



**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
DOUTORADO EM AGRONOMIA**

ELCIO RICARDO JOSÉ DE SOUSA VICENTE

**PRODUTIVIDADE DA SOJA INOCULADA COM DUAS ESPÉCIES DE
BACTÉRIAS E BENEFÍCIOS À PASTAGEM EM SUCESSÃO**

Presidente Prudente - SP
2019



**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
DOUTORADO EM AGRONOMIA**

ELCIO RICARDO JOSÉ DE SOUSA VICENTE

**PRODUTIVIDADE DA SOJA INOCULADA COM DUAS ESPÉCIES DE
BACTÉRIAS E BENEFÍCIOS À PASTAGEM EM SUCESSÃO**

Tese apresentada Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade do Oeste Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor – Área de concentração: Produção Vegetal.

Orientador: Dr. Edemar Moro

Presidente Prudente - SP
2019

633.2
V632p

Vicente, Elcio Ricardo José de Sousa.

Produtividade da soja inoculada com duas espécies de bactérias e benefícios à pastagem em sucessão / Elcio Ricardo José de Sousa Vicente. – Presidente Prudente, 2019.

67 f.: il.

Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade do Oeste Paulista – Unoeste, Presidente Prudente, SP, 2019.

Bibliografia.

Orientador: Dr. Edemar Moro

1. *Azospirillum brasilense*. 2. *Bradyrhizobium japonicum*.
3. Forrageiras. 4. *Glycine Max*. I. Título.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: "PRODUTIVIDADE DA SOJA INOCULADA COM DUAS ESPÉCIES DE BACTÉRIAS E BENEFÍCIOS À PASTAGEM EM SUCESSÃO"

AUTOR(A): ELCIO RICARDO JOSÉ DE SOUZA VICENTE

ORIENTADOR(A): EDEMAR MORO

Aprovado(a) como parte das exigências para obtenção do título de DOUTOR em AGRONOMIA

Área de Concentração PRODUÇÃO VEGETAL, pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. EdeMAR Moro

UNOESTE – Universidade do Oeste Paulista / Presidente Prudente (SP)

Prof. Dr. Cristiano Magalhães Pariz

UNESP – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho / Botucatu (SP)

Prof. Dr. Marco Aurélio Factori

UNOESTE – Universidade do Oeste Paulista / Presidente Prudente (SP)

Prof. Dr. Tiago Aranda Catuchi

UNOESTE – Universidade do Oeste Paulista / Presidente Prudente (SP)

Prof. Dr. Vitor Corrêa de Mattos Barreto

UNESP - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho / Dracena (SP)

Data da realização: 17 de outubro de 2019.

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho a minha querida amada filha Laura Helena Teresa Gazoni Vicente e a minha maravilhosa esposa Andressa Karoline de Rocco Neves Vicente, que estiveram presentes na minha vida, e em todos os momentos de sua realização. Agradeço pela compreensão pela minha ausência durante essa jornada. Muito obrigado.

A meus pais e irmãos, pela força na luta e incentivo por esta conquista. Obrigado.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela proteção e bênçãos, por ter estado sempre comigo ao longo desta jornada, guiando meus passos, me dando forças para vencer os obstáculos da vida.

Ao professor orientador, Dr. Edegar Moro, pela confiança, amizade, e conselhos, por aprimorar meus conhecimentos durante minha caminhada científica. Palavras faltam para expressar toda a minha gratidão, meu muitíssimo obrigado.

À minha querida filha Laura Helena Teresa Gazoni Vicente, razão do meu viver, pelo amor, paciência e compreensão pelas minhas ausências.

À minha esposa Andressa Karoline de Rocco Neves Vicente pela grande ajuda amor, incentivo e compreensão.

Aos meus familiares pelos incentivos feitos a mim.

A todos os professores que me incentivaram e que não se importaram em repassar os conhecimentos.

Aos funcionários e estagiários do Laboratório de Nutrição Animal da Unoeste.

Aos alunos e estagiários de agronomia e zootecnia, que me ajudaram para a realização do experimento.

A todos aqueles que auxiliaram e contribuíram de forma direta e indireta para que este trabalho se realizasse.

*“Não importa o que você seja,
quem você seja ou
o que deseja na vida.*

*A ousadia em ser diferente
reflete na sua personalidade,
no seu caráter, naquilo que você é.*

E é assim que as pessoas lembrarão de você um dia.” (Ayrton Senna)

RESUMO

Produtividade da soja inoculada com duas espécies de bactérias e benefícios à pastagem em sucessão

A melhoria da microbiologia do solo e o uso de produtos biológicos via sulco de semeadura, semente ou foliar, aliados aos corretos tratamentos culturais podem contribuir para a obtenção de maiores produtividades de grãos de soja. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da coinoculação utilizando-se *Azospirillum brasilense* e *Bradyrhizobium japonicum* na cultura da soja, bem como na pastagem *Urochloa brizantha* syn. *brachiaria brizantha* cv. Marandu em sucessão. O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental da Universidade do Oeste Paulista (UNOESTE). O delineamento experimental foi em blocos casualizados em esquema fatorial 5x2 em esquema de parcela subdividida com quatro repetições. Os tratamentos principais na parcela foram compostos por uma testemunha (cont - controle) e por quatro combinações de inoculantes (B-Su - *Bradyrhizobium japonicum* no sulco, B-Se - *Bradyrhizobium japonicum* na semente, B+A-Se - *Bradyrhizobium japonicum* + *Azospirillum brasilense* na semente, B+A-Su - *Bradyrhizobium japonicum* + *Azospirillum brasilense* no sulco). A subparcela é constituída com e sem a aplicação foliar de *Bradyrhizobium japonicum* aplicado no estágio fenológico V₄. A cultura da soja foi conduzida por duas safras agrícolas, seguida da implantação de pastagem em sucessão. Na cultura da soja as avaliações realizadas foram: análise foliar, componentes de produção e produtividade. Na fase de pastagem avaliou-se: produtividade de massa seca da forragem e composição bromatológica. Os dados obtidos foram submetidos ao programa estatístico SISVAR, e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Ocorreu diferença da variável número de vagens da soja por planta, quando se utilizou o inoculante *Bradyrhizobium japonicum* via sulco de semeadura mais a inoculação via foliar do mesmo aos 30 DAE, somente no primeiro ano agrícola. Houve aumento de produtividade de MS Kg ha⁻¹, em relação aos mesmos tratamentos que não receberam a aplicação via foliar, referentes aos dois anos agrícolas comprovando a viabilidade da utilização das formas de inoculação utilizadas. Perante os dados observados pode-se concluir que os componentes de produção e produtividade da soja com e sem aplicação foliar foram diferentes para os tratamentos controle e B-Su, assumindo maior valor para com aplicação via foliar de *Bradyrhizobium japonicum*. Houve influência da coinoculação em função da produtividade de MS do capim-marandu.

Palavras-chave: *Azospirillum brasilense*, *Bradyrhizobium japonicum*, *Glycine max*, forrageiras.

ABSTRACT

Production of soybean inoculated with two species of bacteria and benefits pasture in succession

Improvement of soil microbiology and the use of biological products via sowing, seed or leaf furrows, allied to the correct crop treatment can contribute to higher soybean yields. The objective of this work was to evaluate the effect of co-inoculation using *Azospirillum brasilense* and *Bradyrhizobium japonicum* on soybean as well as on *Urocloa brizantha* syn pasture. brachiaria brizanta cv. Marandu in succession. The experiment was conducted at the Experimental Farm of the University of West Paulista (UNOESTE). The experimental design was in randomized blocks in a 5x2 factorial scheme in a split plot scheme with four replications. The main treatments in the plot consisted of a control (cont - control) and four combinations of inoculants (B-Su - *Bradyrhizobium japonicum* in the furrow, B-Se - *Bradyrhizobium japonicum* in the seed, B + A-Se - *Bradyrhizobium japonicum* + *Azospirillum brasilense* in the seed, B + A-Su - *Bradyrhizobium japonicum* + *Azospirillum brasilense* in the furrow). The subplot is constituted with and without the foliar application of *Bradyrhizobium japonicum* applied at the V4 phenological stage. Soybean cultivation was conducted by two agricultural harvests, followed by the implementation of pasture in succession. In soybean, the evaluations were: leaf analysis, yield components and yield. In the pasture phase it was evaluated: forage dry mass yield and bromatological composition. The data obtained were submitted to the SISVAR statistical program, and the averages were compared by Tukey test at 5% probability. There was a difference in the number of soybean pods per plant, when the inoculant *Bradyrhizobium japonicum* was used via sowing furrow plus leaf inoculation at 30 DAE, only in the first crop year. There was an increase in yield of DM Kg ha⁻¹, compared to the same treatments that did not receive application by leaf, referring to the two agricultural years proving the viability of using the inoculation forms used. From the observed data it can be concluded that the yield and yield components of soybean with and without leaf application were different for the control and B-Su treatments, assuming higher value for leaf application of *Bradyrhizobium japonicum*. Coinoculation influenced the DM productivity of marandu grass.

Keywords: *Azospirillum brasilense*, *Bradyrhizobium japonicum*, Glycine max, forage.

LISTA DE SIGLAS

Al	– Alumínio
BPCV	– Bactérias Promotoras do Crescimento Vegetal
BFN	– Bactérias fixadoras de nitrogênio
cm	– Centímetro
Ca	– Cálcio
C/N	– Relação Carbono/Nitrogênio
Co	– Cobalto
CONAB	– Companhia Nacional de Abastecimento
CTC	– Capacidade de Troca de Cátions
Cu	– Cobre
dm ⁻³	– Decímetro Cúbico
EMBRAPA	– Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EUA	– Estados Unidos da América
FAO	– Food and Agriculture Organization of the United Nations
FBN	– Fixação Biológica de Nitrogênio
Fe	– Ferro
FDA	– Fibra em Detergente Ácido
FDN	– Fibra em Detergente Neutro
g	– Grama
H	– Hidrogênio
ha ⁻¹	– Hectare
ILP	– Integração Lavoura Pecuária
K	– Potássio
kg ⁻¹	– Kilograma
L	– Litro
m	– Metro
MAPA	– Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
Mg	– Magnésio
m	– Metro
m ²	– Metro Quadrado
ml	– Mililitro
mg	– Miligrama
Mg	– Magnésio
Mn	– Manganês
MOS	– Matéria Orgânica do Solo
N	– Nitrogênio
NDT	– Nutrientes Digestíveis Totais
P	– Fósforo
PB	– Proteína Bruta
pH	– Potencial Hidrogeniônico
RELARE	– Reunião da Rede de Laboratórios para Recomendação, Padronização e Difusão de Tecnologia de Inoculantes Microbianos de Interesse Agrícola
RPCPs	– Rizobactérias Promotoras de Crescimento de Plantas
S	– Enxofre
SB	– Soma de Base ou Saturação de Base
t	– Tonelada
USDA	– United States Department of Agriculture
Zn	– Zinco
%	– Porcentagem
°C	– Graus Celsius

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Tratamentos com produtos biológicos que foram aplicados via semente, sulco de semeadura e foliar, estágio fenológico V ₄ (subparcela).....	31
Tabela 2 -	Macros e micros nutrientes na soja (diagnose foliar) com e sem aplicação foliar de <i>Bradyrhizobium japonicum</i> em função dos tratamentos utilizados, safra 2016/2017.....	38
Tabela 3 -	Desdobramento da diagnose foliar da soja com e sem aplicação foliar de <i>Bradyrhizobium japonicum</i> em função dos tratamentos utilizados, safra 2016/2017.....	40
Tabela 4 -	Macros e micros nutrientes na soja (diagnose foliar) com e sem aplicação foliar de <i>Bradyrhizobium japonicum</i> em função dos tratamentos utilizados, safra 2017/2018.....	41
Tabela 5 -	Desdobramento da diagnose foliar da soja com e sem aplicação foliar de <i>Bradyrhizobium japonicum</i> em função dos tratamentos utilizados, safra 2017/2018.....	41
Tabela 6 -	Componentes de produção e produtividade da soja com e sem aplicação foliar de <i>Bradyrhizobium japonicum</i> em função dos tratamentos utilizados, safra 2016/2017.....	45
Tabela 7 -	Desdobramento dos componentes de produção e produtividade da soja com e sem aplicação foliar de <i>Bradyrhizobium japonicum</i> em função dos tratamentos utilizados, safra 2016/2017.....	46
Tabela 8 -	Componentes de produção e produtividade da soja com e sem aplicação foliar de <i>Bradyrhizobium japonicum</i> em função dos tratamentos utilizados, safra 2017/2018.....	47
Tabela 9 -	Desdobramento dos componentes de produção e produtividade da soja com e sem aplicação foliar de <i>Bradyrhizobium japonicum</i> em função dos tratamentos utilizados, safra 2017/2018.....	47
Tabela 10 -	Biomassa, MS, PB, NDT, FDA, FDN, lignina, celulose e hemicelulose do capim-marandu com e sem aplicação foliar de <i>Bradyrhizobium japonicum</i> em função dos tratamentos utilizados, safra 2016/2017.....	49
Tabela 11 -	Desdobramento da Biomassa, MS, NDT, FDA, FDN, lignina do capim-marandu com e sem aplicação foliar de <i>Bradyrhizobium japonicum</i> em função dos tratamentos utilizados, safra 2016/2017...	51

Tabela 12 -	Biomassa, MS, PB, NDT, FDA, FDN, lignina, celulose e hemicelulose do capim-marandu com e sem aplicação foliar de <i>Bradyrhizobium japonicum</i> em função dos tratamentos utilizados, safra 2017/2018.....	52
Tabela 13 -	Desdobramento da Biomassa, MS, PB, FDN e, hemicelulose do capim-marandu com e sem aplicação foliar de <i>Bradyrhizobium japonicum</i> em função dos tratamentos utilizados, safra 2017/2018...	52

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
2	OBJETIVO.....	16
3	REVISÃO DE LITERATURA.....	17
3.1	Cultura da Soja.....	17
3.2	Rizobactérias.....	20
3.3	Tecnologia de aplicação de inoculantes.....	23
3.4	Sistema de Produção e Integração Lavoura Pecuária.....	25
3.5	Sinergia soja-pastagem.....	28
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	30
4.1	Localização e caracterização da área experimental.....	30
4.2	Delineamento experimental e tratamentos.....	30
4.3	Instalação e condução do experimento.....	31
4.4	Cultura da Soja.....	34
4.4.1	Diagnose foliar.....	34
4.4.2	Componentes de produção da soja.....	35
4.4.3	Pastagem.....	35
4.4.4	Produtividade de massa seca da forragem.....	35
4.4.5	Análise bromatológica.....	36
5	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	37
6	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	38
6.1	Análise foliar da soja.....	38
6.2	Produtividade da soja.....	42
6.3	Avaliações bromatológicas e da produtividade do capim-marandu.....	47
7	CONCLUSÕES.....	53
	REFERÊNCIAS.....	54

1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) têm sua origem no extremo Oriente, é a principal oleaginosa e a mais cultivada no mundo (HIRAKURI; LAZZAROTTO, 2014). O crescimento da produção e o aumento da produtividade por área da soja estão diretamente ligados com os avanços científicos e à disponibilização de tecnologias ao setor produtivo (HIRAKURI; LAZZAROTTO, 2014).

O nutriente requerido em maior quantidade pela cultura da soja é o nitrogênio (N). Estima-se que, para produzir 1.000 kg de grãos são necessários 80 kg de N. As fontes de N disponíveis para a cultura da soja são basicamente a fixação biológica do nitrogênio (FBN) (HUNGRIA *et al.*, 2007). O cultivo de soja brasileira é totalmente dependente da inoculação com cepas consideradas elite de *bradirizobia* fixadora de N₂ para suprir o N de que ela necessita (HUNGRIA; MENDES, 2015).

A cultura da soja é eficiente no aporte de nitrogênio aos sistemas de produção, mas esse benefício poderá ser potencializado, quando associado a uma inoculação eficiente com produtos biológicos que resultem em maior eficiência da fixação biológica de nitrogênio (FBN) e maior desenvolvimento radicular. Estes dois benefícios são fundamentais para se alcançar maiores produtividades e tolerância a veranicos, principalmente em regiões com solos arenosos, advindos da pecuária de baixa fertilidade. Nesse caso, o uso de sistemas integrados de produção pode ser o caminho da sustentabilidade da agropecuária no Brasil.

As bactérias diazotróficas, que intensificam à produção da soja, pertencem ao gênero *Bradyrhizobium* (SILVA *et al.*, 2011), elas infectam as raízes da soja, via pelos radiculares, formando os chamados nódulos. Dependendo de sua eficiência, a FBN pode fornecer todo o N que a soja necessita (EMBRAPA, 2013).

Bactérias do gênero *Azospirillum* podem colonizar raízes e a parte aérea das plantas (REIS JUNIOR *et al.*, 2008), sendo utilizadas mundialmente como inoculantes (HUNGRIA *et al.*, 2010). Esta é uma alternativa promissora, pois esses microrganismos irão atuar na disponibilidade de N para a planta, além da produção de auxinas, substâncias responsáveis pelo estímulo do crescimento, podendo reduzir a utilização de fertilizantes nitrogenados sintéticos (REIS JUNIOR *et al.*, 2008).

Considerando as principais limitações atuais e potenciais da FBN com a soja e os benefícios atribuídos a diversas culturas pela inoculação com *Azospirillum brasilense*, deduz-se que a coinoculação com ambos os organismos pode melhorar o desempenho das culturas, em uma abordagem que respeita as demandas atuais de sustentabilidade agrícola (HUNGRIA *et al.*, 2013).

