

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA

CARLOS SILVA NETO

INOCULAÇÃO DE *Bradyrhizobium japonicum* E COINOCULAÇÃO COM
Azospirillum brasiliense VIA FERTILIZANTE ORGANOMINERAL NA
CULTURA DA SOJA

Uberlândia - MG

Julho - 2019

CARLOS SILVA NETO

INOCULAÇÃO DE *Bradyrhizobium japonicum* E COINOCULAÇÃO COM
Azospirillum brasiliense VIA FERTILIZANTE ORGANOMINERAL NA
CULTURA DA SOJA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Agronomia da Universidade Federal de
Uberlândia, para obtenção do grau de Engenheiro
Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Reginaldo de Camargo

Uberlândia - MG

Julho – 2019

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	5
2	OBJETIVOS	6
2.1	Objetivo Geral	6
2.2	Objetivos Específicos	6
3	REFERENCIAL TEÓRICO	6
3.1	Exportação de Nutrientes na Cultura da soja	6
3.2	Inoculação	7
3.3	Coinoculação	8
3.4	Fertilizante Organomineral	9
3.5	Biossólido	10
4	MATERIAL E MÉTODOS	11
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	13
6	CONCLUSÕES	17
7	REFERÊNCIAS	17

RESUMO

A inoculação da soja, usualmente realizada com a utilização da bactéria do gênero *Bradyrhizobium japonicum*, trata-se de uma prática economicamente essencial para viabilização do cultivo desta cultura, pois gera a fixação biológica de nitrogênio. O nitrogênio é o segundo macronutriente mais absorvido e a fixação biológica de nitrogênio pode até mesmo substituir a adubação nitrogenada em áreas de cultivo prévio. Esta prática também pode ser realizada com outras bactérias, ou até mesmo através da combinação de microrganismos, método esse denominado coinoculação e que pode maximizar a fixação biológica de nitrogênio. O objetivo desse trabalho foi propor e avaliar a eficiência e viabilidade da técnica de inoculação de *Bradyrhizobium japonicum* e coinoculação com *Azospirillum brasilense* via fertilizante organomineral peletizado na cultura da soja. Para isto foi utilizado o adubo organomineral a base de biossólido (lodo de esgoto) e fração mineral na formulação 3-17-10. O delineamento experimental foi de blocos casualizados, em esquema fatorial $4 \times 2 + 1$, com cinco blocos. Os tratamentos consistiram em quatro doses de *Azospirillum brasilense* (0, 100, 200 e 300 mL ha⁻¹), com a ausência ou presença de *Bradyrhizobium japonicum*, além da testemunha com a ausência de inoculação e do fertilizante organomineral. O trabalho foi realizado em casa de vegetação, sendo cada parcela constituída de 6 sacos de mudas de aproximadamente 8 litros com 2 plantas de soja por saco. Foram avaliados massa seca de parte aérea, massa de sementes, número de grãos por planta e teores de clorofila A e B. Todos os tratamentos foram superiores a testemunha para as características analisadas, pelo teste de Dunnett a 5%, porém não apresentaram diferenças pelo teste de Tukey a 5%.

PALAVRAS-CHAVE: Fertilização; Bactérias; Fixação Biológica; Lodo de Esgoto.

1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max*) trata-se de uma cultura originalmente chinesa, mais precisamente da região do rio Yangtzé, entretanto a cultura hoje disseminada e cultivada não se assemelha muito ao seu ancestral comum que apresenta crescimento rasteiro, segundo Nunes (2016). A cultura foi introduzida no Brasil pelo estado da Bahia por Gustavo Dutra, em 1882, porém o crescimento e boa adaptação ocorreram na Região Sul do país, se expandindo posteriormente para o cerrado brasileiro. Dentre os diversos usos do grão da soja pode ser citada a alimentação na forma de óleos e massas, a produção de lecitina, o uso do farelo na ração animal por seu alto valor proteico e na produção de biodiesel, sendo a principal matéria-prima para este produto e representando até 80% da demanda total de fabricação do biodiesel no Brasil, segundo Dall'agnol (2007).

A soja representa a cultura agrícola brasileira que mais se desenvolveu nos últimos trinta anos e o aumento da produtividade está ligado aos avanços tecnológicos, ao manejo e à eficiência dos produtores. Cultivada, especialmente, nas regiões Centro-Oeste e Sul do país, a soja se firmou como um dos produtos mais destacados na agricultura nacional e na balança comercial.

O segundo maior produtor mundial de soja é o Brasil, sendo que o Mato Grosso, Rio Grande do Sul e Paraná são os três maiores estados produtores, em ordem decrescente, sendo responsável na safra 2018/2019 pela produção de 114,8 milhões de toneladas, em 35,8 milhões de hectares, de acordo com dados levantados pela Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2019).

