. T. S.; BALDANI, V. L. D.; JACOB-NETO, J. Bactérias diazotróficas e adubação nitrogenada em cultivares de arroz. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 23, n. 4, p. 32-39, 2010.

HAHN, L.; SILVA, W. R.; MACHADO, R. G.; SANTOS, N. S.; DAMASCENO, R. G.; SCHÖNFELD, R.; SÁ, E. L. S. Inoculação de bactérias diazotróficas promove o crescimento e aumenta o rendimento de arroz irrigado. In: CONGRESSO BRASILEIRO ARROZ IRRIGADO, 7., 2011, Balneário Camboriú. **Anais...** Itajaí: Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina, 2011. v. 2, p. 243-246.

HUNGRIA, M. **Inoculação com *Azospirillum brasilense*: inovação em rendimento a baixo custo**. Londrina: Embrapa Soja, 2011. 36 p. (Documentos, 395). ISSN 1516-781X.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; SOUZA, E. M. S.; PEDROSA, F. O. Inoculation with selected strains of *Azospirillum brasilense* and *A. lipoferum* improves yields of maize and wheat in Brazil. **Plant and Soil**, Netherlands, v. 331, n. 1-2, p. 413-425, 2010.

HUNGRIA, M.; NOGUEIRA, M. A.; ARAUJO, R. S. Co-inoculation of soybeans and common beans with rhizobia and azospirilla: strategies to improve sustainability. **Biology and Fertility of Soils**, Firenze, v. 49, n. 7, p. 791-801, 2013.

KAPPES, C.; WRUCK, F. J.; CARVALHO, M. A. C.; YAMASHITA, O. M. **Feijão comum:** características morfo-agronômicas de cultivares. Campinas: IAC, 2008. (Documentos, 85).

KLUTHCOUSKI, J.; FANCELLI, A.L.; DOURADO-NETO, D.; RIBEIRO, C. M.; FERRARO, L. A. Manejo do solo e o rendimento de soja, milho, feijão e arroz em plantio direto. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 57, n. 1, p. 97-104, 2000.

KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F. Desempenho de culturas anuais sobre palhada de braquiária. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. (Ed.). **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. cap. 3, p. 499- 522.

LEMO, L. B.; NAKAGAWA, J.; CRUSCIOL, C. A.; CHIGNOLI JÚNIOR, W.; SILVA, T. R. Influência da época de semeadura e do manejo da parte aérea de milheto sobre a soja em sucessão em plantio direto. **Bragantia**, Campinas, v. 62, n. 3, p. 405 – 415, 2003.

LOPES, A. S.; AFREDO SCHEID LOPES, A. S.; WIETHÖLTER, S.; GUILHERME, L. R. G.; SILVA, C. A. **Sistema plantio direto:** base para o manejo de fertilidade do solo. São Paulo: Associação Nacional para Difusão de Adubos, 2004. 115 p.

LUCY, M.; REED, E.; GLICK, B. R. Applications of free living plant growth-promoting rhizobacteria. **Antonie Van Leeuwenhoek International Journal of General and Molecular Microbiology**, Dordrecht, v. 86, n. 1, p. 1-25, Aug 2004.

LUGTENBERG, B.; KAMILOVA, F. Plant-Growth-Promoting Rhizobacteria. **Annual Review of Microbiology**, Palo Alto, v. 63, p. 541-556, 2009.

MALAVOLTA, E. Leguminosas. In: **Manual de calagem e adubação das principais culturas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1987. p. 112.

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

MEIRELLES, F. C.; MEIRELLES, F. C.; CORSINI, D. C. D. C.; GERLACH, G. A. X.; DA SILVA, J. C.; GITTI, D. C.; DE SOUZA, E.; PORTUGAL, J. R.; ARF, O. Coinoculação de *Azospirillum brasilense* e *Rhizobium Tropici* em feijão em cultivo irrigado. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 11., 2014, Londrina. **Anais...** Londrina: [s.n.], 2014.

MELO, L. C. et al. **BRS estilo:** cultivar de feijão carioca com grãos claros, arquitetura ereta e alto potencial produtivo. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2009. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/899374/1/3604.pdf>>. Acesso em: 18 ago. 2016.

MOREIRA, F. M. S.; SILVA, K.; NÓBREGA, R. S. A.; CARVALHO, F. Bactérias diazotróficas associativas: diversidade, ecologia e potencial de aplicações. **Comunicata Scientiae**, Bom Jesus, v. 1, n. 2, p. 74-99, 2010.

MORO, E. **Formas de nitrogênio no solo e produção do arroz de terras altas em plantio direto**. 2011. 129 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Agricultura)– Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista- UNESP, Botucatu, 2011.