Gitti (2015) relata que a associação simbiótica entre as raízes da soja e as bactérias do gênero *Bradyrhizobium* contribui com todo o nitrogênio que a soja necessita para expressar sua produtividade, a qual é em média de aproximadamente 3.600 kg ha⁻¹ e proporciona também valores entre 20 e 30 kg ha⁻¹ de nitrogênio para a cultura em sucessão, sendo que, a utilização de *Azospirillum brasilense* na cultura da soja possibilitou um maior número e maior massa de nódulos do que os tratamentos em que foram aplicados apenas fertilizantes minerais.

A substituição da adubação nitrogenada mineral pela FBN, promovida por bactérias, tem possibilitado elevadas produtividades de grãos na soja (HUNGRIA *et al.*, 2006). Contudo, fatores edafoclimáticos e práticas de manejo, como o tratamento químico de sementes antes da inoculação, influenciam a eficiência desse processo (CAMPO *et al.*, 2009; ZILLI *et al.*, 2009).

A melhoria da microbiologia do solo e o uso de produtos biológicos via sulco de semeadura, semente ou foliar, aliados aos corretos tratamentos culturais podem contribuir para a obtenção de maiores produtividades de grãos de soja. Um novo avanço de produtividade da soja e da pastagem dependerá de produtos biológicos, tanto os que ocorrem naturalmente em solos bem manejados, quanto àqueles fornecidos durante ou após a semeadura da cultura.

Recomenda-se que a pulverização foliar das bactérias fixadoras de nitrogênio (BFN) deva ser realizada no estágio V4 de desenvolvimento da soja, pois é o momento apropriado que se consegue melhorar o desempenho da cultura, entre eles das raízes, o que consequentemente influencia positivamente para um maior número e massa seca dos nódulos (MERCANTE *et al.*, 2015, SILVA, 2016).

Por meio da integração lavoura pecuária (ILP) é possível se obter muitos benefícios por se realizar o sistema plantio direto (SPD), entre eles, cessa o ciclo de pragas e plantas daninhas, melhora a qualidade do solo, diminui a utilização de defensivos agrícolas (MORAES *et al.*, 2014).

Tradicionalmente, os agricultores utilizam apenas um gênero de bactéria na inoculação de sementes ou no sulco para o plantio da soja. Utilizando-se de dois ou mais microrganismos no cultivo da soja pretende-se obter resultados superiores quando utilizados isoladamente, pelo fato de se produzir efeito sinérgico entre os mesmos.

Quando o setor agropecuário entender o conceito de sistemas de produção passará a utilizar novas tecnologias e passará a usar produtos biológicos, os quais quando combinados podem incrementar o crescimento e o desenvolvimento vegetal e estimular a atividade fotossintética e bioquímica.

2 OBJETIVO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da coinoculação utilizando-se *Azospirillum brasilense* e *Bradyrhizobium japonicum* na cultura da soja, bem como na pastagem *Urocloa brizantha* syn. *brachiaria brizanta* cv. Marandu em sucessão.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Cultura da Soja

A soja [*Glycine max* (L.) Merrill] é originária do continente asiático, mais especificamente da China. Por volta de 1.730, ocorreu a disseminação da cultura pelo mundo, sendo iniciada pelo continente Europeu, porém com a finalidade de ornamentação. No continente Americano, a soja chegou em 1.765, sendo os Estados Unidos da América (EUA) os pioneiros no cultivo extensivo da leguminosa. Em 1.917, os americanos adaptaram o processo de industrialização dos grãos de soja para extrair seu farelo para a alimentação animal e, na década de 1.970 tornaram-se os produtores de dois terços de toda soja produzida no mundo (HARTMAN *et al.*, 2011).

A produção e exportação são dominadas pelos EUA, Brasil e Argentina, além de tornar-se cada vez mais importante nos países em desenvolvimento como Paraguai, Bolívia e Uruguai (MELGAR *et al.*, 2011). No cenário agrícola mundial, a soja é o quarto produto entre os cereais e as oleaginosas mais utilizadas no consumo humano e o mais importante em produção e comercialização (FAO, 2014).

Historicamente, a produção brasileira de soja tem crescido a uma taxa anual de 5,8%, segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2013), demonstrando assim, a sua grande importância para a agricultura e para o agronegócio brasileiro, sendo atualmente a principal commodity agrícola brasileira.

Segundo Anholeto e Massuquetti (2014) a demanda mundial pelo grão está em crescimento, e os agricultores necessitam a cada ano, utilizar equipamentos e implantar técnicas cada vez mais modernas nas propriedades rurais, sendo necessárias estas mudanças, pois o Brasil tem capacidade para expandir suas lavouras, reduzir os custos da produção e assim aumentar suas divisas com o comércio da soja.

Em 2014, o Brasil foi o segundo maior produtor mundial do grão com uma produção de 81,5 milhões de toneladas, uma área plantada de aproximadamente 27,7 milhões de hectares e uma produtividade média de 2.939 kg ha⁻¹. Na safra de 2014/2015 a produção estimada foi de 96.243,3 mil de toneladas, sendo superado apenas pelos Estados Unidos (CONAB, 2016). A exportação do complexo de

produtos oriundos da soja em 2012 (grão e derivados: farelo e óleo) somou US\$ 26,1 bilhões, sendo a maior parte (US\$ 17,4) resultante das exportações de grãos (HIRAKURI; LAZZAROTTO, 2014), e em 2013, omaram US\$ 30,96 bilhões, liderando a pauta do setor com 31% das exportações (AF NEWS AGRÍCOLA, 2014).

Do total da área plantada de grãos no Brasil, 49% é destinada a cultura da soja (BRASIL, 2014). A região Centro-Oeste é responsável por 46,4% da produção nacional e o Estado de Mato Grosso é o maior produtor da oleaginosa no cenário nacional, contribuindo entorno de 30%, com uma média de produtividade de 3.350 kg ha⁻¹ (CONAB, 2018).

Por ano, o uso de fertilizantes químicos que possuem N, custaria entorno de 15 bilhões de dólares, conseqüentemente a cultura da soja não seria desejada pelos agricultores brasileiros (HUNGRIA; MENDES, 2015).

Na safra 2015/16 do Brasil, a FBN, que é essencial para o cultivo da soja proporcionou uma economia de US\$ 8,7 bilhões em fertilizantes nitrogenados, tornando-se uma das tecnologias mais difundida no cenário agrícola nacional (ZUFFO, 2016).

O complexo soja, composto pela soja em grãos e seus derivados como óleo e farelo de soja foi o principal produto exportado em 2017, representando 14,10% de toda a exportação brasileira, ou seja, US\$ 30,69 bilhões, ficando à frente de produtos importantes como minérios, petróleo e combustíveis (CONAB, 2018)

O Brasil destaca-se entre os principais produtores mundiais na produção da soja. O levantamento realizado pelo USDA, a safra mundial de soja 2018/19 dos EUA, é de 116,48 milhões de toneladas, sendo que o Brasil deverá ultrapassar o primeiro colocado, produzindo 117 milhões de toneladas, com 33% de toda produção mundial, seguido pelos Estados Unidos com 32,85% da produção mundial e, em terceiro lugar a Argentina com 15,80% da produção mundial.

O Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA) divulgou, em maio de 2019 que a safra brasileira correspondente a 2019/2020 deverá ser de 123 milhões de toneladas, confirmando o Brasil como o maior produtor mundial de soja. Contudo isso só será possível se não ocorrerem problemas principalmente referente ao clima.

Apesar da composição química das sementes sofrerem muita diferenças, por vários motivos entre eles o clima, os cultivares e as práticas culturais de manejo,

o maior interesse comercial é como fonte primária de óleo e proteína vegetal (ORF, 2016).

A soja necessita de vários fatores bióticos e abióticos, como qualidade solo, tipos de cultivares, temperatura, disponibilidade hídrica, entre outros, para alcançar altas produtividades (ARAÚJO JUNIOR, 2018), sendo que, a restrição hídrica nos estádios de floração e enchimento de grãos, a cultura da soja pode comprometer a sua produtividade por ser muito sensível (FRANCHINI *et al.*, 2016).

Segundo Junior (2016), a demanda da soja por nitrogênio (N) é atendida principalmente, contudo, embora uma parte venha do solo, a capacidade deste de fornecer N para a planta vai depender de condições que podem variar muito, tais como textura, teor de matéria orgânica do solo (MOS), além da temperatura e umidade.

As novas cultivares de soja apresentam hábitos de crescimento e porte diferentes das primeiras linhagens de soja introduzidas no Brasil, o que vem promovendo mudanças no sistema de plantio praticado pelos produtores, podendo estes escolher a melhor época de semeadura, adaptando o período a sua região (SOUZA *et al.*, 2010).

A inoculação em áreas com histórico de cultivo de soja deve ser realizada anualmente, pois no período de entressafra de soja ocorre competição entre bactérias fixadoras de N e outros microrganismos nativos da área agrícola, reduzindo a população de bactérias eficientes na fixação do N menos adaptadas as variações de regime hídrico e térmico do que os microrganismos nativos, predominando bactérias menos eficientes na fixação do N (CÂMARA, 2014).

Segundo Gitti (2014), as populações de bactérias eficientes na FBN podem ser reduzidas no período de entressafra, pela competição por microrganismos do solo, por isso, a inoculação de sementes na cultura da soja é uma prática que precisa também ser utilizada em áreas onde se cultiva tradicionalmente essa leguminosa.

Com os estudos que vem sendo realizados com relação à FBN em soja, tem levado a uma utilização crescente, a cada ano, destes inoculantes agrícolas (HUNGRIA; MENDES, 2015). Apesar disso, o uso de fertilizantes nitrogenados aumentou oito vezes nos últimos 50 anos (SUBBARAO *et al.*, 2013), e esse incremento, fez a produção global de grãos triplicar (LEMAIRE *et al.*, 2015), e isso se deve também aos altos investimentos realizados.

A FBN possui outras vantagens que não só econômicas, mas também contribui para não aumentar e até mesmo diminuir a liberação de milhões de toneladas de CO₂, na atmosfera, os quais são advindos da produção de fertilizantes químicos e liberados na atmosfera (SÁ *et al.*, 2017).

3.2 Rizobactérias

O nitrogênio é constituinte de muitos componentes da célula vegetal, como aminoácidos, proteínas (TAIZ; ZEIGER, 2013). Além disso, participa de vários processos na planta, tais como de fotossíntese, respiração e estimula o crescimento de raízes (GRASSI FILHO, 2010), entre outros. Portanto, a deficiência de nitrogênio rapidamente inibe o crescimento vegetal (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Os altos custos dos fertilizantes nitrogenados e o efeito poluente ao meio ambiente têm estimulado programas de melhoramento das culturas, visando o uso eficiente de nitrogênio (CRUZ *et al.*, 2005). Segundo Povh (2011) os fertilizantes nitrogenados possuem baixa eficiência por causa da forma que vem sendo utilizados, e assim, vem causando grandes perdas para o ambiente além de aumentar o custo de produção, por isso, novas tecnologias vêm sendo desenvolvidas para melhorar o manejo de fertilizantes na agricultura.

É crescente o número de estudos os quais buscam a diminuição na quantidade do uso de insumos agrícolas, mas que mantenham a produtividade por área (BULLA; BALBINOT JUNIOR, 2012) ou até mesmo possam vir a proporcionar aumento na produção.

No Brasil, segundo a Agência Nacional para Difusão de Adubos (ANDA, 2013), em 2013 havia uma previsão para o ano de 2016, de um consumo de 3,1 mil toneladas de N, deste total 38% seriam adquiridos através de importação. Sendo assim, o uso de bactérias, promotoras do crescimento de plantas, que promovem a fixação biológica nitrogênio, representa uma estratégia economicamente viável, além dos muitos benefícios ambientais associados à redução no uso de fertilizantes (HUNGRIA, 2011), além disso, representou uma economia estimada em US\$ 6,5 bilhões na safra 2013/2014 (SOUZA, 2015).

As bactérias do gênero *Rhizobium* em associação com leguminosas, como a soja, têm a capacidade de converter o nitrogênio (N₂) presente na atmosfera em amônia, que é absorvida pela planta (FUSINATO; FORMENTIN; ESPINDOLA,

2013), sendo que, através dessa associação simbiótica, com a formação de nódulos radiculares, há vantagens recíprocas entre a planta e bactéria (FERNANDES; RODRIGUES, 2014). Essas bactérias possuem a capacidade de quebrar a tripla ligação do dióxido de nitrogênio atmosférico, que não é utilizado pelas plantas, transformando-o em forma disponível (TAIZ; ZIEGER, 2013;).

Portanto, essa capacidade de fixar o nitrogênio atmosférico e fornecê-lo à cultura, através da associação entre leguminosas e bactérias, é uma alternativa capaz de substituir se não em todo, grande parcela do N que a planta necessita, que seria disponibilizado via adubação química, e com isso resultaria numa diminuição dos custos de adubação, além de poder aumentar a produtividade (FERNANDES; RODRIGUES, 2014).

Leoncio (2015) descreve que uma das alternativas seria a utilização das bactérias denominadas de rizobactérias promotoras de crescimento de plantas (RPCP). Segundo Queiroz (2003) o termo rizobactéria foi designado por Kloepper e Schroth (1978); citado por Schroth e Becker (1990) para descrever bactérias que colonizam as raízes de plantas.

As RPCPs incluem uma variedade de diferentes espécies pertencentes a diversos gêneros tais como: *Arthrobacter*, *Azobacter*, *Azospillum*, *Bacillus*, *Clostridium*, *Enterobacter*, *Hydroganophaga*, *Pseudomonas* e *Serratia* (BENZIRI; BAUDOIN; GUCKERT, 2001). Entre os gêneros mais estudados pode-se dizer que são: os *Azospirillum*, os *Bacillus* e os *Pseudomonas* do grupo fluorescente, que auxiliam diversas culturas em seu desenvolvimento, desde a germinação até a produção (FILHO; FERRO; PINHO, 2010; MOREIRA *et al.*, 2010).

Reis Junior *et al.* (2008) destaca que as bactérias do gênero *Azospirillum* podem colonizar raízes e colmos das plantas, sendo uma alternativa promissora, pois esses microrganismos irão atuar na disponibilidade de N para a planta, além da produção de auxinas, substâncias responsáveis pelo estímulo do crescimento, podendo reduzir a utilização de fertilizantes nitrogenados sintéticos.

Nas culturas como arroz, milho, trigo, as bactérias também do gênero *Azospirillum* tem demonstrado todo o seu potencial, quando associadas a essas gramíneas (VOGEL *et al.*, 2013; REPKE *et al.*, 2013). Já, os *Bacillus* quando inoculado a culturas, como por exemplo, de milho, feijão, algodão e soja, são descritos na literatura como auxiliador do desenvolvimento dessas culturas, possuindo, além disso, um potencial antagonista de patógenos (ARAUJO, 2008).

De acordo com Cavalett *et al.* (2000), o efeito da bactéria *Azospirillum spp.* no desenvolvimento das gramíneas, tem sido pesquisado já a anos, quanto ao rendimento das culturas, mas também com relação às causas fisiológicas que, possivelmente, aumentariam o seu rendimento.

Além do efeito sobre a cultura, a bactéria possui ainda os seguintes benefícios como inoculante: a bactéria é endofítica, ou seja, penetra na raiz das plantas; apresenta antagonismo a agentes patogênicos; produz fitormônios; não é muito sensível às variações de temperatura e ocorre em todos os tipos de solo e clima (CARDOSO, 2008).

Vogel *et al.* (2014) verificaram que o uso de *Azospirillum brasilense* associado à produção de forrageiras promoveu uma contribuição significativa sobre a massa seca, número de panículas, teores de nitrogênio e altura da planta, e concluíram que a inoculação pode ser uma alternativa viável em substituição a parte da adubação nitrogenada.

A utilização de bactérias diazotróficas como alternativa para aumentar a disponibilidade de nitrogênio para as culturas pode ser uma opção menos onerosa e mais viável ecologicamente. Diante desta constatação, várias pesquisas tem sido conduzidas visando verificar as potencialidades da utilização do *Azospirillum spp.* (CARDOSO, 2008).

Os trabalhos utilizando a inoculação da bactéria *Azospirillum spp.* são muito recentes, apesar de se ter conhecimento de sua existência a décadas, desta forma, não se tem conhecimento de todos os efeitos e interações que esta prática pode ocasionar nos diferentes cultivares de milho, hoje disponíveis no mercado (REIS JUNIOR *et al.*, 2008).

Correia (2015) estudando a eficiência operacional, econômica e agrônômica da inoculação de soja, via sulco de semeadura, concluiu em seu trabalho que a inoculação proporcionou maior produtividade da cultura da soja. No entanto, Peres (2014) relata que diversos experimentos não obtêm respostas com a inoculação com rizóbio. Por outro lado, trabalhos com coinoculação como os de Braccini *et al.* (2016), concluíram que há maior rendimento de grãos de soja, quando da introdução de bactérias via sementes, fazendo com que esta seja uma opção ideal para o produtor rural, devido ao menor custo de produção.

Matsumura *et al.* (2015) relataram no entanto que, muitos fatores podem influenciar positivamente ou negativamente com relação as respostas esperadas

com a inoculação, os quais se pode citar desde as condições ambientais, as práticas agrícolas, além da estirpe bacteriana, bem como com a quantidade e qualidade das células de RPCP utilizadas como inoculante.

3.3 Tecnologia de aplicação de inoculantes

O inoculante segundo Silva *et al.* (2015), é o produto que contém as bactérias formadoras de nódulos nas raízes das plantas (rizóbios) ou RPCP, sendo por isso também conhecidas ou chamadas por promover o crescimento vegetal.

Segundo Vessey (2003), inoculante refere-se à utilização de bactérias capazes de promover o crescimento vegetal, sendo chamados mundialmente de biofertilizantes.

Souza (2015) relata que o processo pelo qual bactérias fixadoras de nitrogênio, são adicionadas às sementes das plantas com o objetivo de substituir em parte ou totalmente o uso de fertilizantes nitrogenados chama-se inoculação, pois são realizados com inoculantes, sendo que este é o veículo apropriado para carregar microorganismos vivos.