A prática de inoculação de sementes de soja é realizada como uma alternativa para a adubação nitrogenada, já que essa representaria grande parte do custo de produção. O método é feito através de bactérias que realizam uma interação simbiótica com a planta, se estabelecendo em suas raízes e realizando a fixação biológica de nitrogênio.

As bactérias mais utilizadas para realização da inoculação são as da espécie *Bradyrhizobium japonicum*, com o seu uso a adubação nitrogenada na soja torna-se praticamente desnecessária. Outro microrganismo que merece destaque é o *Azospirillum brasiliense*, sendo este mais utilizado para inoculação em gramíneas, como o milho, porém com grande potencial para uso na soja. Sua contribuição para a planta se dá principalmente pela produção de fitormônios, proporcionando maior crescimento radicular, sendo essa uma ação distinta do *B. japonicum*.

Diante do exposto este trabalho foi realizado para avaliar a eficiência do fertilizante organomineral para o fornecimento de *A. brasiliense* e a influência da associação entre *B. japonicum* e *A. brasiliense* no desenvolvimento da cultura da soja.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Propor e avaliar a eficiência e viabilidade da técnica de inoculação de *Bradyrhizobium japonicum* e coinoculação com *Azospirillum brasiliense* via fertilizante organomineral peletizado na cultura da soja.

2.2 Objetivos Específicos

- Observar o processo de coinoculação do *Azospirillum brasiliense* no desenvolvimento da soja.
- Avaliar o desenvolvimento das plantas pela quantificação de massa seca de parte aérea, massa de sementes, número de grãos por planta e teores de clorofila A e B em função da inoculação com *Bradyrhizobium japonicum* e coinoculação com *Azospirillum brasiliense* via fertilizante organomineral.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Exportação de Nutrientes na Cultura da soja

Em relação a extração de nitrogênio a soja é uma das plantas cultivadas que mais exige este nutriente, exportando quatro vezes mais para o grão do que o milho e o trigo, sendo que a preocupação em suprir este nutriente é menor devido a possibilidade de realização da inoculação na cultura (GASSEN, 2002).

Em trabalho realizado pela Embrapa Soja (2013), a absorção e exportação dos nutrientes pela cultura da soja foi bem detalhada. Para o nitrogênio, a absorção total obtida foi de 83 quilos por tonelada de grãos produzidos, sendo que aproximadamente 61% desta quantidade é exportada, e que 32 quilos de nitrogênio foram constatados nos restos culturais. Levando em consideração estes dados de absorção e com uma produtividade brasileira média, de acordo com dados levantados pela CONAB, de 3,364 kg ha⁻¹, é necessária a aplicação de pelo menos 279,2 kg ha⁻¹ de nitrogênio para teoricamente se alcançar este valor.

3.2 Inoculação

Realiza-se a prática de inoculação como forma de diminuir gastos com fertilizantes nitrogenados para a produção da soja através de bactérias que realizam a fixação simbiótica do nitrogênio, o processo de simbiose é estabelecido no sistema radicular da planta, captando o nutriente do ar e fixando o mesmo no solo, sendo essa a maior fonte do nutriente para a cultura. O gênero mais utilizado para esta fixação é o *Bradyrhizobium* (TOLEDO, 2016).

A utilização do *Azospirillum brasiliense* para inoculação tem como objetivo a produção de fitormônios que auxiliam num melhor enraizamento, facilitando o aproveitamento dos recursos hídricos e de nutrientes pelas plantas. Com essa melhora no enraizamento tem-se maior nodulação por meio do *Bradyrhizobium japonicum*, e por consequência uma maior fixação biológica de nitrogênio. Nas gramíneas o *A. brasiliense* apresenta crescimento endofítico, no interior dos tecidos das plantas e associativo em leguminosas, já o crescimento do *B. japonicum* é endofítico na cultura da soja (HUNGRIA, 2011 e 2014).

A concentração mínima prescrita para inoculantes na legislação brasileira, de acordo com a Instrução Normativa SDA N° 13, de 24 de março de 2011, exige uma concentração mínima de 1×10^9 de células viáveis por grama ou mL do produto e fornecer 1,2 milhões de células viáveis por semente. Esses inoculantes podem ser turfosos, líquidos ou apresentar outras formulações, sendo aplicados em sulco de plantio ou sobre as sementes. O volume mínimo a ser aplicado de inoculante líquido é de 100 mL para cada 50 quilos de sementes.

Para áreas em que se realiza a inoculação não é recomendada a adubação nitrogenada, pois pode trazer prejuízos para a eficiência da nodulação das raízes, constatado por Vieira Neto et al. (2008). Entretanto, em áreas recém-abertas cultivadas com soja a adubação nitrogenada suplementar pode não significar prejuízo (SANTOS, 2014).