OKON, Y.; LABANDERA-GONZALEZ, C. A. Agronomic applications of *Azospirillum*: An evaluation of 20 years worldwide field inoculation. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 26, n. 12, p. 1591-1601, 1994.

PACHECO, L. P.; BARBOSA, J. M.; LEANDRO, W. M.; MACHADO, P. L. O. de A.; ASSIS, R. L. de; MADARI, B. E.; PETTER, F. A. Produção e ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura nas culturas de arroz de terras altas e soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 35, n. 1, p. 1787-1799, 2011a.

PACHECO, L. P.; LEANDRO, W. M.; MACHADO, P. L. O. de A.; ASSIS, R. L. de; COBUCCI, T.; MADARI, B. E.; PETTER, F. A. Produção de fitomassa e acúmulo e liberação de nutrientes por plantas de cobertura na safrinha. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 1, p. 17-25, 2011b.

PEDRAZA, R. O.; BELLONE, C. H.; BELLONE, S. C.; BOA SORTE, P. M. F.; TEIXEIRA, K. R. S. *Azospirillum* inoculation and nitrogen fertilization effect on grain yield and on the diversity of endophytic bacteria in the phyllosphere of rice rainfed crop. **European Journal of Soil Biology**, Heimbach, v. 45, n. 1, p. 36-43, Jan-Feb 2009.

PELEGRIN, R.; MERCANTE, F. M.; OTSUBO, I. M. N.; OTSUBO, A. A. Resposta da cultura do feijoeiro à adubação nitrogenada e à inoculação com rizóbio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 33, n. 1, p. 219-226, 2009.

PERES, A. R. Co-inoculation of *Rhizobium tropici* and *Azospirillum brasilense* in common beans grown under two irrigation depths. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 63, n. 2, p. 198-207, 2016.

PIRES, F. R.; ASSIS, R. L.; SILVA, G. P.; BRAZ, A. J. B. P.; SANTOS, S. C.; VIEIRA NETO, S. A.; SOUSA, J. P. G. Desempenho agrônomo de variedades de milho em razão da fenologia em pré-safra. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 23, n. 3, p. 41-49, 2007.

PIRES, W. **Manual de pastagem**: formação, manejo e recuperação. Viçosa: Aprenda Fácil, 2006. 302 p.

PORTUGAL, J. R.; PERES, A. R.; RODRIGUES R. A. F. Aspectos climáticos no feijoeiro. In: Arf, O.; LEMOS, L. B.; SORATTO, R. P.; FERRARI, S. (Ed.). **Aspectos gerais da cultura do feijão *Phaseolus vulgaris* L.** Botucatu: FEPAF, 2015. p. 65-75.

QUADROS, P. D. **Inoculação de *Azospirillum spp.* em sementes de genótipos de milho cultivados no Rio Grande do Sul**. 2009. 62 f. Dissertação (Mestrado)- Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

RADWAN, T. E. E.; MOHAMED, Z. K.; REIS, V. M. Efeito da inoculação de *Azospirillum* e *Herbaspirillum* na produção de compostos indólicos em plântulas de milho e arroz. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 1, p. 987-994, 2004.

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: Instituto Agrônomo, 1996. 285 p. (Boletim Técnico, 100).

REICHEMBACK, M. P.; ARF, O.; THOMAZINI, G.; RODRIGUES, R. A. F.; GITTI, D. C. Inoculação de *Azospirillum brasilense* e fontes de nitrogênio mineral em arroz de terras altas irrigado por aspersão. In: CONGRESSO BRASILEIRO ARROZ IRRIGADO, 7., 2011, Balneário Camboriú. **Anais...** Itajaí: Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina, 2011. v. 2, p. 259-262.

REIS, V. M. **Uso de bactérias fixadoras de nitrogênio como inoculante para aplicação em gramíneas**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2007. 22 p. (Documentos, 232).

REMANS, R.; RAMAEKERS, L.; SCHELKENS, S.; HERNANDEZ, G.; GARCIA, A.; REYES, J. L.; MENDEZ, N.; TOSCANO, V.; MULLING, M.; GALVEZ, L.; VANDERLEYDEN, J. Effect of *Rhizobium*-*Azospirillum* coinoculation on nitrogen fixation and yield of two contrasting *Phaseolus vulgaris* L. genotypes cultivated across different environments in Cuba. **Plant and Soil**, Ottawa, v. 312, n. 1, p. 25-37, 2008.

RIZZARDI, M. A. Manejo de nitrogênio no sistema plantio direto. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DO SISTEMA PLANTIO DIRETO, 1., 1995, Passo Fundo, 1995.. **Resumos...** Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1995. p. 95-99.

ROBERTSON, G. P.; VITOUSEK, P. M. Nitrogen in Agriculture: balancing the cost of an essential resource. **Annual Review of Environment and Resources**, California, v. 34, n. 1, p. 97-125, 2009.