O surgimento da aplicação de inoculantes data do ano de 1.895, quando Nobbe e Hiltner introduziram uma cultura de rizóbio em crescimento laboratorial, sendo que as comercializações de inoculantes produzidos em laboratório iniciaram-se no ano de 1.898 (SILVA, 2009).

A fixação biológica de nitrogênio no Brasil, através da utilização de inoculantes, representa uma economia anual em torno de 10,3 bilhões de dólares, pela não utilização de adubos nitrogenados, segundo a Embrapa (2014a).

No Brasil, as primeiras indústrias a produzirem e a venderem a tecnologia do inoculante para fixação biológica de nitrogênio com rizóbios, surgiram na década de 60, com a expansão do cultivo da soja (SOUZA, 2015).

Entre as formas de inoculantes existentes atualmente no Brasil, pode-se citar os turfosos, líquidos ou outras formulações, as quais devem sua eficiência agrônômica, estar de acordo com as normas oficiais da Reunião de laboratórios para a recomendação, padronização e difusão de tecnologia de inoculantes microbiológicos de interesse agrícola (RELARE), e aprovado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) (HUNGRIA; MERCANTE, 2016).

O inoculante turfoso consiste em umedecer as sementes com uma solução açucarada ou outra substância adesiva, misturados às bactérias. O inoculante líquido consiste em apenas aplicar o inoculante nas sementes. Nessas duas formas tradicionais de inoculação de sementes, deve-se homogeneizar bem os mesmos e deixar secar a sombra (DIONÍSIO *et al.*, 2016). Estes métodos são mais onerosos, pois demandam tempo, mão de obra e programação gerencial bem feita, para não faltar sementes inoculadas durante a operação de semeadura (CORREIA, 2015).

Recomenda-se também, na cultura da soja, o tratamento de sementes com fungicidas, sendo uma prática fitossanitária, como medida preventiva a infestação de patógenos, bem como para reduzir os danos causados por fungos (CÂMARA, 2014), tendo assim um papel importante no estabelecimento da cultura. No entanto, a utilização de fungicidas juntamente com inoculantes, pode aumentar o potencial de toxicidade às bactérias presentes no inoculante, podendo ser responsável por um dos maiores problemas relacionados à FBN na cultura da soja no Brasil (CAMPO *et al.*, 2009).

Assim, para minimizar os danos causados por determinados fungicidas sobre os rizóbios, sugere-se a utilização de doses mais elevadas de inoculante microbiano (EMBRAPA 2011), devendo seguir sempre as recomendações de cada fabricante, o tratamento de semente com inoculante, mesmo que sem fungicidas, pois possuem aditivos com formas de aplicação e funções diferentes. Conforme a EMBRAPA (2013), especificamente em se tratando de solos arenosos, em áreas que não são inoculadas há vários anos, recomenda-se a aplicação de inoculante em torno de 6 milhões de células/semente.

Há também a aplicação simultânea de inoculante, sendo este pulverizado juntamente no sulco de semeadura/plantio da semente da soja (BRACCINI *et al.*, 2016), bem como a aplicação via foliar, sendo estas uma alternativa ao tratamento tradicional de inoculação nas sementes, além do que, a inoculação no sulco de semeadura, tem demonstrado a diminuição do efeito deletério dos tratamentos das sementes (CAMPO *et al.*, 2010), vindo ser uma alternativa promissora. Segundo ZILLI *et al.* (2010), concluíram em seus trabalhos que quando as sementes de soja foram tratadas com fungicidas, a aplicação do inoculante no sulco de semeadura torna-se uma alternativa viável para a inoculação da soja.

Nos últimos anos, no plantio da soja, além da aplicação de inoculantes, com apenas uma bactéria, tem-se realizado também, a coinoculação, que consiste na

associação de mais de um gênero de bactérias fixadoras de nitrogênio, com o objetivo de poder se obter benefícios múltiplos, por exemplo, utilizando-se um inoculante que contém a combinação do rizóbio, *Bradyrhizobium* na soja com o *Azospirillum* (CAMPOS, 2014).

Em diversos países já existem também estudos relatando os benefícios da coinoculação dos rizóbios *Bradyrhizobium* e *Azospirillum*, no entanto, ainda são poucos os estudos realizados Brasil, sendo, portanto, necessário se realizar mais pesquisas em solo brasileiro, nas mais diversas regiões do país (HUNGRIA *et al.*, 2013).

Dentre as pesquisas realizadas pela EMBRAPA, ela realizou também parceria com a empresa total Biotecnologia para o lançamento do produto Azototal Max®, produto este que contém as estirpes de *Azospirillum* e *Bradyrhizobium*, o qual apresentou incrementos significativos no rendimento, sendo que o tratamento o qual se utilizou reinoculação em comparação com o tratamento controle conseguiu aumentar em até 16% no rendimento de grãos de soja (RUFINO, 2014).

3.4 Sistema de Produção e Integração Lavoura Pecuária

Os sistemas de produção de bovinos no Brasil necessitam cada vez mais de se modernizarem, utilizando-se de tecnologias de ponta, mantendo se assim competitivo, intensificando a produção em pasto, com o intuito de se produzir mais em menos área de pastagem e em menos tempo.

A base da criação brasileira em pasto, chamado de “boi verde” ou o “boi de capim”, garante ao produtor, menores custos de produção, com o objetivo de produzir um produto de melhor qualidade para o mercado consumidor cada vez mais exigente (DIAS-FILHO, 2010).

Sendo assim, a recuperação de pastagens degradadas tem um papel decisivo nesse processo de modernização, tornando possível o aumento da produção, sem a expansão das áreas de pastagem (DIAS-FILHO, 2014).

Para implantação das modalidades de consórcio, não é necessário investimento em máquinas e equipamentos especiais, mas para se obter bons resultados é imprescindível alguns requisitos tais como máquinas e implementos agrícolas mais diversificados; infraestrutura de estradas e armazéns; mão de obra qualificada; domínio da tecnologia (MACEDO, 2009).

O cultivo de grãos em alternância com pastagens se popularizaram no Brasil com o intuito de recuperação da fertilidade do solo e viabilização da pecuária. Essa técnica denominada de ILP tem se consolidado como a grande solução para recuperação de pastagens degradadas em solos arenosos. Já existem diversos modelos de ILP (Sistema Barreirão, Sistema Santa Fé, Sistema Santa Brígida, São Mateus e Santa Ana).

Para o início do cultivo de grãos se faz necessário observar algumas premissas: a) redução de área de pastagem deverá ser compensada com planejamento forrageiro (inverno) ou adubação das pastagens ainda não inclusas na ILP (verão); b) adequação da fertilidade do solo para o cultivo de grãos (soja).

Quando o consórcio é repetido em dois invernos os benefícios da microbiologia do solo proporcionarão as condições ideais para o sistema de produção, permitindo a inclusão e rotação com qualquer espécie, principalmente para o segundo cultivo da soja.

Segundo Denardin *et al.* (2005), a primeira operação de plantio direto que sem tem registro no Brasil, foi no ano de 1969, e Cruz *et al.* (2002), definiram o plantio direto como o processo de semeadura em solo não revolvido, no qual a semente é colocada em sulcos ou covas, com largura e profundidade suficientes para a adequada cobertura e contato das sementes com a terra.

O consórcio é estabelecido anualmente, podendo ser implantado simultaneamente à semeadura da cultura anual, ou cerca de 10 a 20 dias após a emergência desta (KLUTHCOUSKI *et al.*, 2000), e o conhecimento do comportamento das espécies, na competição por fatores de produção, evita que a competição existente entre as espécies inviabilize o cultivo consorciado (KLUTHCOUSKI; AIDAR, 2003).

O Sistema Plantio Direto (SPD) tem como principal característica a implantação de uma cultura sem revolvimento do solo, ou seja, ocorre apenas a sulcagem na linha de cultivo e durante a semeadura. Este tipo de sistema envolve também, a manutenção dos resíduos vegetais das culturas anteriores na superfície do solo e a diversificação de espécies cultivadas via rotação de culturas. Portanto, diversificar as espécies de uma propriedade rural seguindo um programa sequencial devidamente planejado e ordenado é fundamental para o sucesso da implantação desse manejo (SILVA, 2007).

Artigos técnicos relatam falhas na implementação do plantio direto (DENARDIN *et al.*, 2008) ou limitações ao sucesso do sistema relacionadas as condições socioeconômicas e climáticas em que é implementado (GILLER *et al.*, 2009).

Para Souza *et al.* (2012), a rotação de culturas agrícolas consiste na prática de alternar em um mesmo local, diferentes culturas em uma sequência regular e lógica, compreendendo uma distribuição sistemática das culturas a serem plantadas a cada ano, isso de acordo com um planejamento adequado, a prática de sucessão de culturas é uma forma de cultivo em sequência preestabelecida, dentro de um mesmo ano agrícola.

Segundo a EMBRAPA (2014b), esse sistema é muito utilizado em propriedades rurais as quais no verão, cultiva-se, por exemplo, a soja, e durante o inverno, são cultivadas outras espécies como aveia ou milho.

A introdução de pastagens perenes nos sistemas agrícolas, como coberturas vegetais para o plantio direto ou como forrageiras em sistema Integração Lavoura Pecuária (ILP), tem sido de fundamental importância para a diversificação de sistemas de produção agrícola no Brasil. A braquiária no sistema após a colheita da soja permite seu uso como pastagem perene, por dois ou mais anos, como forrageira anual na safrinha, ou como planta de cobertura para o plantio direto (MACHADO; CECCON; ADEGAS, 2011).

Cobucci *et al.* (2007), relataram que a ILP, bem como o consórcio de culturas anuais com forrageiras, são ações promissoras no sentido econômico/ambiental de produção agrícola. De acordo com Trecenti *et al.* (2008), a ILP tem condições de viabilizar uma propriedade. Macedo (2009) também demonstra que a ILP é uma atividade economicamente lucrativa, sendo uma opção viável para investidores do agronegócio.

Estudos feitos por Machado e Assis (2010) e Ferreira *et al.* (2010), indicaram que as forrageiras das espécies *Urochloa brizantha* são as mais adequadas para a produção de forragem e palhada; Araujo Junior (2018) relata que com rotação de forrageiras com as culturas agrícolas aumenta-se a eficiência do plantio direto, ficando a produção de massa seca do capim-marandu em torno de 10 a 15 t ha⁻¹, corroborando com Franchini *et al.* (2016) os quais descreveram que as culturas de coberturas que possuem alta produção de massa seca, colaboram para melhorar a estrutura do solo, incluindo a capacidade de troca de cátions (CTC) bem como,

contribuindo para aumentar a retenção de água; o que para soja, segundo Carvalho *et al.* (2013), em seu ciclo total, a necessidade hídrica corresponde uma demanda entre 450 a 850 mm, e as possíveis irregularidades das chuvas, segundo Flumignan *et al.* (2015) podem causar interferência direta na cultura da soja, referentes ao seu crescimento e produtividade, uma vez que estão sob condições naturais de ambiente.

Assim, a ILP tem se tornado opção vantajosa, proporcionando ganhos mútuos ao produtor (LANDERS, 2007), pois com sucessão de culturas, se recupera áreas degradadas, conseqüentemente corrige-se toda a estrutura física e química do solo, e assim se obtém uma melhor e maior produtividade de pastagem, e com isso consegue-se uma maior lotação de animais por hectare, com maior desfrute anual.

3.5 Sinergia soja-pastagem

O consórcio de plantas forrageiras é uma técnica que consiste na prática de cultivo de duas ou mais culturas na mesma área visando aumentar a produtividade e a qualidade do produto obtido com maior eficiência de uso dos recursos disponíveis.

Os sistemas consorciados são promissores na agricultura moderna visando ao aumento da eficiência de uso dos recursos naturais, mitigação de efeitos deletérios ao meio ambiente e aumento da lucratividade dos produtores (OBALUM; OBI, 2010).

Espécies do gênero *Urochloa* (Syn. *Brachiaria*) é muito utilizada no sistema ILP, pois, mesmo em solos de baixa fertilidade, se alcança grande produção de fitomassa, o que proporciona boa cobertura de solo (FRANCHINI *et al.*, 2014), alta ciclagem de nutrientes (PACHECO *et al.*, 2011), portanto, pode aumentar a persistência da cobertura do solo, porém, com frequentes problemas em decorrência da forte imobilização de nitrogênio (N) (PERIN *et al.*, 2004). Por outro lado, as leguminosas comumente apresentam altos teores de N na matéria vegetal e produzem, em geral, palhadas de baixa relação C/N, cuja decomposição é relativamente rápida, com expressiva disponibilização de N para as lavouras subsequentes (ALVARENGA *et al.*, 2001).

As espécies de leguminosas mais utilizadas fixam, biologicamente, o nitrogênio, produzem grandes quantidades de MS e têm concentração elevada de nutrientes na parte aérea, possuem sistema radicular profundo e ramificado e têm

fácil decomposição (PERIN *et al.*, 2007). Ao realizar a fixação biológica do N atmosférico e contribuir com a produção animal, as leguminosas forrageiras têm importância crucial, tanto para o aumento da produtividade, quanto para a sustentabilidade das pastagens (BARCELLOS *et al.*, 2008).

O consórcio de espécies leguminosas e gramíneas, desde que sejam compatíveis, é benéfico para os sistemas de produção, pois aumenta a produção de biomassa, fixação biológica de nitrogênio atmosférico, e conseqüentemente há produção de forragem de qualidade para alimentação animal (TIRITAN *et al.*, 2013).

Outros efeitos positivos advindos da adoção do consórcio entre gramíneas e leguminosas é o favorecimento da agregação e estruturação do solo, e a produção de resíduos com relação C/N intermediária, que propicia a mineralização gradual do nitrogênio e promove o acúmulo de carbono no solo (HERNANI; FEDATTO, 2001).

Um novo avanço de produtividade da soja e da pastagem dependerá de produtos biológicos, tanto os que ocorrem naturalmente em solos bem manejados, quanto àqueles fornecidos durante ou após a semeadura da cultura.

O retorno de pastagem após soja permite uma pecuária de alto nível, com pasto de qualidade com residual da fertilidade do cultivo de grãos. Com o passar do tempo à qualidade da pastagem cairá novamente, isto indica a necessidade do processo recomeçar.

Portanto, a integração entre agricultura e pecuária prioriza um sistema de produção de grãos e carne com qualidade, sendo economicamente viável e ambientalmente correto (SILVEIRA *et al.*, 2016).

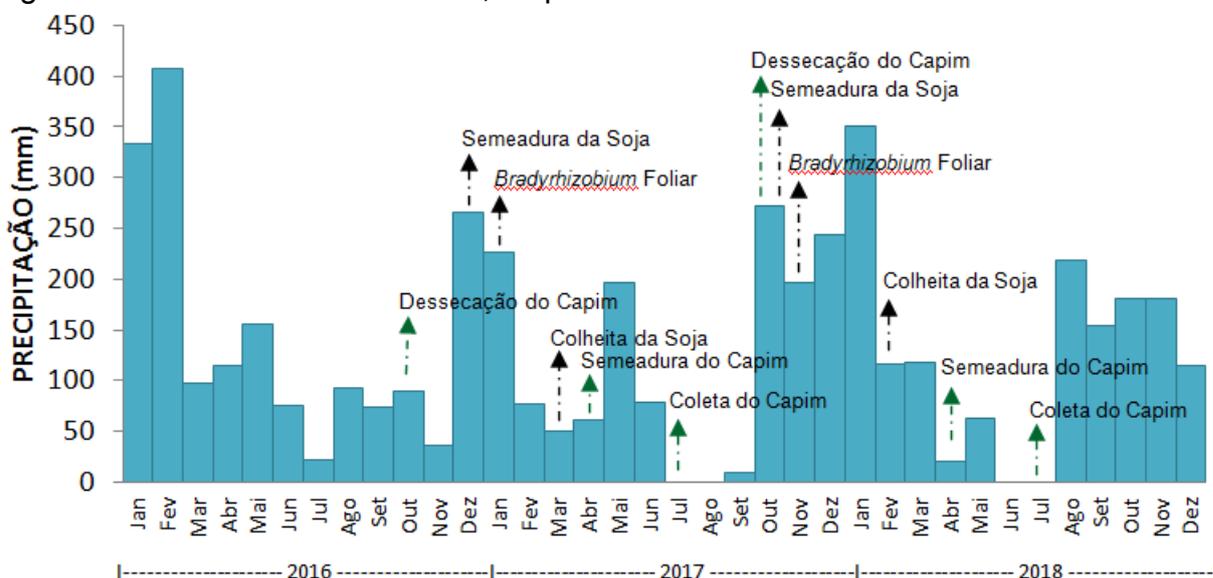
4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Localização e caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental da UNOESTE, localizada no município de Presidente Bernardes-SP, conforme apresenta na Figura 1, em um solo classificado como Argissolo Vermelho distroférico (EMBRAPA, 2006).

A localização da área experimental é definida pelas coordenadas geográficas 22°28' Latitude Sul e 51° 67' Longitude Oeste, com altitude média de 475 metros e relevo suave ondulado. O clima predominante na região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cwa, com temperaturas médias anuais em torno de 25°C e regime pluvial caracterizado por dois períodos distintos, um chuvoso de outubro a março e outro de baixa precipitação pluvial de abril a setembro. A precipitação pluvial média anual é de 1.300 mm (FIGURA 1).

Figura 1: Precipitação pluvial registradas na área experimental referente aos anos de primeira e segunda safra da soja e capim-marandu, correspondente aos anos agrícolas 2016/2017 e 2017/2018, respectivamente.



4.2 Delineamento experimental e tratamentos

A área experimental, considerada homogênea por receber sucessivamente o mesmo manejo químico e físico do solo, e por ter sido ocupada sempre com pastagem.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados em esquema fatorial 5x2 em esquema de parcela subdividida com quatro repetições (TABELA 1).