Deve-se realizar a prática de inoculação preferencialmente na parte da manhã e com sombreamento, evitando com que as sementes entrem em contato com o calor excessivo, o que poderia prejudicar as bactérias inoculadoras, fato constatado por Hungria et al (2007). Este processo pode ser realizado tanto em tambores rotatórios e betoneiras, como em máquinas para tratamento de sementes e aplicação por aspersão sobre as sementes em sulco de semeadura. Segundo a Embrapa Soja (2014) para se obter uma melhor aderência dos inoculantes turfosos recomenda-se umedecer as sementes com uma solução de água açucarada a 10%, na quantidade de 300 mL para 50 quilos de semente.

Geralmente a calda total recomendada para inoculação de sementes é de no máximo 300 mL por quilo, podendo conter fungicidas, micronutrientes e aditivos além do inoculante. Entretanto, em trabalho realizado por Krzyzanowski et al (2015), volumes de calda até de 660 mL para cada 50 quilos de semente não afetaram o percentual de emergência no campo.

A realização do tratamento de sementes com fungicidas e aplicação de micronutrientes é recomendada antes da inoculação para que prejudiquem menos a nodulação e a fixação biológica de nitrogênio, como recomendado por Campo e Hungria (2001). A Embrapa Soja (2014) não recomenda o uso de sementes pré-inoculadas, pois constatou por meio de pesquisas que o número de células viáveis de *Bradyrhizobium japonicum* nas sementes apresenta quedas drásticas após 24 horas de inoculação.

3.3 Coinoculação

A técnica de coinoculação consiste na utilização de combinações com diferentes microrganismos que proporcionam um efeito sinérgico, ou seja, que superam os resultados produtivos obtidos com a utilização de apenas um dos inoculantes de forma isolada (FELINI 2006; BÁRBARO et al, 2008). A coinoculação de *Bradyrhizobium japonicum* com *Azospirillum brasilense* tem como objetivo aproveitar ao máximo as características de ambos os microrganismos.

Os fitormônios produzidos pelo *A. brasilense* proporcionam um melhor desenvolvimento radicular, conseqüentemente resulta em maior nodulação por meio do *B. japonicum*, isso vai acarretar um considerável aumento na fixação biológica de nitrogênio. Além de um sistema radicular mais desenvolvido promover um melhor aproveitamento dos nutrientes e maior absorção da água disponível no solo, gera uma menor susceptibilidade à estresses hídricos (HUNGRIA, 2014).

Em trabalho realizado por Bárbaro et al. (2009) na cultura da soja, os resultados mais satisfatórios foram provenientes de tratamento com a coinoculação de *Bradyrhizobium japonicum* e *Azospirillum brasilense* turfoso, com produtividade de grãos de 2986,87 kg ha⁻¹. No entanto, alguns resultados obtidos por pesquisadores a partir de combinações de microrganismos inoculantes em plantas leguminosas se mostram contraditórios, podendo tanto estimular quanto inibir a formação de nódulos e crescimento de raízes, variando em função do nível de concentração do inóculo e forma de inoculação (BÁRBARO et al., 2008).

3.4 Fertilizante Organomineral

A definição de fertilizante organomineral se dá como o produto resultante da mistura física ou combinação de fertilizantes minerais e orgânicos. Segundo a Instrução Normativa (IN) nº 25, de 23 de julho de 2009, os fertilizantes organominerais sólidos devem apresentar, no mínimo: 8% de carbono orgânico; CTC mínima de 80 mmolc kg⁻¹; macronutrientes primários isolados (N, P, K) ou em misturas (NP, NK, PK ou NPK) em 10%; macronutrientes secundários em 5% e 30% de umidade máxima.

A adubação orgânica apresenta baixas concentrações de N, P e K que pode ser complementada através da adubação mineral, fazendo com que as plantas possam aproveitar da melhor maneira possível os nutrientes através do sincronismo de liberação ao longo do crescimento das plantas (CQFS-RS/SC, 2004). Através dos resíduos orgânicos é promovido o incremento do pH mantendo teores adequados de P e K no solo, diminuindo a perda de nitrogênio por lixiviação por apresentar uma solubilidade mais lenta. Quando estes estão ligados aos fertilizantes químicos que contém na sua composição fósforo e potássio, ocorre incremento nos teores destes elementos no solo (Ruppenthal; Conte, 2005).

Contudo, os nutrientes dos resíduos orgânicos precisam ser mineralizados para posteriormente serem liberados para as plantas, processo esse dependente do clima, das características do solo e da composição química do material orgânico. Interligado a essa questão e diante da aplicação de altas quantidades de resíduos orgânicos para que se possa atender as exigências nutricionais das plantas, a utilização de fertilizantes organominerais torna-se capaz de fornecer os nutrientes em sincronismo com a época de maior demanda das culturas, entretanto, essa prática resulta em elevados custos econômicos, (Teixeira, 2013).