ROCHA, P. R. R.; ARAÚJO, G. A. A.; CARNEIRO, J. E. S.; CECON, P. R.; TRICIA COSTA LIMA, T. C. Adubação molíbdica na cultura do feijão nos sistemas de plantio direto e convencional. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 24, n. 2, p. 9-17, 2011.

RODRIGUES, J. A. S.; PEREIRA FILHO, I. A. **Cultivo do milho: cultivares**. 2. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010. (Sistema de Produção, 3).

RODRIGUES, M. R.; ARF, O.; GARCIA, N. F. S.; PORTUGAL, J. R.; BARBIERI, M. K. F. Inoculação de sementes com *Azospirillum brasilense* e adubação nitrogenada em cultivares de arroz de terras altas irrigados por aspersão. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 11, n. 21, p. 2134, 2015.

SABUNDJIAN, M. T. **Consórcio de milho e *urochloa ruziziensis* e inoculação com *Azospirillum brasilense* e seu efeito residual associado à adubação nitrogenada em feijoeiro de inverno**. 2016. 173 f. Tese (Doutorado em Agronomia)- Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista- UNESP, Ilha Solteira, 2016.

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 em Agronomia)- Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista- UNESP, Ilha Solteira, 2013.

SALET, R. L.; VARGAS, L. K.; ANGHINONI, I.; KOCHHANN, R. A.; DENARDIN, J. E.; CONTE, E. Porque a disponibilidade de nitrogênio é menor no sistema plantio direto? In:

SEMINÁRIO INTERNACIONAL DO SISTEMA PLANTIO DIRETO, 2., 1997, Passo Fundo. **Anais...** Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1997. p. 217-219.

SANTI, C.; BOGUSZ, D.; FRANCHE, C. Biological nitrogen fixation in non-legume plants. **Annals of Botany, Oxford**, v. 111, n. 1, p. 743-767, 2013.

SANTOS, A. B.; SILVA, O. F. Manejo do nitrogênio. In: AIDAR, H.; KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F. (Ed.). **Produção do feijoeiro comum em várzeas tropicais**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2002. p. 207-216.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Brasília: Embrapa, 2013. 353 p.

SILVA, T. O.; MENEZES, R. S. C. Adubação orgânica da batata com esterco e, ou, Crotalaria juncea. II – disponibilidade de N, P e K no solo ao longo do ciclo de cultivo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 31, n. 1, p. 51-61, 2007.

SILVEIRA, P. M. da; STONE, L. F.; JÚNIOR, J. A.; SILVA, J. G. da. Efeitos do manejo do solo sob plantio direto e de culturas na densidade e porosidade de um Latossolo. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 24, n. 3, p. 53-59, 2008.

SIMIDU, H. M.; SÁ, M. E.; SOUZA, L. C. D.; ABRANTES, F. L.; SILVA, M. P.; ARF, O. Efeito do adubo verde e época de semeadura sobre a produtividade do feijão, em plantio direto em região do Cerrado. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 32, n. 2, p. 309-315, 2010.

SPERA, S. T.; SANTOS, H. P. dos; FONTANELI, R. S.; TOMMM, G. O. Integração lavoura e pecuária e os atributos físicos de solo manejado sob sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 33, n. 1, p. 130, 2009.

SOARES, B. L. **Avaliação técnica e econômica do feijoeiro-comum inoculado com rizóbio em diferentes ambientes**. 2012. 151 f. Tese (Doutorado em Microbiologia e Bioquímica do Solo)– Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.

SORATTO, R. P.; CRUSCIOL, C. A. C. Cátions hidrossolúveis na parte aérea de culturas anuais mediante aplicação de calcário e gesso na superfície. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 31, n. 1, p. 81-90, 2007.

SOUZA, A. B.; ANDRADE, M. J. B. de; MUNIZ, J. A.; REIS, R. P. Populações de plantas e níveis de adubação e calagem para o feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) em um solo de baixa fertilidade. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 1, p. 87-98, 2002.

STRALIOTTO, R. **A importância da inoculação com rizóbio na cultura do feijoeiro**. Seropédica: EMBRAPA Agrobiologia, 2002. Disponível em: <http://www.cnpab.embrapa.br/publicacoes/artigos/fbnl_inocula_feijoeiro.html> Acesso em: 9 mar. 2016.

STRALIOTTO, R.; TEIXEIRA, M. G.; MERCANTE, F. M. Fixação biológica de nitrogênio. IN: EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO. **Cultivo do feijoeiro comum**. Santo Antônio de Goiás:

Embrapa Arroz e Feijão, 2003. Disponível em:

<<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao/CultivodoFeijoeiro/fbnitr ogenio.htm>> Acesso em: 9 mar. 2016.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918 p.