Os tratamentos principais na parcela foram compostos por uma testemunha (Cont - Controle) e por quatro combinações de inoculantes líquidos (B-Su - *Bradyrhizobium japonicum* no sulco, B-Se - *Bradyrhizobium japonicum* na semente, B+A-Se - *Bradyrhizobium japonicum* + *Azospirillum brasilense* na semente, B+A-Su - *Bradyrhizobium japonicum* + *Azospirillum brasilense* no sulco). A subparcela foi com e sem a aplicação foliar de *Bradyrhizobium japonicum*, quando a cultura da soja atingiu o estágio fenológico V4.

Tabela 1 - Tratamentos com produtos biológicos que foram aplicados via semente, sulco de semeadura e foliar, estágio fenológico V4 (subparcela).

Parcela		Parcela	
Subparcela sem aplicação foliar de <i>Bradyrhizobium japonicum</i>		Subparcela com aplicação foliar de <i>Bradyrhizobium japonicum</i> aos 30 DAE	
Cont	Controle	Cont	Controle
B-Su	<i>Bradyrhizobium</i> no sulco	B-Su	<i>Bradyrhizobium</i> no sulco
B-Se	<i>Bradyrhizobium</i> na semente	B-Se	<i>Bradyrhizobium</i> na semente
B+A-Se	<i>Bradyrhizobium</i> + <i>Azospirillum</i> na semente	B+A-Se	<i>Bradyrhizobium</i> + <i>Azospirillum</i> na semente
B+A-Su	<i>Bradyrhizobium</i> + <i>Azospirillum</i> no sulco	B+A-Su	<i>Bradyrhizobium</i> + <i>Azospirillum</i> no sulco

4.3 Instalação e condução do experimento

As parcelas possuíam as dimensões de trinta metros de comprimento por sete metros de largura e as subparcelas de quinze metros de comprimento por sete metros de largura.

Antes da implantação do experimento, em 10 de julho de 2015, foi realizada caracterização química do solo até a profundidade 0-20 cm, obtendo-se os valores de: matéria orgânica, 14,3 dm^{-3} ; pH (CaCl_2 , 0,01 mol L^{-1}) 5,2; P (resina), 1,7 mg dm^{-3} ; K, Ca e Mg trocáveis de 0,9, 10,1 e 9,1 $\text{mmol}_c \text{dm}^{-3}$ respectivamente, acidez total em pH 7,0 (H+Al) de 19,6 $\text{mmol}_c \text{dm}^{-3}$, capacidade de troca de cátions total (CTC) de 39,6 $\text{mmol}_c \text{dm}^{-3}$, saturação por base (SB) de 50,6. Para os micros nutrientes, os valores para Fe, Cu, Mn, Zn e B foram 19,3; 2,0; 2,1; 0,8; e 0,16 mg dm^{-3} , respectivamente.

A área experimental estava ocupada nos últimos 5 anos com a espécie *Urochloa brizantha* (cv Marandu), e tinha baixa capacidade de produção de

ferragem. Em 30 de julho de 2015, foram aplicados em superfície, 2,0 t ha⁻¹ de calcário dolomítico e 1,0 t ha⁻¹ de gesso agrícola, de acordo com o recomendado por Raij *et al.*, 2001.

Em 18 de outubro de 2016, foi realizada a dessecação do capim existente na área do experimento, utilizou-se o produto glifosato, na dosagem recomendada de 5 L ha⁻¹, com volume de calda de 250 L ha⁻¹; para poder plantar posteriormente a cultura da soja, a qual corresponde ao primeiro ano agrícola (2016/2017), sendo que, no dia 03 de outubro de 2017, foi realizada a segunda dessecação do capim do mesmo modo que o ano anterior, para o cultivo da soja, segundo ano agrícola (2017/2018).

No primeiro ano agrícola, a semeadura da soja foi realizada no dia 06 de dezembro de 2016 e no segundo ano agrícola, no dia 26 de outubro de 2017, sendo implantadas nos mesmos locais, utilizando-se sucessivamente as mesmas parcelas, subparcelas, e também os mesmos tratamentos da safra do anterior. O tratamento das sementes da soja foi realizado com 200 ml ha⁻¹ do fungicida Vitavax Thiran 200 SC® (Carboxina + Tiran) e 400 ml ha⁻¹ do inseticida Cropstar® (Imidacloprido + Tiodicarbe), de acordo com as recomendações dos fabricantes.

Utilizou-se a cultivar RK 6316 IPRO com distribuição de 15 sementes por metro linear e espaçamento de 0,45 m entre linhas, objetivando-se uma população de 333 mil plantas ha⁻¹.

Os tratamentos foram realizados conforme descrição na Tabela 1 e as doses utilizadas de inoculantes foram:

=> 400 mL produto comercial Masterfix L que continha *Bradyrhizobium japonicum*, estirpe, SEMIA 5079 e 200 ml do produto comercial AzoTotal, por hectare, o qual possuía *Azospirillum brasilense* estirpes Ab-V5 e Ab-V6, com total de 3,75 bilhões de células viáveis mL, aplicando um volume de calda de 50 L ha⁻¹, via semente.

=> 800 mL produto Masterfix L (*Bradyrhizobium japonicum*) e 400 mL do produto AzoTotal (*Azospirillum brasilense*), por hectare, com total de 7,5 bilhões de células viáveis mL, aplicando um volume de calda de 50 L ha⁻¹, via sulco de semeadura.

=> 800 mL por hectare do produto Masterfix L (*Bradyrhizobium japonicum*), com 5 bilhões de células viáveis mL, aplicando um volume de calda de 50 L ha⁻¹, via foliar, nas subparcelas, quando a soja se encontrava no estágio fenológico V4.

O equipamento utilizado para aplicação das doses de inoculante líquido no sulco de semeadura foi acoplado no cabeçalho da semeadora, o qual tem tanque com capacidade de 200 litros, e possui também agitador constante, o que proporciona uma melhor homogeneização da solução. A liberação do inoculante foi realizada ao mesmo tempo em que a semeadora toca o solo e inicia o processo de semeadura, desta forma, ocorre à injeção da solução em todos os sulcos de semeadura ao mesmo tempo.

A adubação de base, no primeiro ano agrícola, utilizou-se 20 kg ha⁻¹ de nitrogênio; 70 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (Pentóxido de fósforo); 40 kg ha⁻¹ de K₂O (cloreto de potássio), sendo que a adubação potássica foi complementada em cobertura no estágio fenológico V₃, na dose de 60 kg ha⁻¹ de K₂O. No segundo ano agrícola para a adubação de base aplicou-se 340 Kg ha⁻¹ do adubo 04-30-10.

Foi realizada adubação foliar em ambos os anos agrícolas, quando a cultura da soja se encontrava no estágio fenológico V₃, aplicando-se os micronutrientes cobalto e molibdênio, sendo utilizado o produto comercial Comol, na dosagem de 200 ml ha⁻¹. Malavolta (2016), citado por Gruberger (2016) ao estudar o enriquecimento de sementes de soja com cobalto e molibdênio, relatam que o Co e o Mo são microelementos essenciais e benéficos às plantas, sendo que Co é componente da enzima leghemoglobina, a qual está presente e participa da atividade dos nódulos, e o Mo é componente da enzima nitrogenase, a qual está ligada diretamente à FBN.

No dia 7 de fevereiro de 2017 e dia 4 de janeiro de 2018, correspondendo as duas safras agrícolas, respectivamente, foram realizadas as coletas de materiais para as análises de diagnose foliar. Foram coletadas 10 folhas da soja, de maneira aleatória e manual, as quais foram, após a coleta, colocadas em sacos de papel previamente identificados e levados imediatamente ao laboratório de análise química de tecido vegetal da UNOESTE (Universidade do Oeste Paulista), onde foram lavadas com detergente neutro e água corrente, sendo após estes procedimentos postas para secarem por 48 horas, as quais foram posteriormente devidamente guardadas até a realização da moagem para análise.

A colheita da soja, safra 2016/17, ocorreu no dia 23 de março de 2017 e a do segundo ano agrícola, no dia 26 de fevereiro de 2018, ambas manualmente.

Após a colheita da soja, foi realizado a semeadura da pastagem em linha, do capim *Urochloa brizantha* cv. Marandu no espaçamento de 12,5 cm, na quantidade

de 6 kg ha⁻¹ de sementes, com valor cultural de 70%, utilizando-se para este procedimento uma plantadeira e semeadeira, para plantio direto, da marca Semeato, os quais ocorreram no dia 26 de abril de 2017 e 02 de abril de 2018, respectivamente.

No dia 14 de julho de 2017, realizou-se a primeira coleta do capim, (2017/2018), para a realização da análise bromatológica. Utilizou-se de uma tesoura de poda e de um quadro de ferro (50 cm x 50 cm). As amostras do capim foram armazenados em sacos de papel devidamente identificados e pesados, sendo que a altura de corte foi de 5 cm de altura em relação ao nível do solo.

Quando o capim atingiu a altura de corte, em torno de 30 cm, no primeiro ano agrícola, foram colocados bovinos para pastejar, somente para reduzir a altura do mesmo, os quais quando alcançou altura média de 10 cm, os animais foram retirados, para posteriormente ser novamente dessecado e se realizar o cultivo da soja do segundo ano agrícola (2017/2018).

Estes métodos utilizados para a colheita do capim foram realizados novamente no dia 25 de julho de 2018, correspondendo ao segundo ano agrícola. No entanto, após esses procedimentos, encerrou-se o experimento a campo.

4.4 Cultura da Soja

4.4.1 Diagnose foliar

Foram coletados 10 amostras de trifólios por parcela por ocasião do florescimento pleno, identificadas e levadas para o laboratório de análise química de tecido vegetal da UNOESTE, onde as folhas da soja foram lavadas por alguns segundos em água contendo uma pequena quantidade de detergente neutro e em seguida enxaguada com água destilada, para remover todo o detergente, sendo posteriormente colocadas sobre papel absorvente. Posteriormente as amostras foram colocadas em sacos de papel previamente identificados e postas para secar em estufa com circulação forçada de ar, com temperatura a 65°C, até atingir massa constante, posteriormente, as amostras tiveram a massa seca determinada e o resultado convertido em Mg ha⁻¹ e em seguida foram moídas em moinho de aço inoxidável, evitando-se a contaminação das mesmas, principalmente por Fe, Cu e Zn, passando em peneiras de 1 mm de malha em moinho tipo Wiley, e conduzidas

para a realização da análise de tecido vegetal, segundo metodologia descrita por Malavolta *et al.* (1997), para a de determinação dos macros e micros nutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Mn, Zn e Fe).

4.4.2 Componentes de produção da soja

Para avaliação de número de plantas por metro, número de vagens por planta, número de grãos por vagem e peso de 100 grãos, foram efetuadas em amostras aleatórias constituídas de 10 plantas coletadas manualmente de cada subparcela, por ocasião da plena maturação da cultura, os quais foram contados os números de plantas por metro, e de vagens por planta, obtidos por meio de contagem em cada uma das plantas colhidas. Em seguida, as vagens foram debulhadas e os grãos contados e pesados, no laboratório de análise química de tecido vegetal da UNOESTE, para a obtenção do número de grãos por vagem e da massa de 100 grãos, sendo que a massa de grãos foi corrigida para 13% de umidade.

4.4.3 Pastagem

4.4.4 Produtividade de massa seca da forragem

Para a determinação da produtividade de massa seca do capim-marandu, foi coletada toda a porção da pastagem contida em uma área de 0,5 m² (quatro repetições). A coleta foi de forma aleatória dentro da área útil das parcelas. As plantas devidamente identificadas, pesadas e enviadas para o laboratório de análise química de tecido vegetal da UNOESTE, onde foram secas em estufa com circulação forçada de ar e temperatura de 60-70°C, até atingir massa constante (determinação de matéria seca). Após a secagem, as amostras foram moídas em moinho do tipo Willey, para realização da análise bromatológica.

4.4.5 Análise bromatológica

As análises bromatológicas foram realizadas no laboratório de análise química de tecido vegetal da UNOESTE. A determinação bromatológica foi para cada espécie e para os consórcios/tratamentos, para o cultivo da soja e da pastagem.

Para obtenção do valor da proteína bruta (PB), utilizou-se o método micro-Kjehldal, multiplicando-se o nitrogênio total pelo fator de conversão de N em PB (6,25).

Segundo a metodologia descrita por Van Soest (1994), foi determinado também a porcentagem de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), ambas por meio da diferença entre as pesagens, ou seja: $FDN (\%) = ((C-B) \times 100) / A$, e $FDA (\%) = ((C-B) \times 100) / A$, sendo A o peso da amostra em gramas, B o peso do cadinho vazio e C o peso do cadinho mais o resíduo. Os nutrientes digestíveis totais (NDT) foram determinados segundo a equação proposta por Patterson (2000), $NDT = [88,9 - (0,779 \times \%FDA)]$.

Através da FDA, é possível conhecer os constituintes menos solúveis da parede celular, sendo assim, foi possível determinar a lignina, utilizando-se o método $KMnO_4$ (SOUZA *et al.*, 1999).

5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

As variáveis analisadas em cada tratamento foram submetidas ao programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2010), e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Análise foliar da soja

Estão apresentados, na Tabela 2, os valores da análise foliar (Macronutrientes e Micronutrientes, respectivamente) da soja em relação da aplicação ou não de *Bradyrhizobium japonicum* foliar, em função dos tratamentos, referentes à safra 2016/2017, onde se pode inferir que com exceção do N, P, Mg, S, B e Cu, para todos os demais tratamentos foram significativos em função da aplicação *Bradyrhizobium japonicum* foliar.

Segundo Scherer (1998), citado por Salvador *et al.* (2011), teores foliares de potássio (K) em soja, os quais apresentam valores superiores a 14 g kg^{-1} , ajudam a atingir 90% da máxima produção da mesma.

Os teores foliares de K (TABELA 2) apresentaram teores iguais ou superiores apresentado por Scherer (1998) somente quando da aplicação de *Bradyrhizobium japonicum* na semente, diferentemente dos resultados apresentados por Salvador *et al.* (2011), os quais obtiveram valores muito acima dos 14 g kg^{-1} . No entanto, os teores de K nas folhas de soja apresentados nesse trabalho (TABELA 2), estão abaixo da faixa considerada suficiente em relação aos dados apresentados pela Embrapa (2010) que estão entre 17,0 a $25,0 \text{ g kg}^{-1}$, o que pode influenciar negativamente na produção da soja.

Tabela 2 – Macros e micros nutrientes na soja (diagnose foliar) com e sem aplicação foliar de *Bradyrhizobium japonicum* em função dos tratamentos utilizados, safra 2016/2017.

TRAT	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Mn	Zn	Fe
	----- g kg ⁻¹ -----										
Cont	43,1	3,3	12,7ab	8,6ab	5,9	2,0	32,1	28,0	122a	33,5ba	108a
B-Su	43,8	3,3	10,6b	9,7ab	6,1	1,8	32,2	28,0	95b	27,7b	53b
B-Se	43,9	3,5	14,4a	8,1b	5,8	2,0	32,3	28,8	116a	37,6a	108a
B+A-Se	43,4	3,5	12,2ab	10,8a	6,2	1,9	33,0	22,9	97b	32,8ba	90a
B+A-Su	44,9	3,2	10,8b	9,8ab	6,4	1,9	31,7	24,6	92b	29,8b	111a
CV	10,5	8,1	12,2	12,3	7,3	8,5	9,2	23,1	9,2	14,2	20,2
BF											
Sem BF	44,9	3,5	11,5b	9,8	6,17	1,9	32,8	24,0b	102,8	33,1	84b
Com BF	42,7	3,3	12,7a	9,3	6,0	1,8	31,6	28,8a	106,7	31,4	103a
CV	8,5	9,8	14,0	11,3	7,7	11,3	8,0	19,6	9,4	12,7	18,1
	Probabilidade (P≥F)										
Sist. (S)	0,947	0,155	0,002	0,013	0,154	0,147	0,932	0,275	0,000	0,009	0,000
BF	0,083	0,071	0,037	0,165	0,266	0,065	0,169	0,009	0,221	0,221	0,003
S x BF	0,705	0,895	0,018	0,269	0,764	0,053	0,685	0,139	0,022	0,474	0,000

Trat: Tratamentos; Cont: controle (sem inoculantes); B-Su: *B. japonicum* no sulco de semeadura; B-Se: *B. japonicum* na semente; B+A-Se: *B. japonicum*+*Azospirillum brasilense* na semente; B+A-Sul: *B. japonicum*+*Azospirillum brasilense* no sulco de semeadura. Sem BF: sem aplicação de inoculante foliar, Com BF: com aplicação de inoculante foliar. Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Diferiram para tratamento (TABELA 3), o Ca, pois apresentou menor valor ($7,5 \text{ g kg}^{-1}$) na inoculação de B-SE, assim como o Mn apresentou maior valor ($132,7 \text{ g kg}^{-1}$), mas no tratamento controle. Por outro lado, observa-se no Fe, o menor valor ($35,6 \text{ g kg}^{-1}$), quando se utilizou B-Su, todos estes com aplicação foliar de *Bradyrhizobium japonicum*.

O ferro (TABELA 3) diferiu para tratamento, apresentando os menores valores, sem aplicação foliar de *Bradyrhizobium japonicum*, no tratamento controle e B-Se $17,5 \text{ g kg}^{-1}$ e $18,0 \text{ g kg}^{-1}$, respectivamente, sendo que com a aplicação foliar de *Bradyrhizobium japonicum* obteve-se o maior valor ($64,7 \text{ g kg}^{-1}$), no tratamento B-Se.