Uma grande vantagem para se priorizar o uso dos fertilizantes organominerais sobre os fertilizantes minerais é o fato de utilizarem matéria-prima proveniente de outros sistemas de produção, realizando o reaproveitamento e a agregação de valor a estes resíduos. Comparando-se os fertilizantes organominerais em relação à aplicação superficial dos resíduos in natura se tem uma grande diminuição nas perdas de nitrogênio por meio de processos como a volatilização, pois os fertilizantes organominerais são geralmente aplicados em sulco de plantio, também contribuindo para a redução de emissões de gases de efeito estufa (BENITES, 2010).

A utilização desse material na forma sólida, por meio de pellets, auxilia na uniformidade de distribuição dos nutrientes, pois já que estão retidos nestes, evitam a ocorrência de segregação dos nutrientes, o que pode ocorrer em fertilizantes minerais (AGUILAR, 2016).

Sediyama et al. (2009), em trabalho com pimentão e adubação orgânica associada à adubação mineral, verificaram que a adubação orgânica teve eficiência comprovada quanto a nutrição das plantas com aumento na produtividade do pimentão. A adubação mineral proporcionou um incremento na produção de frutos. Contudo, a produtividade máxima comercial atingiu o seu ápice quando se associou o composto orgânico com a maior dose de fertilizante mineral. Em trabalho realizado por Branco (2001), a fertilização organo-fosfatada gerou resultados iguais ou superiores, em relação à produtividade se comparado aos adubos químicos convencionais, o que levou a teores de proteínas superiores a 19,75% na cultura da *Brachiaria brizantha*, com um custo em geral de 34 a 40% menor.

A utilização de fertilizantes organominerais associado a bioestimulantes acarretou ganhos significativos na cultura da cana-de-açúcar, sobretudo em relação a produtividade, aproveitando os nutrientes essenciais de resíduos que eram descartados, diminuindo assim a poluição dos rios, lagos e lençóis freáticos e a redução de gases de efeito estufa (MORAES, 2018).

3.5 Biossólido

O crescimento populacional tem gerado um aumento da quantidade de lodo de esgoto produzida e conseqüentemente, uma elevação dos serviços de coleta e tratamento de esgoto. Em 2010, estudos mostravam uma produção nacional de 150 a 220 mil toneladas de matéria seca por ano, considerando que apenas 30% do esgoto da população urbana seria tratada (PEDROZA et al., 2010).

O lodo de esgoto é um material rico em diversos nutrientes e matéria orgânica, entretanto, o lodo contém em sua composição microrganismos patogênicos, metais pesados e outros compostos tóxicos, sendo que suas quantidades variam pela intensidade e tipo de tratamento (OLIVEIRA et al., 2017).

Os esgotos sanitários acarretam sérios problemas ambientais, sendo que, do seu tratamento é gerado um subproduto (podendo ser originado do tratamento de esgotos domésticos e industriais) denominado lodo de esgoto ou biossólido (quando tratado e processado). Para Bettiol e Camargo (2006), a melhor forma de disposição final deste resíduo é a utilização agrícola do lodo de esgoto, sendo que através desse método é permitido o fechamento do ciclo dos nutrientes minerais.

O lodo de esgoto se destaca no uso agrícola alterando as propriedades físicas do solo, melhorando sua densidade, porosidade e sua capacidade de retenção de água; diminui o teor de alumínio trocável, aumentando a capacidade de troca de cátions (CTC); eleva o ph do solo

e a capacidade de fornecer nutrientes para as plantas; promove o aumento dos microrganismos do solo por sua riqueza em matéria orgânica, os quais são importantes para a ciclagem de nutrientes e contém todos os nutrientes necessários para o desenvolvimento e produção das plantas, sendo em grande parte na forma orgânica, gerando uma liberação gradativa ao solo, aumentando sua possibilidade de absorção pelas plantas (MALTA, 2001).

No entanto, para que seja realizada a utilização do lodo de esgoto na agricultura é exigido que as suas características químicas e biológicas garantam a segurança ambiental e sanitária da população. Por essa razão, os critérios determinados pelo Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) na Resolução CONAMA nº 375 de 29 de agosto de 2006 devem ser seguidos a fim de atender os critérios e procedimentos para uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário (BRASIL, 2006).

4 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na casa de vegetação do campus Glória, da Universidade Federal de Uberlândia, que fica localizada na rodovia BR 050, Km 78, entre as coordenadas 18°57'30"S e 48°12'0"W. O solo utilizado proveniente de uma área de pousio foi coletado no campus Glória e classificado como Latossolo Vermelho Ácrico de acordo com Santos et al. (2018).

A cultura utilizada foi a soja, cultivar AS 3680 IPRO, ideal para abertura de plantio. Trata-se de um genótipo precoce, de alta sanidade e potencial produtivo, possui bom engalhamento. Recomendada para a região do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, além do sudoeste de Goiás e norte do Mato Grosso do Sul.