TEIXEIRA, C. M.; CARVALHO, G. J.; ANDRADE, M. J. B.; SILVA, C. A.; BOTREL, E. P. Nitrogênio e palhadas de milheto solteiro e consorciado com feijão-de-porco, no plantio direto do feijoeiro. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 9., 2008, Campinas. **Resumos...** Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 2008. p.1511-1514.

TEIXEIRA, C. M.; CARVALHO, G. J.; ANDRADE, M. J. B.; SILVA, C. A.; PEREIRA, J. M. Decomposição e liberação de nutrientes das palhadas de milheto e milheto + crotalária no plantio direto do feijoeiro. **Acta Scientiarum: Agronomy**, Maringá, v. 31, n. 4, p. 647-653, 2009.

VERONEZI, S. D. F.; COSTA, M. R.; SILVA, A. T.; MERCANTE, F. M. Co-inoculação de rizóbio e *Azospirillum brasilense* em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) In: SEMINÁRIO DE AGROECOLOGIA DE MATO GROSSO DO SUL, 4.; ENCONTRO DE PRODUTORES AGROECOLÓGICOS DE MS, 3., 2012, Glória de Dourados. **Anais...** Brasília, DF: Embrapa, 2012. 1CD-ROM.

VOGEL, G. F.; Martinkoski, L.; Martins, P. J.; Bichel, A. Desempenho agronômico de *Azospirillum brasilense* na cultura do arroz: uma revisão. **Revista em Agronegócios e Meio Ambiente**, Maringá, v. 6, n. 3, p. 567-578, set./dez., 2013.

YADEGARI, M.; RAHMANI, H. A.; NOORMOHAMMADI, G.; AYNEBAND, A. Plant growth promoting rhizobacteria increase growth, yield and nitrogen fixation in *phaseolus vulgaris*. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v. 33, n. 12, p. 1733-1743, 2010.

ANEXOS

Figura 2- Dessecação e passagem do desintegrador mecânico em milho conduzido na área de setembro/outubro. Selvíria – MS, Brasil (2014/15).



Fonte: Dados da própria autora.

Figura 3- Secagem das sementes de arroz e semeadura na área do experimento. Selvíria – MS, Brasil (2014/15).



Fonte: Dados da própria autora.

Figura 4- Área semeada e emergência da cultura do arroz aos 07 DAS. Selvíria – MS, Brasil (2014/15).



Fonte: Dados da própria autora.

Figura 5- Adubação nitrogenada de cobertura aos 28 DAE e desenvolvimento da cultura do arroz. Selvíria – MS, Brasil (2014/15).



Fonte: Dados da própria autora.

Figura 6- Florescimento pleno da cultura do arroz aos 85 DAE e maturação de grãos. Selvíria – MS, Brasil (2014/15).



Fonte: Dados da própria autora.

Figura 7- Avaliação de número de panículas e altura de plantas na fase de maturação do arroz. Selvíria – MS, Brasil (2014/15).



Figura 8- Colheita manual das parcelas de arroz aos 110 DAE. Selvíria – MS, Brasil (2014/15).



Fonte: Dados da própria autora.

Figura 9- Coleta de panículas para análise de grãos e secagem dos grãos colhidos. Selvíria – MS, Brasil (2014/15).



Fonte: Dados da própria autora.

Figura 10- Secagem das sementes de feijão após tratamento com Standak Top® e inoculação com *Rhizobium tropici*. Selvíria – MS, Brasil (2015/16).



Fonte: Dados da própria autora.

Figura 11- Semeadura mecânica do feijão de inverno em sistema plantio direto e emergência aos 06 DAS. Selvíria – MS, Brasil (2015/16).



Fonte: Dados da própria autora.

Figura 12- Visão geral das parcelas aos 20 DAE e adubação de cobertura e V4. Selvíria – MS, Brasil (2015/16).



Fonte: Dados da própria autora.

Figura 13- Manejo e tratamento fitossanitário da cultura do feijão. Selvíria – MS, Brasil (2015/16).



Figura 14- Plantas de feijão comparadas quanto ao tratamento ausência (à esquerda) e presença (à direita) de inoculação de *Azospirillum brasilense*. Selvíria – MS, Brasil (2015/16).



Fonte: Dados da própria autora.

Figura 15- Aspecto do feijoeiro na maturação da cultura e enchimento de vagens. Selvíria – MS, Brasil (2015/16).



Fonte: Dados da própria autora.

Figura 16- Colheita manual das parcelas do feijoeiro de inverno aos 82 DAE. Selvíria – MS, Brasil (2015/16).



Fonte: Dados da própria autora.

Figura 17- Separação das amostras, retirada e contagem de vagens e grãos. Selvíria – MS, Brasil (2015).



Fonte: Dados da própria autora.