Observa-se nas tabelas 3 e 5, as quais referem se aos desdobramentos das médias da diagnose foliar da soja com e sem aplicação foliar de *Bradyrhizobium japonicum* correspondentes às safras 2016/2017 e 2017/2018 respectivamente, onde na primeira safra o valor de K foi maior, quando se aplicou o inoculante *Bradyrhizobium japonicum* nas sementes, e também na coinoculação do *Bradyrhizobium japonicum* e *Azospirillum brasilense*, ambos com *Bradyrhizobium japonicum* foliar. Na segunda safra entre os menores valores encontrados para K corresponde a inoculação de *Bradyrhizobium japonicum* aplicado no sulco de semeadura e coinoculação do *Bradyrhizobium japonicum* e *Azospirillum brasilense* aplicados na semente com aplicação, com e sem aplicação foliar de *Bradyrhizobium japonicum*. Segundo Fachinelli (2018), estudando a influência da inoculação com *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* na cultura da soja, os baixos valores podem ter relação com a metodologia utilizada ao se preparar as amostras (folhas da soja) para a realização da diagnose foliar, onde as lavagens podem causar despreendimento de nutrientes do tecido das folhas, conseqüentemente sua redução.

A influência foi positiva para a aplicação de *Bradyrhizobium japonicum* foliar assumindo maiores valores em relação dos parâmetros avaliados, com exceção de K, Mg, B, Zn e Fe (TABELA 4).

As médias dos teores foliares de K na (TABELA 4) sem e com aplicação de *Bradyrhizobium japonicum* foliar nos tratamentos, controle, B na semente e B+A no sulco, os valores apresentados de K nas folhas foram superiores a 14 g kg^{-1} , o que beneficia a produção da soja, como já citado e mencionado anteriormente neste trabalho.

Tabela 3 - Desdobramento da diagnose foliar da soja com e sem aplicação foliar de *Bradyrhizobium japonicum* em função dos tratamentos utilizados, safra 2016/2017.

Inoculante 30 DAE	Inoculantes na semente da soja				
	Controle	B-Su	B-Se	B+A-Se	B+A-Su
Macronutrientes (g kg ⁻¹)					
K					
Sem BF	13,9 Aa	10,4 B	12,9 ABb	10,3 Bb	9,8 B
Com BF	11,3 Bb	10,8 B	15,7 Aa	14,0 ABa	11,7 B
Ca					
Sem BF	8,5 B	9,5 AB	8,6 B	10,8 A	9,7 AB
Com BF	8,6 AB	9,9 AB	7,5 B	10,7 A	9,8 AB
Micronutrientes (mg kg ⁻¹)					
Mn					
Sem BF	112,0 Bb	95,3 BC	121,3 A	88,9 Cb	96,2 BC
Com BF	132,7 Aa	94,4 BC	112,4 B	105,5 BCa	88,7 C
Zn					
Sem BF	33,4 AB	26,6 B	39,2 A	34,1 AB	32,1 AB
Com BF	33,6	28,7	35,9	31,4	27,4
Fe					
Sem BF	62,1 Bb	71,4 Ba	84,4 Bb	63,1 Bb	141,5 Aa
Com BF	153,9 Aa	35,6 Cb	131,5 Aa	116,9 ABa	81,0 Bb

Trat: Tratamentos; Cont: controle (sem inoculantes); B-Su: *B. japonicum* no sulco de semeadura; B-Se: *B. japonicum* na semente; B+A-Se: *B. japonicum*+*Azospirillum brasilense* na semente; B+A-Su: *B. japonicum*+*Azospirillum brasilense* no sulco de semeadura. Sem BF: sem aplicação de inoculante foliar, Com BF: com aplicação de inoculante foliar. Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os valores apresentados na Tabela 4, comparados com a diagnose foliar do estado nutricional de soja descrito por van Raij *et al.* (1996,) Kuriharara *et al.* (2014), e Araujo Júnior (2018), observa-se que os teores foliares na soja de N, P, S e B se apresentam dentro dos teores suficientes para uma boa produtividade, apesar das concentrações de K, Mn e Zn possuírem valores inadequados, não se visualizou sintomas de deficiência nas folhas da mesma, assim como o Fe que apresenta valores dentro da faixa adequada e valores bem abaixo do requerido pela planta, também não demonstra visualmente a carência por esse elemento.

Na tabela 5 estão apresentadas as médias dos valores de diagnose foliar. Pode se observar que o comportamento para nutriente assumiram valores distintos como observado para N em comparação ao tratamento controle e ao B+A-Su, sendo que para o tratamento controle, com BF foi maior em comparação sem BF. Para tanto, o Mn assumiu os valores iguais entre os tratamentos, excetuando-se o tratamento B+A-Su.

Tabela 4 - Macros e micros nutrientes na soja (diagnose foliar) com e sem aplicação foliar de *Bradyrhizobium japonicum* em função dos tratamentos utilizados, safra 2017/2018.

TRAT	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Mn	Zn	Fe
	g kg ⁻¹										
Cont	49,6	3,0	17,1a	10,4	7,0ab	2,9	31,5ab	15,8	68,3	22,3ab	21,6b
B-Su	44,1	2,8	10,4b	13,1	7,7a	2,9	31,4ab	13,1	69,5	19,2b	47,0a
B-Se	45,5	2,8	14,8ab	11,9	7,2ab	2,6	30,9b	16,1	64,0	28,4a	41,4a
B+A-Se	48,5	2,9	11,8ab	12,0	7,1ab	2,9	30,9b	14,2	66,1	21,6ab	47,4a
B+A-Su	49,5	3,0	15,0a	9,9	6,5b	3,0	38,4a	11,8	62,9	18,8b	48,0a
CV	8,7	19,3	21,8	19,6	7,5	9,0	13,6	26,9	15,7	24,0	10,4
BF											
Sem BF	47,6	3,0a	14,9a	12,2a	7,5	2,8	32,9	15,2a	63,4b	21,3	45,9a
Com BF	47,3	2,7b	12,7b	10,6b	7,1	2,9	32,9	13,2b	68,8a	22,8	36,2b
CV	4,2	12,3	15,4	12,4	7,1	14,3	17,2	18,9	11,3	21,9	13,4
Probabilidade (P≥F)											
Sist. (S)	0,068	0,801	0,005	0,079	0,009	0,124	0,022	0,185	0,687	0,023	0,000
BF	0,632	0,041	0,004	0,002	0,760	0,450	0,740	0,031	0,038	0,343	0,000
S x BF	0,000	0,146	0,040	0,000	0,085	0,131	0,129	0,218	0,113	0,001	0,000

Trat: Tratamentos; Cont: controle (sem inoculantes); B-Su: *B. japonicum* no sulco de semeadura; B-Se: *B. japonicum* na semente; B+A-Se: *B. japonicum*+*Azospirillum brasilense* na semente; B+A-Sul: *B. japonicum*+*Azospirillum brasilense* no sulco de semeadura. Sem BF: sem aplicação de inoculante foliar, Com BF: com aplicação de inoculante foliar. Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 5 - Desdobramento da diagnose foliar da soja com e sem aplicação foliar de *Bradyrhizobium japonicum* em função dos tratamentos utilizados, safra 2017/2018.

Inoculante 30 DAE	Inoculantes na semeadura da soja				
	Controle	B-Su	B-Se	B+A-Se	B+A-Su
Macronutrientes (g kg⁻¹)					
N					
Sem BF	47,0 Bb	46,2 B	45,7 A	47,0 B	52,0 Aa
Com BF	52,2 Aa	42,0 B	45,2 AB	50,0 A	47,0 ABb
K					
Sem BF	17,2 A	11,0 B	17,5 Aa	11,5 B	17,2Aa
Com BF	17,0 A	9,7 B	12,0 ABb	12,0 AB	12,7ABb
Ca					
Sem BF	11,7 ABC	14,2 AB	11,0 BC	15,0 Aa	9,2 C
Com BF	9,0	12,0	9,0	9,0 b	10,5
Mg					
Sem BF	7,0 B	8,2 Aa	7,2 AB	7,0 B	6,2 B
Com BF	7,0	7,2 b	7,2	7,2	6,7
Micronutrientes (mg kg⁻¹)					
Mn					
Sem BF	71,5	65,7	63,0	61,2	55,7 b
Com BF	65,0	73,5	65,0	71,0	70,0 a
Zn					
Sem BF	14,0 Bb	22,7 AB	25,5 A	24,7 A	19,5 AB
Com BF	30,5 Aa	15,7 B	31,2 A	18,5 B	18,0 B
Fe					
Sem BF	17,5 Cb	71,0 Aa	18,0 Cb	54,5 Ba	68,7 Aa
Com BF	25,7 Ca	23,0 Cb	64,7 Aa	40,2 Bb	27,2 Cb

Trat: Tratamentos; Cont: controle (sem inoculantes); B-Su: *B. japonicum* no sulco de semeadura; B-Se: *B. japonicum* na semente; B+A-Se: *B. japonicum*+*Azospirillum brasilense* na semente; B+A-Sul: *B. japonicum*+*Azospirillum brasilense* no sulco de semeadura. Sem BF: sem aplicação de inoculante foliar, Com BF: com aplicação de inoculante foliar. Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

6.2 Produtividade da soja

Nas Tabelas 6 e 8, estão apresentadas às médias dos dados de análise das variáveis de plantas por metro, número de vagens por planta, número de grãos por vagens, peso seco de 100 grãos, produtividade da soja por hectare em função dos tratamentos e da aplicação ou não de *Bradyrhizobium japonicum* foliar, em relação às safras 2016/2017 e 2017/2018, respectivamente.

Pode-se inferir que as médias de plantas por metro, número de vagens por planta, número de grãos por vagens, peso seco de 100 grãos e da produtividade da soja, não foram significativos em função dos tratamentos e da aplicação de *Bradyrhizobium japonicum* foliar em ambas as safras, dados estes que vem a corroborar com Zuffo *et al.* (2016), os quais relataram que a coinoculação no sulco de semeadura de *Bradyrhizobium japonicum* com *Azospirillum brasilense* não afetaram as características agronômicas bem como os rendimentos de grãos da cultura da soja. Estes resultados também são equivalentes aos de Fachinelli (2018), onde relata que pode ser em função do solo ou a forma de inoculação, corroborando a correspondência das formas de inoculação. Diferentemente de Mundim *et al.* (2018), os quais estudando a coinoculação de *Azospirillum brasilense* e *Bradyrhizobium* via sementes de soja no cerrado verificaram que para o número de grãos por vagem, ocorreu diferença de forma independente à coinoculação de *Bradyrhizobium* com *Azospirillum brasilense*, onde também se constatou que com a aplicação de *Bradyrhizobium* há aumento significativo em relação a não utilização do mesmo.

Os parâmetros de número de vagens relatado por Câmara (1998) citado por Paniagua *et al.* (2017), relatam que as cultivares de soja brasileira produzem de 30 a 80 vagens por planta, os quais correspondem aos valores encontrados no primeiro e segundo ano de cultivo deste trabalho, as quais variaram em média de 36,4 a 61,8 vagens por plantas (TABELAS 6 e 8). Por outro lado, diferentemente ao presente experimento, Garcia (2015) constatou que plantas inoculadas com *Bradyrhizobium japonicum* obtiveram maior número de vagens em relação à testemunha, bem como, Buguelon *et al.* (2016) também verificaram que com a aplicação de *Bradyrhizobium japonicum*, obtiveram aumento do número de vagens por planta, o qual poderia ter sido influenciada possivelmente pelo maior aporte de N por parte da bactéria em questão.

O estudo realizado por Battisti e Simonetti (2015), utilizando inoculação e coinoculação com *Bradyrhizobium japonicum* e *Azospirillum brasilense* na cultura da soja, bem como o trabalho realizado por Fachinelli (2018) ao estudar a influência da inoculação com *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* na cultura da soja, não verificaram efeito significativo dos tratamentos em relação ao número de vagens por planta e na produtividade da cultura da soja, o que vem também a corroborar com os resultados do presente trabalho (TABELAS 6 e 8).

Ao estudar a coinoculação e modos de aplicação Braccini *et al.* (2016), relatam um valor superior referente ao número de vagens por planta, o qual ocorreu quando a soja foi inoculada somente com *Bradyrhizobium japonicum*, sem diferir estatisticamente da associação de três doses de *Bradyrhizobium japonicum* na semente com 2 doses de *Azospirillum brasilense* no sulco de semeadura, sendo que Fachinelli (2018) ressalta que estes microrganismos respondem de forma diferente conforme o local e condições de cultivo os quais são submetidos.

Paniagua *et al.* (2017), utilizando-se também de dois tipos de inoculantes, *Bradyrhizobium japonicum* e *Bradyrhizobium elkanii*, concluíram que com a inoculação da soja ou mesmo a aplicação via foliar, não obtiveram diferenças significativas, portanto, constataram que a cultura da soja com relação ao número de vagens por planta, rendimento de grãos e massa de 1.000 grãos, não foram influenciadas pelos inoculantes.

Araújo Junior (2018), o qual analisou a soja em sucessão ao capim-marandu e o efeito do *Azospirillum* associado ao *Bradyrhizobium*, também não obteve resultados significativos para os seus tratamentos analisados com relação aos números de vagens por planta, números de grãos por vagem e números de grãos por planta, resultados semelhantes encontrados neste trabalho onde também não se obteve diferença significativa entre os tratamentos analisados (TABELAS 6 e 8), como já mencionado.

Os valores de pH do solo deste trabalho estava em 5,2, os quais podem ser considerados adequados para o bom desenvolvimento do capim-marandu, corroborado com os valores apresentados por Araújo Júnior (2018), mas que, no entanto, pode não corresponder para o bom desenvolvimento e sobrevivência das bactérias na rizosfera da soja, podendo influenciar negativamente na sua produção, pois pode-se constatar também, ínfima nodulação das raízes da cultura da soja, na safra 2016/2017, bem como na segunda safra 2017/2018, os valores foram baixos,

diferentemente dos trabalhos apresentados por Hungria *et al.* (2015) e Chibeba *et al.* (2015), os quais notaram nodulação mais abundante nas plantas de soja coinoculadas com *Bradyrhizobium* e *Azospirillum*. Apesar de se obter valores numéricos superiores com relação ao número de nódulos na segunda safra da soja, os quais foram em média de 42,5, estes estão a baixo dos valores encontrados por Araujo Júnior (2018) o qual conseguiu no seu trabalho, uma quantidade de nódulos por planta acima de 70, apesar de também não observar resultados significativos.

Petkowicz *et al.* (2017), relatam que o déficit hídrico pode afetar negativamente a nodulação de *Bradyrhizobium japonicum* na cultura da soja, o que levaria a redução do número de nódulos formados bem como a uma menor produção, entretanto na safra 2016/2017 e 2017/2018 houve boa precipitação, não ocorrendo períodos de veranicos (FIGURA 1) a qual poderia vir a interferir negativamente na nodulação, consequentemente na produtividade da mesma.

Braccini *et al.* (2016), como neste trabalho, trabalharam com coinoculação e modos de aplicação de *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* na cultura da soja, os quais verificaram que o número de vagens por planta variaram de 35,10 a 67,20, diferentemente aos resultados obtidos neste trabalho, pois variaram em média de 59,4 a 61,8 (TABELA 8), não existindo diferença significativa. Além dos referidos autores obterem produtividades inferiores a 3.346,90 kg ha⁻¹, os quais ficam a quem dos obtidos nesse experimento, que variaram de 5.098 a 5.392 kg ha⁻¹ (TABELA 8).

As variáveis número de plantas por ha, número de grãos por vagens, peso de 100 grãos e produtividade da soja, não apresentaram diferenças estatisticamente, em nem um dos dois anos safra 2016/2017 e 2017/2018 (TABELAS 6 e 8), resultados equivalentes aos de Fachinelli (2018), o qual relata que isso pode ocorrer em função em função do solo ou a forma de inoculação, corroborando a correspondência das formas de inoculação.

Ocorreu diferença significativa da variável número de vagens da soja por planta, quando se utilizou o inoculante *Bradyrhizobium japonicum* via sulco de semeadura mais a inoculação via foliar do mesmo aos 30 DAE, somente no primeiro ano agrícola (TABELA 7), sendo que no segundo ano agrícola não diferiram em relação às aplicações foliares de *Bradyrhizobium japonicum* (TABELA 9).

Battisti e Simonetti (2015), bem como Pastore (2016), realizando manejo de inoculação com *Bradyrhizobium* em soja associado ao tratamento fitossanitário das sementes, ambos não obtiveram diferença estatisticamente significativa entre os

tratamentos de produtividade, mas assim como nesse trabalho, eles também observaram que aparentemente existe diferenças numéricas nos valores de produtividade da soja, mas dizem também que existe possibilidade de uma influência econômica para o tratamento com inoculantes, pois há um incremento de produtividade por hectare, como nesse experimento onde se conseguiu uma diferença superior de produtividade de até 294 kg ha⁻¹ em relação ao controle (TABELA 8).

Tabela 6 - Componentes de produção e produtividade da soja com e sem aplicação foliar de *Bradyrhizobium japonicum* em função dos tratamentos utilizados, safra 2016/2017.