Foi utilizado o delineamento de blocos casualizados, com cinco repetições, em esquema fatorial 4×2 +1, correspondentes a quatro doses de *A. brasilense* (0, 100, 200 e 300 mL 50 kg⁻¹ de sementes de soja) do produto Masterfix Gramíneas® L, cepas – AbV5 e AbV6 (2x10⁸ células viáveis mL⁻¹), com e sem inoculação de *B. japonicum* na dose de 100 mL ha⁻¹ do produto Masterfix Soja® L, cepas - SEMIA 5019 e SEMIA 5079 (5x10⁹ de células viáveis mL⁻¹) e um tratamento adicional correspondente à testemunha (sem inoculantes e sem fertilizante), totalizando nove tratamentos (Tabela 1) e 5 repetições, totalizando 45 parcelas. A dose utilizada de *Azospirillum brasiliense* foi calculada utilizando a quantidade de sementes, porém aplicada no fertilizante.

A semeadura foi realizada no dia 08 de dezembro de 2017, na profundidade de três centímetros, em sacos para mudas com aproximadamente 8 litros, sendo colocadas oito sementes por saco e, após 14 dias, foram realizados os desbastes visando deixar duas plantas por saco ao acaso, sendo que cada parcela do tratamento corresponde a seis sacos.

TABELA 1. Descrição dos tratamentos utilizados no experimento. UFU. Uberlândia, 2019.

Dose de <i>A. brasilense</i>	<i>B. Japonicum</i>
0	Sim
0	Não
100 mL 50 kg ⁻¹ sementes	Sim
100 mL 50 kg ⁻¹ sementes	Não
200 mL 50 kg ⁻¹ sementes	Sim
200 mL 50 kg ⁻¹ sementes	Não
300 mL 50 kg ⁻¹ sementes	Sim
300 mL 50 kg ⁻¹ sementes	Não
Testemunha – sem inoculantes e sem fertilizante	

Para esse experimento, o bio sólido utilizado como parte orgânica do fertilizante foi proveniente do lodo de esgoto da estação de tratamento do Departamento Municipal de Água e Esgoto de Uberlândia (DMAE) localizada no município de Uberlândia, MG. O lodo de esgoto foi compostado visando à eliminação dos patógenos e a redução da umidade e inserida como parte orgânica do adubo pela empresa Geociclo na formulação 3-17-10.

O fertilizante passou pelo processo de inoculação do *A. brasilense*, realizado a semelhança de um tratamento de sementes: fertilizante colocado em sacos plásticos contendo as doses de inoculante, adicionado 0,5 mL de água para facilitar a distribuição do inoculante e agitados para homogeneização, para posterior aplicação no solo. Já a inoculação de *B. japonicum* foi realizada de forma usual sobre a semente.

Foram avaliados: a)- massa seca de parte aérea, feita por meio de secagem em estufa a 60°C por 72 horas e posterior avaliação de massa, b)- massa de sementes da planta, obtido com o auxílio da balança digital, c)- número de grãos por planta, obtida por meio de contagem dos grãos produzidos, d)- teores de clorofila A e B na floração da soja, realizada com a utilização do medidor portátil de clorofila, clorofiLOG, que mede a absorção de luz pela folha em comprimentos de onda específicos. Através das relações de absorção nas diferentes frequências, é determinado o Índice de Clorofila Falker (ICF).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2, sobre os dados médios de massa seca de parte aérea pode-se observar que as doses de *Azospirillum brasilense* e a presença ou ausência de *Bradyrhizobium japonicum* não diferem entre si, mas se diferem da testemunha.

Tabela 2: Resultados médios para a massa seca de parte aérea (g) para a cultura da soja.

Doses de <i>Azospirillum</i> (mL ha⁻¹)					
Brad.	0	100	200	300	Média
Com	2,8900*	3,0260*	3,3500*	3,0780*	3,0860 a
Sem	3,0900*	3,0960*	2,9820*	2,8700*	3,0095 a
Média	2,9900 A	3,0610 A	3,1660 A	2,9740 A	
T			1,1060		
DMS	Dunnet	Doses <i>A. brasiliense</i>		Presença/Ausência de <i>B. Japonicum</i>	
	0,6630	0,4813		0,6391	
CV%: 13.18					

Médias seguidas por letras iguais maiúsculas na linha e minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância; * Média difere-se da testemunha pelo teste de Dunnet a 0,05 de significância.

Pelo fato de que os tratamentos com a presença ou ausência de *B. japonicum* e com diferentes doses de *A. brasilense* não se diferiram estatisticamente, pode se inferir que o solo utilizado já possa ter a presença destes microrganismos, por meio de contaminação por partículas de solo proveniente de áreas com cultivo de soja.

Bárbaro et al. (2009), em trabalho realizado de maneira semelhante, não observou diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos sem e com a inoculação de *Bradyrhizobium* para os parâmetros de massa de nódulos, massa foliar e massa da raiz, para a cultivar MG BR 46, Conquista. Demonstrando que a inoculação de sementes não apresenta grandes respostas em solos anteriormente cultivados com a soja, pois a população de *Bradyrhizobium* existente na área já é alta.

Na Tabela 3 pode-se observar que todos os tratamentos geraram resultados superiores para a massa de sementes, se comparado aos resultados demonstrados pela testemunha.

Tabela 3: Resultados médios para o massa seca de sementes (g) para a cultura da soja em função da ausência ou presença de *B. japonicum* e diferentes doses de *A. brasilense*.

Doses de <i>Azospirillum</i> (mL ha⁻¹)					
Brad.	0	100	200	300	Média
Com	7,0880*	7,5540*	8,4820*	7,5640*	7,6720 a
Sem	7,5760*	7,6040*	7,6080*	7,4700*	7,5645 a
Média	7,3320 A	7,5790 A	8,0450 A	7,5170 A	
T	3,7620				
DMS	Dunnet	Doses <i>A. brasilense</i>		Presença/Ausência de <i>B. Japonicum</i>	
	1,3136	0,9537		1,2663	
CV%: 10.29					

Médias seguidas por letras iguais maiúsculas na linha e minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância; * Média difere-se da testemunha pelo teste de Dunnet a 0,05 de significância.

Gitti et al. (2012), ao avaliarem o efeito da inoculação de sementes com *Azospirillum brasilense* em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.), outra família de plantas *Fabaceae* (também denominada *Leguminosae*), concluíram que o *Azospirillum brasilense* não afeta significativamente o desenvolvimento de plantas de feijoeiro, corroborando os dados obtidos neste estudo.

Na Tabela 4 também se observa que todos os tratamentos geraram resultados superiores para número de grãos por planta, se comparado aos resultados demonstrados pela testemunha. Entretanto, assim como em todos os outros parâmetros avaliados, não se obteve diferença na interação entre presença ou ausência de *B. japonicum* e doses de *A. brasilense*.

Tabela 4: Resultados médios para número de grãos por planta em cada tratamento para a cultura da soja.

Doses de <i>Azospirillum</i> (mL ha⁻¹)					
Brad.	0	100	200	300	Média
Com	61,3720*	57,4660*	68,3040*	58,8180*	61,4900 a
Sem	59,6160*	59,6400*	57,3880*	59,6260*	59,0425 a
Média	60,4940 A	58,5330 A	62,8460 A	59,1720 A	
T	28,9140				
DMS	Dunnet	Doses <i>A. brasiliense</i>		Presença/Ausência de <i>B. Japonicum</i>	
	13,6982	9,9449		13,2052	
CV%: 13.59					

Médias seguidas por letras iguais maiúsculas na linha e minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância; * média difere-se da testemunha pelo teste de Dunnet a 0,05 de significância.

Na Tabela 5 observa-se que todos os tratamentos obtiveram resultados superiores à testemunha em relação ao teor de clorofila A.

Tabela 5: Resultados médios para teor de clorofila A, para a cultura da soja.

Doses de <i>Azospirillum</i> (mL ha⁻¹)				
Brad.	0	100	200	300
Com	34.60* aA	36.06* aA	36,70* aA	34,44* aA
Sem	35,98* aA	36,10* aA	33,34* aA	33,24* aA
T	29,90			
DMS	Dunnet	Doses <i>A. brasiliense</i>		Presença/Ausência de <i>B. Japonicum</i>
	3,1343	2,2755		3,0215
CV%: 5,12				

Médias seguidas por letras iguais maiúsculas na linha e minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância; * média difere-se da testemunha pelo teste de Dunnet a 0,05 de significância.

Já na Tabela 6 um dos tratamentos não obteve diferença significativa em relação a testemunha, trata-se do tratamento com dose de 300 mL ha⁻¹ de *Azospirillum brasiliense* e ausência de *Bradyrhizobium japonicum*.

Tabela 6: Resultados médios para teor de clorofila B, para a cultura da soja.

Doses de <i>Azospirillum</i> (mL ha⁻¹)				
Brad.	0	100	200	300
Com	9,84* aB	10,86* aAB	11,76* aA	10,16*aAB
Sem	10,86* aA	10,74* aAB	9,28* bAB	9,02 aB
T	7,42			
DMS	Dunnet	Doses <i>A. brasiliense</i>		Presença/Ausência de <i>B. Japonicum</i>
	1,8041	1,3098		1,7392
CV%:10,17				

Médias seguidas por letras iguais maiúsculas na linha e minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,01 de significância; * média difere-se da testemunha pelo teste de Dunnet a 0,05 de significância.

As crorofilas A e B encontram-se na natureza numa proporção de 3:1, respectivamente (VON ELBE, 2000), podendo variar com a espécie, etapa do ciclo da planta, condições de crescimento e fatores ambientais (TAIZ; ZIEGER, 2004). Apesar do tratamento com dose de 300 mL ha⁻¹ de *Azospirillum brasiliense* e ausência de *Bradyrhizobium japonicum* não apresentar diferença com relação a testemunha para clorofila B (Tabela 6), sua proporção com a clorofila A se manteve próximo de 3:1 (Tabela 5) ficando, portanto, dentro da normalidade.