TRAT	Plantas n. ha ⁻¹	Vagens n. planta ⁻¹	Grãos n. vagens ⁻¹	P100 g	Prod. kg ha ⁻¹
Cont	12,1	38,2	2,2	11,6	2.452
B-Su	11,5	36,4	2,4	11,6	2.389
B-Se	10,6	40,3	2,2	11,5	2.367
B+A-Se	10,6	37,5	2,4	11,4	2.299
B+A-Su	11,3	36,6	2,2	11,1	2.536
CV	14,4	16,0	14,41	6,6	20,9
BF					
Sem BF	11,2	39,8	2,3	11,4	2.428,9
Com BF	11,2	37,5	2,1	11,4	2.388,9
CV	6,5	14,8	16,1	4,2	17,6
Probabilidade (P≥F)					
Sist. (S)	0,386	0,060	0,051	0,669	0,901
BF	0,832	0,222	0,280	0,997	0,769
S x BF	0,399	0,029	0,970	0,223	0,429

Trat: Tratamentos; Cont: controle (sem inoculantes); B-Su: *B. japonicum* no sulco de semeadura; B-Se: *B. japonicum* na semente; B+A-Se: *B. japonicum*+*Azospirillum brasilense* na semente; B+A-Sul: *B. japonicum*+*Azospirillum brasilense* no sulco de semeadura. Sem BF: sem aplicação de inoculante foliar, Com BF: com aplicação de inoculante foliar. Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Segundo Araújo Júnior (2018) vários fatores podem influenciar negativamente ou positivamente na produção da soja, os quais devem ser considerados, entre eles além do tipo de solo, duração dos veranicos, a influência das temperaturas logo em seguida a semeadura, além dos vários cultivares de soja existentes atualmente no mercado, as quais se comportam diferentemente referente a cada situação a qual se encontram.

Tabela 7- Desdobramento dos componentes de produção e produtividade da soja com e sem aplicação foliar de *Bradyrhizobium japonicum* em função dos tratamentos utilizados, safra 2016/2017.

Inoculante 30 DAE	Inoculantes na semeadura da soja				
	Controle	B-Su	B-Se	B+A-Se	B+A-Su
	Vagens n. planta ⁻¹				
Sem BF	39,7 B	31,5 B	50,0 Aa	41,7 AB	35,5 B
Com BF	36,7	39,7	40,0 b	33,2	37,7

Trat: Tratamentos; Cont: controle (sem inoculantes); B-Su: *B. japonicum* no sulco de semeadura; B-Se: *B. japonicum* na semente; B+A-Se: *B. japonicum*+*Azospirillum brasilense* na semente; B+A-Su: *B. japonicum*+*Azospirillum brasilense* no sulco de semeadura. Sem BF: sem aplicação de inoculante foliar, Com BF: com aplicação de inoculante foliar. Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A inoculação apenas com *Bradyrhizobium japonicum* no sulco de semeadura ou na semente da soja e, a coinoculação de *Bradyrhizobium japonicum* e *Azospirillum brasilense*, também aplicados da mesma forma que a inculação, bem como a aplicação foliar de *Bradyrhizobium japonicum*, não incrementou os componentes da produção e de produtividade da soja, nas safras 2016/2017 e 2017/2018 (TABELAS 6 e 8), apesar de se verificar um aumento na produtividade da mesma na segunda safra (TABELA 8). Ressalta-se que o tratamento B-Su referente à inoculação com *Bradyrhizobium japonicum* no sulco de semeadura (TABELA 8) apresentou uma redução de produtividade equivalente a 197 kg ha⁻¹ em relação ao tratamento B-Se e de 274 kg ha⁻¹, correspondente a coinoculação do B+A-Se, mesmo não apresentando diferença estatística entre os tratamentos, mas na prática equivalem a 3,28 e 4,56 sacas ha⁻¹, respectivamente, evidenciando a necessidade das pesquisas para que se possa realizar a melhor técnica de manejo.

Na tabela 9 estão apresentados os componente de produção e produtividade da soja com e sem aplicação foliar. Não houve diferença significativa entre os tratamentos, entretanto, foram diferentes para o tratamento controle e B-Su, assumindo maior valor para com BF.

Tabela 8 Componentes de produção e produtividade da soja com e sem aplicação foliar de *Bradyrhizobium japonicum* em função dos tratamentos utilizados, safra 2017/2018.

TRAT	Plantas n. ha ⁻¹	Vagens n. planta ⁻¹	Grãos n. vagens ⁻¹	P100 g	Prod. kg ha ⁻¹
Cont	10,3	59,4	2,3	16,7	5.098
B-Su	10,5	60,6	2,3	16,0	5.195
B-Se	10,3	61,1	2,3	16,4	5.392
B+A-Se	10,4	61,1	2,3	16,7	5.118
B+A-Su	10,4	61,8	2,3	16,4	5.197
CV	5,3	12,1	11,2	4,5	13,5
BF					
Sem BF	10,6	58,4 b	2,4	16,3	5.149,4
Com BF	10,2	62,0 a	2,2	16,4	5.251,7
CV	5,4	7,6	6,6	6,1	14,4
Probabilidade (P≥F)					
Sist. (S)	0,618	0,644	0,926	0,312	0,924
BF	0,050	0,026	0,255	0,727	0,673
S x BF	0,132	0,066	0,144	0,949	0,128

Trat: Tratamentos; Cont: controle (sem inoculantes); B-Su: *B. japonicum* no sulco de semeadura; B-Se: *B. japonicum* na semente; B+A-Se: *B. japonicum*+*Azospirillum brasilense* na semente; B+A-Su: *B. japonicum*+*Azospirillum brasilense* no sulco de semeadura. Sem BF: sem aplicação de inoculante foliar, Com BF: com aplicação de inoculante foliar. Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 9 - Desdobramento dos componentes de produção e produtividade da soja com e sem aplicação foliar de *Bradyrhizobium japonicum* em função dos tratamentos utilizados, safra 2017/2018.

Inoculante 30 DAE	Inoculantes na semeadura da soja				
	Controle	B-Su	B-Se	B+A-Se	B+A-Su
	Vagens n. planta ⁻¹				
Sem BF	54,0 b	57,7 b	59,5	60,5	60,5
Com BF	63,0 a	66,7 a	55,7	61,7	63,0

Trat: Tratamentos; Cont: controle (sem inoculantes); B-Su: *B. japonicum* no sulco de semeadura; B-Se: *B. japonicum* na semente; B+A-Se: *B. japonicum*+*Azospirillum brasilense* na semente; B+A-Su: *B. japonicum*+*Azospirillum brasilense* no sulco de semeadura. Sem BF: sem aplicação de inoculante foliar, Com BF: com aplicação de inoculante foliar. Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

6.3 Avaliações bromatológicas e da produtividade do capim-marandu

Estão apresentados nas Tabelas 10 e 12 os dados de produtividade do capim-marandu, MS, PB, NDT, FDA, FDN, lignina, celulose e hemicelulose do capim-marandu, safra 2016/2017 e 2017/2018, respectivamente, em função da

aplicação ou não de *Bradyrhizobium japonicum* foliar na cultura da soja, em sucessão a mesma, em função dos tratamentos.

Pode-se inferir nas Tabelas 10 e 12, em relação à aplicação ou não de *Bradyrhizobium* foliar, em função dos tratamentos, referentes aos anos safra 2016/2017 e 2017/2018, respectivamente, que não houve diferença significativa em relação massa verde, massa seca, proteína bruta, NDT, FDA, FDN, lignina, celulose e hemicelulose do capim.

A máxima produtividade de massa seca do capim-marandu, no acumulado de todos os 4 cortes, está em torno de 10 a 15 t ha⁻¹, segundo Araújo Júnior (2018), resultados estes semelhantes aos encontrados neste experimento, sendo que as maiores médias de produtividade foram de 2.941 e de 3.444 kg ha⁻¹, as safras de 2016/2017 e 2017/2018, respectivamente (TABELAS 10 e 12).

Os valores de %PB apresentados (TABELAS 10 e 12) também estão de acordo com os oferecidos por várias empresas as quais vendem sementes de capim-marandu, entre eles o Grupo Matsuda (2019), o qual diz ser em torno de 11% o valor da proteína bruta do referido capim, bem como estão também próximos dos resultados obtidos por Magalhães *et al.*, 2015, pois o SPD, bem como a FBN ofertada pela soja pode ter contribuído para com os resultados obtidos com o capim-marandu (TABELAS 10 e 12).

A senescência natural das forrageiras, bem como as mudanças que atingem a sua composição química, estão relacionadas com a sua idade, sendo que conforme amadurecem, conseqüentemente a produção dos seus elementos potencialmente digestíveis também decrescem, contrariamente as fibras que aumentam com o estágio de maturação da mesma, o que vem a contribuir para uma lignificação maior (CARVALHO; PIRES, 2008), o que poderia determinar os valores encontrados nas Tabelas 10 e 12, em relação a porcentagem de FDN, FDA e lignina.

Não houve diferenças significativas (TABELA 12) para os valores de % NDT, FDN, FDA, celulose, hemicelulose e lignina do capim no presente trabalho, resultados estes que corroboram com os de Dalazen Castagnara *et al.* (2014), os quais estudando o cultivo consorciado de soja com *Urochloa brizantha* cv. Marandu, também não obtiveram diferenças significativas para os valores de PB, FDN, FDA e Hemicelulose do capim-marandu, descrevem que o desenvolvimento das plantas podem ter sido influenciado pela maior disponibilidade de nutrientes do solo

relacionados à fixação biológica contribuída pela soja, disponibilidade esta de nutrientes que contribui para o teor de proteína nas plantas.

Tabela 10 - Biomassa, massa seca, proteína bruta, NDT, FDA, FDN, lignina, celulose e hemicelulose do capim-marandu com e sem aplicação foliar de *Bradyrhizobium japonicum* em função dos tratamentos utilizados, safra 2016/2017.

TRAT	MS	PB	NDT	FDN	FDA	CEL	HEMI	LIG
	- kg ha ⁻¹	-----			% MS	-----		
Cont	2.480	12,7	60,1	69,5	38,8	34,7	30,7	4,1
B-Su	2.941	11,8	61,3	69,0	35,1	31,6	33,9	3,5
B-Se	2.880	13,3	58,9	66,9	38,5	34,0	28,4	4,4
B+A-Se	2.564	12,9	60,6	70,0	37,5	33,5	32,5	3,9
B+A-Su	2.519	12,9	61,9	67,2	35,8	31,6	31,4	4,1
CV	20,2	13,5	5,0	9,0	7,4	12,8	19,1	18,7
BF								
Sem BF	2.585	13,2	61,6a	67,3	35,0b	32,7	32,3	3,8
Com BF	2.769	12,3	59,6b	67,5	36,9a	33,4	30,6	4,2
CV	13,8	11,4	3,8	8,3	5,3	8,0	17,9	19,7
Probabilidade (P≥F)								
Sist. (S)	0,332	0,558	0,386	0,226	0,021	0,563	0,486	0,212
BF	0,138	0,055	0,018	0,248	0,006	0,378	0,353	0,112
S x BF	0,003	0,108	0,057	0,901	0,000	0,450	0,572	0,028

Trat: Tratamentos; Cont: controle (sem inoculantes); B-Su: *B. japonicum* no sulco de semeadura; B-Se: *B. japonicum* na semente; B+A-Se: *B. japonicum*+*Azospirillum brasilense* na semente; B+A-Su: *B. japonicum*+*Azospirillum brasilense* no sulco de semeadura. Sem BF: sem aplicação de inoculante foliar, Com BF: com aplicação de inoculante foliar. Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

No tratamento realizado com o inoculante *Bradyrhizobium japonicum* via sulco de semeadura mais a inoculação via foliar do mesmo, foram significativos, pois ocorreu aumento de produtividade de MS Kg ha⁻¹, em relação aos mesmos tratamentos que não receberam a aplicação via foliar, referentes aos dois anos agrícolas (TABELAS 11 e 13) comprovando a viabilidade da utilização das formas de inoculação utilizadas.

Observa-se também, na tabela 11, que ocorreu diferenças de produtividade de MS Kg ha⁻¹, em relação à aplicação foliar do *Bradyrhizobium japonicum*, sendo que os maiores valores foram na aplicação via B-Su e B-Se, e o maior valor numérico encontrado encontra-se na aplicação de B-Su, o qual produziu 536 quilos a mais de MS ha⁻¹ em relação a B-Se, e em relação ao controle produziu 1.046 quilos de MS ha⁻¹. Pode se observar também, que o comportamento da MS

assumiram valores iguais como observado para em comparação ao tratamento controle e ao B-Su, sendo que para o tratamento controle, com BF foi igual em comparação sem BF. Para tanto, o FDA assumiu os valores diferentes entre os tratamentos, para o tratamento B-Se

No segundo ano agrícola (TABELA 13), apesar de não ter aumentado a produtividade de MS Kg ha⁻¹, em relação à aplicação foliar do *Bradyrhizobium japonicu*, pode-se observar que o período prolongado de estiagem o qual ocorreu nos meses de junho e julho (FIGURA 1), pode ter contribuído para essa produtividade abaixo do esperado.

Na tabela 11 estão apresentados os componentes da biomassa, MS, NDT, FDA, FDN, lignina do capim-marandu com e sem aplicação foliar.

Os teores de % FDN, FDA e Hemicelulose (TABELA 12) estão a baixo dos encontrados por Dalazen Castagnara *et al.* (2014), estudando o cultivo consorciado da *Urochloa brizantha* cv. Marandu com a soja, onde ainda relatam que forrageiras com teores de FDN acima do limite recomendado para alimentação de ruminantes (550- 600 g kg⁻¹) limitam a digestibilidade da PB da dieta e a ingestão de MS, bem como quando o valor de % FDA é aumentado, diminui se a digestibilidade da MS, pois os altos teores de % de FDN, FDA e hemicelulose contribuem para a redução da digestibilidade da forragem, por que se aumentam as frações fibrosas da forrageira, conseqüentemente reduz se o conteúdo celular que é digestível (VAN SOEST, 1994).

Tabela 11- Desdobramento da Biomassa, MS, NDT, FDA, FDN, lignina do capim-marandu com e sem aplicação foliar de *Bradyrhizobium japonicum* em função dos tratamentos utilizados, safra 2016/2017.

Inoculante 30 DAE	Inoculantes na semeadura da soja				
	Controle	B-Su	B-Se	B+A-Se	B+A-Su
MS ----- kg ha ⁻¹ -----					
Sem BF	2.442	2.318 b	2.731	2.760	2.675
Com BF	2.519 B	3.565 Aa	3.029 AB	2.369 B	2.363 B
NDT ----- % MS -----					
Sem BF	61,14	61,83	61,84 a	62,19	60,99
Com BF	59,23 AB	60,80 AB	56,05 Bb	59,11 AB	62,92 A
FDA ----- % MS -----					
Sem BF	35,53	34,74	34,73 b	34,29 a	35,82
Com BF	36,55 B	34,44 B	43,84 Aa	36,51 Ba	33,34 B
LIG ----- % MS -----					
Sem BF	4,12	3,03	3,73 b	4,61 a	3,75
Com BF	4,11 AB	4,01 AB	5,22 Aa	3,35 Bb	4,69 AB

Trat: Tratamentos; Cont: controle (sem inoculantes); B-Su: *B. japonicum* no sulco de semeadura; B-Se: *B. japonicum* na semente; B+A-Se: *B. japonicum*+*Azospirillum brasilense* na semente; B+A-Su: *B. japonicum*+*Azospirillum brasilense* no sulco de semeadura. Sem BF: sem aplicação de inoculante foliar, Com BF: com aplicação de inoculante foliar. Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Magalhães *et al.* (2015), estudando a composição bromatológica do capim-marandu sob efeito de irrigação e adubação nitrogenada, dizem que os teores de FDA estão relacionados com os de lignina dos capins, as quais determinam a digestibilidade da fibra, pois quanto mais baixo o teor de FDA, mais baixo será também o teor de lignina e assim, portanto, melhor será a digestibilidade do mesmo.

Na tabela 12, pode-se inferir que houve diferenças significativas para MS, sendo que o tratamento B+A-Su obteve o maior valor, e o tratamento B+A-Se obteve o menor valor.

Na tabela 13, perante os dados observados podem-se constatar comportamentos distintos para os tratamentos com e sem BF. Para MS houve diferenças entre os tratamentos sem BF. Entretanto para hemicelulose não houve diferença entre os tratamentos, sendo a única diferença para B+A-Se com e sem BF.

Tabela 12- Biomassa, MS, PB, NDT, FDA, FDN, lignina, celulose e hemicelulose do capim-marandu com e sem aplicação foliar de *Bradyrhizobium japonicum* em função dos tratamentos utilizados, safra 2017/2018.

TRAT	MS	PB	NDT	FDN	FDA	CEL	HEMI	LIG
	- kg ha ⁻¹ -	-----			% MS	-----		
Cont	3.148 ab	11,1	65,2	63,1	31,5	27,7	31,6	3,8
B-Su	2.727 bc	10,9	64,3	63,0	31,3	27,6	31,7	3,7
B-Se	3.097 abc	10,9	64,7	64,6	31,0	26,9	33,5	4,1
B+A-Se	2.667 c	11,3	64,6	64,0	31,4	27,1	32,6	4,3
B+A-Su	3.444 a	11,0	64,2	62,1	31,4	27,3	30,7	4,0
CV	8,9	6,1	3,3	5,2	5,7	7,4	8,6	11,1
BF								
Sem BF	3.124,1 a	10,7 b	64,8	62,9	31,4	26,8	31,9	4,0
Com BF	2.910,7 b	11,4 a	64,4	63,6	32,2	27,7	31,8	4,0
CV	10,2	6,4	2,9	4,3	4,9	8,2	6,4	14,5
Probabilidade (P≥F)								
Sist. (S)	0,000	0,747	0,904	0,643	0,300	0,977	0,412	0,139
BF	0,045	0,006	0,523	0,433	0,127	0,239	0,819	0,869
S x BF	0,001	0,334	0,829	0,043	0,294	0,699	0,025	0,760

Trat: Tratamentos; Cont: controle (sem inoculantes); B-Su: *B. japonicum* no sulco de semeadura; B-Se: *B. japonicum* na semente; B+A-Se: *B. japonicum*+*Azospirillum brasilense* na semente; B+A-Su: *B. japonicum*+*Azospirillum brasilense* no sulco de semeadura. Sem BF: sem aplicação de inoculante foliar, Com BF: com aplicação de inoculante foliar. Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 13- Desdobramento da Biomassa, MS, PB, FDN e, hemicelulose do capim-marandu com e sem aplicação foliar de *Bradyrhizobium japonicum* em função dos tratamentos utilizados, safra 2017/2018.