Em trabalho visando o desenvolvimento e produção de soja coinoculada com *Azospirillum* Finoto et al. (2017) verificaram que em relação aos parâmetros de fixação biológica de nitrogênio os piores resultados estiveram associados ao controle não inoculado, o mesmo foi apresentado no presente trabalho, mostrando que a inoculação com *Bradyrhizobium japonicum* ou mesmo a coinoculação com *Azospirillum brasiliense* gera benefícios para a cultura da soja.

O uso de *Azospirillum brasiliense* isoladamente ou em coinoculação com *Bradyrhizobium japonicum* não teve um efeito significativo sobre as mesmas variáveis analisadas em trabalho realizado por Zuffo et al. (2014) na cultura da soja, corroborando com os dados obtidos neste trabalho.

6 CONCLUSÕES

A presença ou ausência de *Bradyrhizobium japonicum* e as diferentes doses de *Azospirillum brasilense* não demonstraram nenhuma diferença estatística entre si para as características de massa seca de parte aérea, peso de sementes, número de grãos por planta e teores de clorofila A e B. Isso não significa que a técnica de coinoculação deva ser ignorada já que não apresentou resultados abaixo da testemunha. Sendo assim, são necessários mais estudos a respeito do assunto.

7 REFERÊNCIAS

BÁRBARO, I.M.; BRANCALIÃO, S.R.; TICELLI, M.; MIGUEL, F.B.; SILVA, J.A.A. da. **Técnica alternativa: co-inoculação de soja com *Azospirillum* e *Bradyrhizobium* visando incremento de produtividade.** Artigo em Hypertexto. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2008_4/coinoculacao/index.htm>. Acesso em 26 março 2019.

BÁRBARO, I.M.et al. Produtividade da soja em resposta a inoculação padrão e co-inoculação. **Colloquium Agrariae**, v. 5, n. 1, p. 01-07. 2009. Disponível em: <http://revistas.unoeste.br/revistas/ojs/index.php/ca/article/viewFile/372/510>. Acesso em 25 de março 2019.

BÁRBARO, Ivana Marino et al.. In: **Colloquium Agrariae. ISSN: 1809-8215**. 2011. p. .01-07.

BETTIOL, W.; CAMARGO, O. A. **Lodo de esgoto: impactos ambientais na agricultura.** Jaguariúna, ed. Embrapa Meio Ambiente, 394 p. 2006.

BRANCO, Samuel Murgel; MURGEL, Paulo Henrique; CAVINATTO, Vilma Maria. Compostagem: solubilização biológica de rocha fosfática na produção de fertilizante organomineral. **Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 6, n. 3, p. 115-122, 2001.

BRASIL. **INSTRUÇÃO NORMATIVA SDA Nº 13, DE 24 DE MARÇO DE 2011.**

Diário Oficial da União – Seção 1. 6 ISSN 1677-7042 -Nº 58, sexta-feira, 25 de março de 2011.

Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB). **Acompanhamento da Safra Brasileira Grãos. Nono levantamento, JUNHO 2019.** Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/graos>>. Acesso em 17 de junho 2019.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO. **Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina.** 10. ed. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. 400 p. Disponível em: <http://www.sbcsnrs.org.br/docs/manual_de_adubacao_2004-versao_internet.pdf>. Acesso em 16 de março 2019.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 375, de 29 de agosto de 2006. Define critérios e procedimentos, para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados, e dá outras providências.** Diário Oficial da União, Brasília (DF), 2006. 30 ago. N. 167, Seção 1,p. 141-146. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=506>>. Acessado em 21 março 2019.

DALL'AGNOL, A. **Por que fazemos biodiesel de soja, 2007.** Disponível em: <<https://goo.gl/S3hpoJ>>. Acesso em 28 de março 2019.

DE MORAES, Emmerson Rodrigues et al. **Sugarcane: Organo-Mineral Fertilizers and Biostimulants.** 2018.

EMBRAPA. **Tecnologias de produção de soja Região Central do Brasil 2004.** Londrina: Embrapa Soja, 2005. 237 p.

FERLINI, H. A. Co-Inoculación en Soja (*Glycyne max*) con *Bradyrhizobium japonicum* y *Azospirillum brasilense*. **Artículos Técnicos – Agricultura.** 2006. Disponível em: <http://www.engormix.com/co_inoculacion_soja_glycyne_s_articulos_800_AGR.htm>. Acesso em 25 março 2019.

FINOTO, E. L.; CORDEIRO JUNIOR, P. S.; BÁRBARO-TORNELLI, I. M.; MARTINS, M. H.; SOARES, M. B. B.; MARTINS, A. L. M. Desenvolvimento e produção de soja co-inoculada com *Azospirillum brasilense* em semeadura direta sobre palhiço de cana crua. **Revista científica da Fundação Educacional de Ituverava**. Ed. Especial, 2017.