Inoculante 30 DAE	Inoculantes na semeadura da soja				
	Controle	B-Su	B-Se	B+A-Se	B+A-Su
MS					
----- kg ha ⁻¹ -----					
Sem BF	3.283 B	2.505 Cb	3.321 Ba	2.544 Ca	3.966 Aa
Com BF	3.014	2.950 a	2.874 b	2.791 a	2.923 b
PB					
----- %MS -----					
Sem BF	10,95	10,36 b	11,04	10,89	10,44 b
Com BF	11,30	11,53 a	10,95	11,85	11,63 a
FDN					
----- % MS -----					
Sem BF	61,86	59,96 b	65,04	63,28	64,52
Com BF	64,39	64,90 a	64,19	64,35	60,31
HEMI					
----- % MS -----					
Sem BF	32,24	30,83	34,42	29,87 b	32,58
Com BF	31,18	32,68	32,76	33,48 a	29,09

Trat: Tratamentos; Cont: controle (sem inoculantes); B-Su: *B. japonicum* no sulco de semeadura; B-Se: *B. japonicum* na semente; B+A-Se: *B. japonicum*+*Azospirillum brasilense* na semente; B+A-Su: *B. japonicum*+*Azospirillum brasilense* no sulco de semeadura. Sem BF: sem aplicação de inoculante foliar, Com BF: com aplicação de inoculante foliar. Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

7 CONCLUSÕES

Perante os dados observados pode se concluir que os componentes de produção e produtividade da soja com e sem aplicação foliar foram diferentes para os tratamentos controle e B-Su, assumindo maior valor para com aplicação via foliar de *Bradyrhizobium japonicum*.

Houve influência da coinoculação em função da produtividade de MS do capim-marandu.

REFERÊNCIAS

- AF NEWS AGRÍCOLA. **Soja**. 2014. Disponível em: <http://www.afnews.com.br/soja-bmf.html>. Acessado em: 08 dez. 2015.
- ALVARENGA, R. C.; CABEZAS, W. A. L.; CRUZ, J. C.; SANTANA, D. P. Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto. **Informe Agropecuário**, v.22, p.25-36, 2001.
- ANHOLETO C. D.; MASSUQUETTI A. A soja brasileira e gaúcha no período 1994-2010: uma análise da produção, exportação, renda e emprego. **Revista Economia e Desenvolvimento**, v. 13, n. 2, p. 379-404, 2014. Disponível em: <file:///C:/Users/Patricia/Desktop/fazenda/DOUTORADO%20%20SOJA%202%C2%BA%20sem%202016/soja/26561-56360-1-SM.pdf>. Acessado em: 06 ago. 2016.
- ANDA. **Adubos**. Disponível em: <http://www.anda.org.br>. Acesso em: 10 ago. 2013.
- ARAUJO, F. F. Inoculação de sementes com *Bacillus subtilis*, formulado com farinha de ostras e desenvolvimento de milho, soja e algodão. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 2, mar./apr. 2008. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-70542008000200017. Acesso em: 14 fev. 2016.
- ARAUJO JUNIOR, O. **Soja em sucessão ao capim-marandu**: efeito do *Azospirillum* associado ao *Bradyrhizobium*. 2018. 70f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de São Paulo, Ilha Solteira, 2018.
- BARCELLOS, A. O.; RAMOS, A. K. B.; VILELA, L.; G, MARTHA JUNIOR, B. Sustentabilidade da produção animal baseada em pastagens consorciadas e no emprego de leguminosas exclusivas, na forma de banco de proteína, nos trópicos brasileiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Lavras, v. 37, p. 51-67, 2008.
- BATTISTI, A. M; SIMONETTI, A.P. M. Inoculação e Co inoculação com *Bradyrhizobium japonicum* e *Azospirillum brasilense* na cultura da soja. **Revista Cultivando o Saber**, v. 8, n.3, p. 294–301, 2015.
- BENIZRI, E.; BAUDOIN, E.; GUCKERT, A. Root colonization by inoculated plant growth-promoting rhizobacteria. **Biocontrol Science and Technology**, Oxford, v. 11, p. 557-574, 2001.
- BRACCINI, A. L.; MARIUCCI, G. E. G.; SUZUKAWA, A. K.; LIMA, L. H. S.; PICCININ, G. G. Co-inoculação e modos de aplicação de *bradyrhizobium japonicum* e *azospirillum brasilense* e adubação nitrogenada na nodulação das plantas e rendimento da cultura da soja. **Revista Scientia Agrária Paranaensis**, v. 15, n. 1, jan./mar., p. 27-35, 2016. <http://dx.doi.org/10.18188/1983-1471/sap.v15n1p27-35>

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Cultura da Soja**. 2013. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/soja>. Acesso em: 21 abr. 2016.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Síntese da cultura da soja no Brasil 2014**. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/soja>. Acesso: 28 nov. 2015.

BULLA, D. I.; BALBINOT JUNIOR, A. A. **Inoculação de sementes de milho com *Azospirillum brasiliense* em diferentes doses de nitrogênio**. 2012. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/101915/1/Inoculacao-desementes-de-milho-com-Azospirillum-brasiliense-em-diferentes-doses-denitrogenio.pdf>. Acesso em: 27 set. 2015.

BULEGON, L.G.L.; RAMPIM, J.; KLEIN, D.; KESTRING, V.F.; GUIMARÃES, A.G.; BATTISTUS, E.A. INAGAKI, M. Componentes de produção e produtividade da cultura da soja submetida à inoculação de *Bradyrhizobium* e *Azospirillum*. **Terra Latinoamericana**, México, v.34, p.169-176, 2016.

CÂMARA, G. M. S. Fixação biológica de nitrogênio em soja. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, v. 147, p. 1-9, 2014.

CAMPO, R. J.; ARAUJO, R. S.; HUNGRIA, M. Nitrogen fixation with the soybean crop in Brazil: Compatibility between seed treatment with fungicides and bradyrhizobial inoculants. **Symbiosis**, v. 48, p.154-163, 2009.

CAMPO, R. J.; ARAUJO, R. S.; MOSTASSO, F. L.; HUNGRIA, M. Inoculação no sulco de plantio da soja como alternativa para o tratamento de semente com fungicidas e micronutrientes. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 34, n. 4, p. 1103-1112, 2010.

CAMPOS, L. J. M. Coinoculação de soja. **Fronteira Agrícola**, n. 4, p. 1, 2014. Disponível em:

<https://www.embrapa.br/documents/1355321/2028532/4%C2%AA%20edi%C3%A7%C3%A3o+do+Fronteira+Agr%C3%ADcola/f3dab433-482f-40f2-8284-2ca33e1bf3aa>. Acesso em: 27 jun. 2016.

CARDOSO, I. C. M. **Ocorrência e Diversidade de Bactérias Endofíticas do Gênero *Azospirillum* na Cultura do Arroz Irrigado em Santa Catarina**. 2008. 75 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Santa Catarina, Lages, 2008.

CARVALHO, G. G. P.; PIRES, A. J. V. Organização dos tecidos de plantas forrageiras e suas implicações para os ruminantes. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, v. 57R, p. 13-28, 2008.

CARVALHO, I. R.; KORCELSKI, C.; PELISSARI, G.; HANUS, A.; ROSA, G. Demanda hídrica das culturas de interesse agrônomo. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 9, n. 17, p. 969-985, 2013.

CAVALLET, L. E.; PESSOA, A. C. S.; HELMICH, J. J.; HELMICH, P. R.; OST, C. F. Produtividade do milho em resposta à aplicação de nitrogênio e inoculação das sementes com *Azospirillum* spp. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.4, n.1, p.129-132, 2000.

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

COBUCCI, T.; WRUCK, F. J.; KLUTHCOUSKI, J.; MUNIZ, L. C.; MARTHA JUNIOR, G. B.; CARNEVALLI, R. A.; TEIXEIRA, S. R.; MACHADO, A. A.; TEIXEIRA NETO, M. L. Opções de integração lavoura pecuária e alguns de seus aspectos econômicos. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 28, n. 240, p. 64-79, 2007.

CONAB. **Acompanhamento de safra brasileira: grãos, sétimo levantamento - Safra 2015/2016**. 2016. Disponível em: http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_04_07_10_39_11_boletim_graos_abril_2016.pdf. Acesso em: 1 maio 2016.

CONAB. **Companhia Nacional de Abastecimento**. 2018. Perspectivas para a agropecuária. v.6. Brasília: Conab, 2018. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>. Acesso em: 05 ago. 2018.

CORREIA, T. P. S. **Eficiência operacional, econômica e agrônoma da inoculação de soja via sulco de semeadura**. 2015. 106 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Ciências Agrônomicas da UNESP, Botucatu, 2015.

CRUZ, J. C.; ALVARENGA, R. C.; NOVOTRY, E. H.; PEREIRA FILHO, I. A.; SANTANA, D. P.; PEREIRA, F. T. F.; HERNANI, L. C. **Cultivo do milho: sistema plantio direto**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2002. 7 p. (Comunicado Técnico, 51).

CRUZ, J. C.; PEREIRA, F. T. F.; PEREIRA FILHO, I. A.; COELHO, A. M. **Resposta de cultivares de milho à adubação nitrogenada em cobertura**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2005. p. 1-4 (Comunicado Técnico, 116).

DALAZEN CASTAGNARA, D.; BULEGON, L. G.; ZOZ, T.; ROSSOL, C. D.; BERTÉ, L. N.; OLIVEIRA, P. S. R. DE; NERES, M. A. Cultivo consorciado de soja com braquiária. **Bioscience Journal**, v. 30, n. 3, 2 Apr. 2014.

DENARDIN, J. E.; KOCHHANN, R. A.; FLORES, C. A.; FERREIRA, T. N.; CASSOL, E. A. MONDARDO, A.; SCHWARZ, R. A. **Agricultura conservacionista – sistema**

plantio direto. In: Manejo de enxurrada em sistema plantio direto. Porto Alegre: Fórum Estadual de Solo e Água, 2005. p. 19–21.

DENARDIN, J. E.; FAGANELLO, A.; SANTI, A. Falhas na implementação do sistema plantio direto levam a degradação do solo. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, v.18, n.108, p. 33-34, 2008.

DIAS-FILHO, M. B. Produção de bovinos a pasto na fronteira agrícola. In: ZOOTEC 2010. CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 20. **Anais [...]**. Palmas: 2010. p. 131-145.

OLIVEIRA, M. A. C.; SAVIAN, M. (Org.). **Políticas agroambientais e sustentabilidade: desafios, oportunidades e lições aprendidas.** Brasília: Ipea, 2014. p. 149-169.

DIONÍSIO, J. A.; PIMENTEL, I. C.; SIGNOR, D.; PAULA, A. M.; MACEDA, A.; MATTANA, A. L. **Guia prático de biologia do solo.** Curitiba: SBCS/NEPAR, 2016. 152. Disponível em: http://www.dsea.ufpr.br/publicacoes/guia_pratico_biologia_solo.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2016.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006.

EMBRAPA. **Tecnologia de produção de soja** – Região Central do Brasil – 2008. Londrina: Embrapa Soja: Embrapa Cerrados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2008. 280 p.

EMBRAPA. **Tecnologias de produção de soja** - da região central do Brasil 2011. Londrina: Embrapa Soja: Embrapa Cerrados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2010. 255 p. (Embrapa Soja. Sistemas de Produção, 14).

EMBRAPA. **Tecnologias de produção de soja** – Região Central do Brasil 2012 e 2013. Londrina: Embrapa Soja, 2011. 261 p. (Embrapa Soja. Sistemas de produção, n.15).

EMBRAPA. **Tecnologias de produção de soja** – Região Central do Brasil 2014. Londrina: Embrapa Soja, 2013. 265p. (Sistemas de Produção / Embrapa Soja, n.16).

EMBRAPA. **Fixação biológica de nitrogênio.** Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2014a. Disponível em: <https://www.embrapa.br/tema-fixacao-biologica-de-nitrogenio/nota-tecnica>. Acesso em: 19 abr 2018.

EMBRAPA. **Sucessão culturas de verão/forrageiras anuais de inverno.** 2014b. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agropecuaria-oeste/tecnologias/integracao/sucessaoculturas.html>. Acesso em: 08 nov 2015.

FAO. **Coarse grains**. 2014. Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/010/ai466e/ai466e04.htm>. Acesso em: 02 jun. 2016.

FACHINELLI, R. **Influência da inoculação com Bradyrhizobium e Azospirillum na cultura da soja**. 2018. 57f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2018.

FERNANDES, J. R. C.; RODRIGUES, P. Importância da inoculação com bactérias Rhizobium e Bradyrhizobium na produção de leguminosas e o uso do azoto.

Agronegócios. 2014. Disponível em:

<http://www.agronegocios.eu/noticias/importancia-da-inoculacao-com-bacterias-rhizobium-e-bradyrhizobium-na-producao-de-leguminosas-e-o-uso-do-azoto/>. Acesso em: 15 ago. 2016.

FERREIRA, A. C. B.; LAMAS, F. M.; CARVALHO, M. C. S.; SALTON, J. C.; SUASSUNA, N. D. Produção de biomassa por cultivos de cobertura do solo e produtividade do algodoeiro em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 6, p. 546-553, 2010.

FERREIRA, D. F. **SISVAR** - Sistema de análise de variância. Versão 5.3. Lavras: UFLA, 2010.

FILHO, R. L.; FERRO, H. M.; PINHO, R. S. C. Controle biológico mediado por *Bacillus subtilis*. **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 4, n. 2, p. 12, 2010. Disponível em:

http://www.ufpi.br/subsiteFiles/ppga/arquivos/files/dissertacao_ferreira.pdf. Acesso em: 15 abr. 2015.

FLUMIGNAN, D. L.; ALMEIDA, A. C. DOS S.; GARCIA, R. A. **Necessidade de irrigação complementar da soja na região sul de Mato Grosso do Sul**.

Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2015. 8 p. (Circular Técnica, 34).

Disponível em:

<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1024902/1/CT201534.pdf>. Acesso em: 22 fev. 2019.

FRANCHINI, J. C.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; DEBIASI, H.; COSTA, J. M.; SICHIERI, F. R.; TEIXEIRA, L. C. **Soja em solos arenosos: papel do sistema Plantio Direto e da integração lavoura-pecuária**. Londrina: Embrapa Soja, 2016. (Circular Técnica, 116). Disponível em:

<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1046511/1/CT116.pdf>. Acesso em: 22 fev. 2018.

FRANCHINI, J. C.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; DEBIASI, H.; CONTE, O. Soybean performance as affected by desiccation time of *Urochloa ruziziensis* and grazing pressures. **Revista Ciência Agronômica**, v.45, p.999-1005, 2014. DOI: 10.1590/S1806-66902014000500015.

FUSINATO, E.; FORMENTIN, J.; ESPINDOLA, J. G. **Rizóbios na qualidade do solo**. Universidade Estadual de Santa Catarina, 2013. Disponível em: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAgQGgAL/rizobios-na-qualidade-solo#>. Acesso em: 20 ago. 2016.

GARCIA, A. **Doses de Bradyrhizobium japonicum e Azospirillum brasilense no desenvolvimento das plantas, na produção e na qualidade fisiológica de sementes de soja**. 2015. 54 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, São Paulo, 2015.

GILLER, K. E.; WITTER, E.; CORBEELS, M.; TITTONELL, P. Conservation agriculture and smallholder farming in África: The heretics'view. **Field Crops Research**, Africa, v.14, n.1, p.23-24, 2009.

GITTI, D. C. Inoculação e Coinoculação na Cultura da Soja. 2014. **Tecnologia e produção: soja 2014/2015**. Disponível em: http://www.fundacaoms.org.br/base/www/fundacaoms.org.br/media/attachments/186/186/56c302e71a3e62382844703f2d0237089c95649e50143_01-inoculacao-e-coinoculacao-na-cultura-da-soja.pdf. Acesso em: 08 ago. 2016.

GRASSI FILHO, H. Funções do nitrogênio e enxofre nas plantas. In: VALE, D. W.; SOUSA, J. I.; PRADO, R. M. **Manejo da fertilidade do solo e nutrição de plantas**. Jaboticabal: FCAV, 2010. p. 187-197.

GRUBERGER, G. A. C. **Enriquecimento de sementes de soja com cobalto e molibdênio**, 2016, p 75. Dissertação (Mestrado) - Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2016. DOI 10.11606/D.64.2017.tde-19052017-144600

GRUPO MATSUDA. **Copyright © 2019 Matsuda**. Disponível em: <https://sementes.matsuda.com.br/br/produto/brachiaria-marandu/>. Acesso: 20 fev. 2018.

HARTMAN, G. L.; WEST, E.D.; HERMAN, T.K. Crops that feed the World 2. Soybean- worldwide production, use, and constraints caused by pathogens and pests. **Food Security**, v.3, p.5-17, 2011.

HERNANI, L. C.; FEDATTO, E. **Encontro Regional de Plantio Direto no Cerrado**. Sustentabilidade, sim! Embrapa Agropecuária Oeste, 2001. 122p. (Documentos, 31)

HIRAKURI, M. H.; LAZZAROTTO, J. J. **O agronegócio da soja nos contextos mundial e brasileiro**. Londrina: Embrapa Soja, 2014. 70p. (Embrapa Soja. Documentos, 349).

HUNGRIA, M.; FRANCHINI, J. C.; CAMPO, R. J.; CRISPINO, C.C.; MORAES, J. Z.; SIBALDELLI, R. N. R.; MENDES, I. C.; ARIHARA, J. Nitrogen nutrition of soybean in

Brazil: contributions of biological N₂ fixation and N fertilizer to grain yield. **Canadian Journal of Plant Science**, v. 86, p. 927–939, 2006.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; MENDES, I. C. **A importância do processo de fixação biológica do nitrogênio para a cultura da soja**: componente essencial para a competitividade do produto brasileiro. Londrina: Embrapa Soja, 2007. 80p. (Embrapa Soja. Documentos, 283).