GASSEN, D. N. **A necessidade de nitrogênio em soja**. Disponível em: <https://www.agrolink.com.br/colunistas/coluna/a-necessidade-de-nitrogenio-em-soja_383613.html>. Agrolink, 2002. Acesso em 23 de março 2019.

GITTI, D. de C.; ARF, O.; KANEKO, F. H.; RODRIGUEZ, R. A. F.; BUZETTI, S.; PORTUGAL, J. R.; CORSINI, D. C. D. C.; Inoculação de *Azospirillum brasilense* em cultivares de feijões cultivados no inverno. **Revista Agrarian** ISSN: 1984-2538. 2012. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/279662481_Inoculacao_de_Azospirillum_brasilense_em_cultivares_de_feijoes_cultivados_no_inverno/download > Acesso em 25 de março 2019.

HUNGRIA, Mariangela; CAMPO, Rubens José; MENDES, I. de C. **Fixação biológica do nitrogênio na cultura da soja**. Embrapa Soja; Brasília, DF: Embrapa Cerrados, 2001.

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.

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

HUNGRIA, M. **Rizóbios e *Azospirillum* em Soja e Feijoeiro**. Embrapa Soja, 2014.

KRZYZANOWSKI, F. C. et al. Influência do volume de calda e da combinação de produtos usados no tratamento da semente de soja sobre o seu desempenho fisiológico. In: **Embrapa Soja-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA, 34., 2014, Londrina. Resumos expandidos... Londrina: Embrapa Soja, 2014. (Embrapa Soja. Documentos, 353)., 2014.

MALTA, Tatiana Siqueira. **Aplicação de lodos de Estações de Tratamento de Esgotos na agricultura: estudo do caso do município de Rio das Ostras–RJ**. Rio de Janeiro, Fundação Oswaldo Cruz, Escola Nacional de Saúde Pública, 2001.

NUNES, J. L. da S. **A introdução da soja no brasil**. Disponível em: <
https://www.agrolink.com.br/culturas/soja/informacoes/historico_361541.html >. Acesso em 28 de março 2019.

OLIVEIRA, Raquel Lima et al. VIABILIDADE DO LODO DE ESGOTO NA AGRICULTURA. **Exatas & Engenharia**, v. 7, n. 17, 2017.

PEDROZA, M.M.; VIEIRA, G.E.G.; SOUSA, J.F.; PICKLER, A.C.; LEAL, E.R.M.; MILHOMEN, C.C. Produção e tratamento de lodo de esgoto. Uma revisão. **Revista Liberato**, Novo Hamburgo, v.11. n-16, p.89-188, jul/dez., 2010.

RUPPENTHAL, V.; CONTE, M. A. Efeito do composto de lixo urbano na nutrição e produção de gladiolo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 29, n. 1, p.145-150, 2005.

SANTIVANÉZ AGUILAR, Ariel. **Resposta da batata cv. Cupido à fertilização organomineral**. 2016.

SANTOS, F. L. S; NICOLETTI, A. F; LEITE O. C. Adubação nitrogenada complementar na soja em área de primeiro ano. **FertBio**, Araxá – Minas Gerais, 2014.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; ARAÚJO FILHO, J. C. de; OLIVEIRA, J. B. de; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed., rev. e ampl. – Brasília, DF: Embrapa, 2018.

SEDIYAMA, M. A. N.; VIDIGAL, S. M.; SANTOS, M. R.; SALGADO, L. T. Rendimento de pimentão em função da adubação orgânica e mineral. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 3, p. 294-299, 2009.

TAIZ, L.; ZIEGLER, E. **Fisiologia vegetal**. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. p.693. (Trad. SANTARÉM E.R. et al.).

TEIXEIRA, W. G. Biodisponibilidade de fósforo e potássio provenientes de fertilizantes mineral e organomineral. **2013. 115 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)** – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2014.

TOLEDO, L. R. **Conheça as boas práticas de inoculação da soja, 2016.** Disponível em:< <http://blogs.canalrural.com.br/embrapasoja/2016/11/04/conheca-as-boas-praticas-de-inoculacao-da-soja/>>. Acesso em 23 de março 2019.

VIEIRA NETO, Santiel Alves et al. Formas de aplicação de inoculante e seus efeitos sobre a nodulação da soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 2, p. 861-870, 2008.

VON ELBE J.H. Colorantes. In: FENNEMA, O.W. **Química de los alimentos**. 2.ed. Zaragoza : Wisconsin - Madison, 2000. Cap.10, p.782-799.

ZUFFO, Alan M. et al. Coinoculação de *Bradyrhizobium japonicum* e *Azospirillum* brasileiro na cultura da soja. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 38, n. 1, p. 87-93, 2015.