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

HUNGRIA, M. **Inoculação com *Azospirillum brasilense***: inovação em rendimento a baixo custo. Londrina: Embrapa Soja, 2011. (Documentos, 325).

HUNGRIA, M.; NOGUEIRA, M. A.; ARAUJO, R. S. Tecnologia de Coinoculação da Soja com *Bradyrhizobium* e *Azospirillum*: incrementos no rendimento com sustentabilidade e baixo custo. In: Reunião de Pesquisa de Soja da Região Central do Brasil, 33., 2013, Londrina. **Anais [...]** Londrina: EMBRAPA, 2013. p. 151-153.

HUNGRIA, M.; MENDES, I. C. 2015. Nitrogen fixation with soybean: The perfect symbiosis? In: F.J. de Bruijn, editor, **Biological nitrogen fixation**. Wiley & Sons, Inc., Hoboken, NJ. p. 1009–1024. doi:10.1002/9781119053095.ch99

HUNGRIA, M.; NOGUEIRA, M. A.; ARAUJO, R. S. Soybean seed co-inoculation with *Bradyrhizobium* spp. and *Azospirillum brasilense*: a new biotechnological tool to improve yield and sustainability. **American Journal of Plant Sciences**, v. 6, p. 811-817, 2015.

HUNGRIA, M.; MERCANTE, F. M. REUNIÃO DA REDE DE LABORATÓRIOS PARA RECOMENDAÇÃO, PADRONIZAÇÃO E DIFUSÃO DE TECNOLOGIA DE INOCULANTES MICROBIANOS DE INTERESSE AGRÍCOLA, 27. **Anais [...]**. Embrapa Soja Londrina, PR. 2016. (Documentos, 369)

JUNIOR, C. P. **Eficiência da adubação nitrogenada no sistema solo-soja em ambiente tropical e subtropical**. 2016. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2016.

KURIHARA, C. H.; STAUT, L.; MAEDA, S.; DOS SANTOS, F. C. **Diagnose do estado nutricional de soja e algodoeiro, pelos métodos das faixas de suficiência e DRIS, em Mato Grosso do Sul e Mato Grosso**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2014. 4 p. (Circular Técnica, 29). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/114002/1/CT201429.pdf>. Acesso em: 15 nov. 2018.

KLUTHCOUSKI, J.; COBUCCI, T.; AIDAR, H.; YOKOYAMA, L. P.; OLIVEIRA, I. P.; COSTA, J. L. S.; SILVA, J. G.; VILELA, L.; BARCELLOS, A. O.; MAGNABOSCO, C.

de U. **Sistema Santa Fé – Tecnologia Embrapa**: integração lavoura-pecuária pelo consórcio de culturas anuais com forrageiras, em áreas de lavoura, nos sistemas direto e convencional. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2000. 28 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Circular Técnica, 38).

KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, H. Uso da integração lavoura-pecuária na recuperação de pastagens degradadas. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L.F.; AIDAR, H. (Ed.). **Integração lavoura-pecuária**. 1. ed. Santo Antonio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p.185-223.

LANDERS, J. N. **Tropical crop-livestock systems in conservation agriculture: the Brazilian experience**. 1. ed. Rome: FAO, 2007.

LEMAIRE, G.; GASTAL, F.; FRANZLUEBBERS, A.; CHABBI, A. Grassland–Cropping rotations: an avenue for agricultural diversification to reconcile high production with environmental quality. **Environmental Management**, 2015.

LEONCIO, M. **Isolamento e caracterização de rizobactérias do alho (*Allium sativum*) e promoção de crescimento do milho (*Zea mays*)**. 2015. 32 p. Monografia (Graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Curitibanos. Curitibanos, SC, 2015.

MACEDO, M. C. M. M. Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, supl. esp., p. 133-146, 2009.

MACHADO, L. A. Z.; ASSIS, P. G. G. Produção de palha e forragem por espécies anuais e perenes em sucessão à soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 4, p. 415-422, 2010. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/864221/1/a10v45n4.pdf>. Acesso em: 15 dez. 2018.

MACHADO, L. A. Z.; CECCON, G.; ADEGAS, F. S. Integração lavoura-pecuária-floresta. 2. **Identificação e implantação de forrageiras na integração lavoura-pecuária**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2011. 57p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Documentos, 111).

MAGALHÃES, J. A.; CARNEIRO, M. S. S.; ANDRADE, A.C.; PEREIRA, E. S.; RODRIGUES, B. H. N.; COSTA, N. L.; FOGAÇA, F. H. S.; CASTRO, K. N. C.; TOWNSEND, C. R. Composição bromatológica do capim-Marandu sob efeito de irrigação e adubação nitrogenada. **Semina: Ciências Agrárias**, v.36, n.2, p. 933-942, 2015. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2015v36n2p933>

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

- MATSUMURA, E. E.; SECCO, V. A.; MOREIRA, R. S.; SANTOS, O. J. P.; HUNGRIA, M.; OLIVEIRA, A. L. M. Composition and activity of endophytic bacterial communities in field-grown maize plants inoculated with *Azospirillum brasilense*. **Annals of Microbiology**, apr. 01, 2015, 1-14. <http://dx.doi.org/10.1007/s13213-015-1059-4>.
- MELGAR, R.; VITTI, G.; BENITES V. M. **Fertilizando para altos rendimentos: soja en latinoamérica**. Buenos Aires: Agroeditorial, 2011. 179 p.
- MERCANTE, F. M.; HUNGRIA, M.; MENDES, I. C.; REIS JÚNIOR, B. **Pulverização de micronutrientes nas folhas da soja aumenta a produtividade**. 2015. Disponível em: <https://www.embrapa.br/web/portal/busca-de-noticias/-/noticia/7077483/pulverizacao-de-micronutrientes-nas-folhas-da-soja-aumenta-a-produtividade>. Acesso em: 10 abr. 2018.
- MOREIRA, F. M. S.; SILVA K.; NÓBREGA R. S. A.; CARVALHO F. **Bactérias diazotróficas associativas: diversidade, ecologia e potencial de aplicações**. 2010. <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/896224/1/Bacteriasdiazotroficasassociativasdiversidadeecologiaepotencialdeaplicacoes.pdf>. Acesso em: 28 abr. 2015.
- MORAES, A.; CARVALHO, P.C. F.; LUSTOSA, S.B.C.; LANG, C.R.; DEISS, L. Research on integrated crop-livestock systems in Brazil. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 45, p. 1024-1031, 2014. DOI: 10.1590/S1806-66902014000500018.
- MUNDIM L. M. F.; ROCHA D. K.; REIS C. F.; CARVALHO E. R. Coinoculação de *Azospirillum Brasilense* e *Bradyrhizobium* Via Sementes de Soja no Cerrado. **Global Science and Technology**, Rio Verde, v.11, n.03, p.10-19, set/dez. 2018.
- OBALUM, S. E.; OBI, M. E. Physical properties of a sandy loam Ultisol as affected by tillage-mulch management practices and cropping systems. **Soil and Tillage Research**, v. 108, n. 1, p. 30-36. 2010. Crossref
- ORF, J. H. **Selecting soybean varieties for composition**. 2016. Disponível em: http://agronomy.cfans.umn.edu/prod/groups/cfans/@pub/@cfans/@agronomy/documents/asset/cfans_asset_289583.pdf. Acesso em: 28 abr. 2016.
- PACHECO, L. P.; LEANDRO, W. M.; MACHADO, P. L. O. A.; ASSIS, R. L.; 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**, v. 46, p. 17-25, 2011. DOI: 10.1590/S0100-204X2011000100003.
- PASTORE, A. **Manejo de inoculação com bradyrhizobium em soja associado ao tratamento fitossanitário das sementes**. 2016. 42 f. Dissertação (Mestre em Tecnologias de Bioprodutos Agroindustriais) - Universidade Federal do Paraná, 2016.

PATTERSON, T.; KLOPFENSTEIN, T. J.; MILTON, T.; BRINK, D. R. Evaluation of the 1996 beef cattle NRC model predictions of intake and gain for calves fed low or medium energy density diets. **Nebraska Beef Report**, Nebraska, p. 26-29, 2000. MP 73-A.

PANIAGUA, B. A.; MAZZETTO, E.; ALVAREZ, J. W. R.; FIGUEREDO, J. C. K. Doses e forma de aplicação de inoculante e seu efeito na cultura da soja. **Revista Varia Scientia Agrárias** v. 05, n. 02, p. 19-31, 2017.

PERES, A. R. **Co-inoculação de *Rhizobium tropici* e *Azospirillum brasilense* em feijoeiro cultivado sob duas lâminas de irrigação: produção e qualidade fisiológica de sementes**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, UNESP, Ilha Solteira, 2014.

PERIN, A.; SANTOS, R. H. S.; URQUIAGA, S.; GUERRA, J. G. M.; CECON, P. R. Produção de fitomassa, acúmulo de nutrientes e fixação biológica de nitrogênio por adubos verdes em cultivo isolado e consorciado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, p. 35-40, 2004.

PERIN, P.; BERNARDO, J. T.; SANTOS, R. H. S.; FREITAS, G. B. Desempenho agrônomo de milho consorciado com feijão-de-porco em duas épocas de cultivo no sistema orgânico de produção. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 3, p. 903-908, 2007.

POVH, F. P. **Gestão da adubação nitrogenada em milho utilizando sensoriamento remoto**. 2011. 107 f. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba 2011.

PETKOWICZ, L. A.; DAL PRÁ, F. S.; CARLESO, Â.; BAHRY, C. A.; PERBONI, A. T. Efeito da inoculação de sementes com *Azospirillum brasilense* nos componentes de rendimento da soja em condição de déficit hídrico. In: CONGRESSO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA UTFPR, 2017, Dois Vizinhos. **Anais** [...]. Dois Vizinhos: UTFPR, 2017. p. 157-159. Disponível em: http://revistas.utfpr.edu.br/dv/index.php/CCT_DV/article/view/1946. Acesso em: 8 jan. 2018.

QUEIROZ, B. P. V. **Isolamento e seleção de rizobactérias para promoção de crescimento e controle de *Phytophthora parasitica* em citros**. 2003. 120 f. Tese (Doutorado) - Rio Claro, 2003. Disponível em: <http://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/126267/000198515.pdf?sequence=1>. Acesso em: 25 jun. 2016.

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

REPKE, R. A.; CRUZ, S. J. S.; SILVA, C. J.; FIGUEIREDO, P. G.; BICUDO, S. J. **Eficiência da *Azospirillum brasilense* combinada com doses de nitrogênio no**

desenvolvimento de plantas de milho. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, Sete Lagoas, v.12, n.3, p. 214-226, 2013.

REIS JUNIOR, F. B.; MACHADO, T. T.; MACHADO, A. T.; SODEK, J. Inoculação de *Azospirillum amazonense* em dois genótipos de milho sob diferentes regimes de nitrogênio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, n.3, p.1139-1146, 2008.

RUFINO, C. Coinoculação combina alto rendimento com sustentabilidade na produção de soja e de feijoeiro. **Notícias Embrapa Soja**, 2014. Disponível em: http://cnpso.embrapa.br/noticia/ver_noticia.php?cod_noticia=914. Acessado em: 10 abr. 2017.

SÁ, J. C. M.; LAL, R.; CERRI, C. C.; LORENZ, K.; HUNGRIA, M., CARVALHO, P. C. C. Low-carbon agriculture in South America to mitigate global climate change and advance food security. **Environment International**, v.98, p.102–112, 2017. doi:10.1016/j.envint.2016.10.020

SALVADOR, J. T.; CARVALHO, T. C.; LUCCHESI, L. A. C. Relações cálcio e magnésio presentes no solo e teores foliares de macronutrientes. **Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais**, Curitiba, v. 9, n. 1, p. 27-32, jan./mar. 2011

SCHERER, E. E. Níveis críticos de potássio para a soja em latossolo húmico de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 22, p. 57-62, 1998. Disponível em: <https://periodicos.pucpr.br/index.php/cienciaanimal/article/view/11060/10445>. Acesso em: 10 out. 2018.

SILVA, M. A. A. **Desenvolvimento radicular das culturas de feijão, soja e milho, sob diferentes manejos de solo, irrigadas por pivô central.** 2007. 140 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2007.

SILVA, M. F. **Uso de inoculante polimérico contendo bactérias diazotróficas na cultura de cana-de-açúcar.** 2009. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

SILVA, A. F.; M. CARVALHO, A. C.; SCHONINGE, E. L.; MONTEIRO, S.; CAIONE, G.; SANTOS, P. A. Doses de inoculante e nitrogênio na semeadura da soja em área de primeiro cultivo. **Journal of Biosciences**, v.27, p. 404-412, 2011.

SILVA, J. C.; ASSIS, R. T.; FRAVET, P. R. F. **Agronegócio sustentável.** Uberlândia: Composer, 2015. 176 p. Disponível em: <http://site.uniaraxa.edu.br/wp-content/uploads/2015/12/agronegocioSustentavel.pdf>. Acesso em: 27 ago. 2016.

SILVA, I. W. **Avaliação de microrganismos promotores de crescimento no tratamento de sementes de soja.** Universidade Regional do Noroeste do Estado do

Rio Grande do Sul RS. 2016. Disponível em:

<http://bibliodigital.unijui.edu.br:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/4184/Isledi%20William%20da%20Silva.pdf?sequence=1>. Acesso em: 27 jun. 2019.

SILVEIRA, E. R.; PELISSARI, A.; MORAES, A.; JAMHOUR, J. Diversidade e papel funcional da macrofauna do solo na integração lavoura-pecuária. **Revista Técnico-Científica do CREA-PR**, 4 ed., p. 14-6, fev. 2016. Disponível em:

file:///C:/Users/Patricia/Downloads/116-533-1-PB.pdf. Acesso em: 27 mai. 2016.

SCHROTH, M. N.; BECKER, J. O. Concepts of Ecological and Physiological Activities of Rhizobacteria Related to Biological Control and Plant Growth Promotion. In: HORNBY, D. **Biological Control of Soil-Borne Plant Pathogens**, p. 389-414, 1990.

SOUZA, C. A; GAVA, F; CASA, R. T; BOLZAN, J. M; KUHNEM JUNIOR, P. R. Relação entre densidade de plantas e genótipos de soja Roundup Ready™. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 28, n. 4, p. 887-896, 2010.

SOUZA, C. M., PIRES, F. R., PARTELLI, F. L., ASSIS, R. L. **Adubação verde e rotação de culturas**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2012. 108p.

SOUSA, T. C. R. Relatório de Avaliação dos Impactos das Tecnologias Geradas pela Embrapa. **Fixação Biológica do Nitrogênio na Cultura de Soja do Cerrado**. Planaltina - DF. 2015. Disponível em:

http://bs.sede.embrapa.br/2014/relatorios/cerrados_2014_fixacao-nitrogenio.pdf. Acesso em: 18 ago. 2016.

SOUZA, G. B.; NOGUEIRA, A. R. A.; SUMI, L. M.; BATISTA, L. A. R. **Método alternativo para a determinação de fibra em detergente neutro e detergente ácido**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 1999. 21 p. (Embrapa Pecuária Sudeste. Boletim de Pesquisa, 4). Disponível em:

<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/46109>. Acesso em: 02 set. 2017.

SUBBARAO, G. V.; NAKAHARA, K.; ISHIKAWA, T.; ONO, H.; YOSHIDA, M.; YOSHIHASHI, T.; ZHU, Y.; ZAKIR, H. A. K. M.; DESHPANDE, S. P.; HASH, C. T.; SAHRAWAT, K. L. Biological nitrification inhibition (BNI) activity in sorghum and its characterization. **Plant and Soil**, v.366, p.243-259, 2013.

TAIZ, L.; E. ZIEGER. **Fisiologia vegetal**. Sunderland: Sinauer Associates, 2013.

TIRITAN, C. S.; SANTOS, D. H.; MINUTTI, C. R.; FOLONI, J. S. S.; CALONEGO, J. C. Bromatological composition of sorghum, millet plant and midgetguandu at different cut times in intercropping and monoculture. **Acta Scientiarum, Agronomy**, Maringá, v. 35, n. 2, p. 183-190, 2013.

TRECENTI, R.; OLIVEIRA, M. C.; HASS, G. **Integração lavoura-pecuária-silvicultura**. Brasília: MAPA/SDC, 2008. (Boletim técnico).

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2. ed. Corvalis: O e B Books, Cornell University, 1994. 476p.

VESSEY, J. K. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. **Plant and Soil**, v. 255, p. 571- 586, 2003.

VOGEL, G. F.; MARTINKOSKI, L.; MARTINS, P. J.; BICHEL, A. Desempenho agrônômico de azospirillum brasilense na cultura do arroz: uma revisão. **Revista em Agronegócios e Meio Ambiente**, v.6, n.3, p. 567-578, 2013.

VOGEL, G. F.; MARTINKOSKI L.; RUZICKI M. Efeitos da utilização de Azospirillum brasilense em poáceas forrageiras: Importâncias e resultados. **ACSA – Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v. 10, n. 1, p. 01-06, jan - mar, 2014.

ZILLI, J. E.; RIBEIRO, K. G.; CAMPO, R. J.; HUNGRIA, M. Influence of fungicide seed **treatment on soybean nodulation and grain yield**. Revista Brasileira de Ciência de Solo, v.33, p.917-923, 2009.

ZILLI, J. E.; CAMPO, R. J.; HUNGRIA, M. Eficácia da inoculação de Bradyrhizobium em pré-semeadura da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, n.3, p. 335-338, 2010.

ZUFFO, A. M. **Aplicações de Azospirillum brasilense na cultura da soja**. 2016. 101 p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2016.