

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA

RICARDO FERREIRA DOMINGUES

**EFEITOS DA COINOCULAÇÃO COM *Bradyrhizobium japonicum* E *Azospirillum
brasilense* NA CULTURA DA SOJA VIA FERTILIZANTE ORGANOMINERAL**

Uberlândia

Julho – 2018

RICARDO FERREIRA DOMINGUES

EFEITOS DA COINOCULAÇÃO COM *Bradyrhizobium japonicum* E *Azospirillum brasilense* NA CULTURA DA SOJA VIA FERTILIZANTE ORGANOMINERAL

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

Orientador: Reginaldo de Camargo

Uberlândia
Julho – 2018

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 da cultura da soja	6
3.2 Inoculação	6
3.3 Coinoculação.....	8
3.4 Biossólido.....	8
3.5 Fertilizante organomineral	9
4 MATERIAL E MÉTODOS	11
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	13
6 CONCLUSÕES.....	16
REFERÊNCIAS	17

RESUMO

A inoculação da soja, usualmente realizada com a utilização da bactéria *Bradyrhizobium japonicum*, é uma prática importante e que viabiliza economicamente o cultivo desta cultura, pois gera a fixação biológica do nitrogênio, que é o segundo macronutriente mais exportado, e em áreas de cultivo prévio pode até descartar a necessidade da adubação nitrogenada. Porém a inoculação pode ser feita com outras bactérias e até mesmo com a combinação de microrganismos, prática que é denominada de coinoculação. O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência e viabilidade da inoculação solteira de *Azospirillum brasilense* em adubo organomineral e coinoculação com *Bradyrhizobium japonicum* 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. Os tratamentos implementados foram com a ausência ou presença de *Bradyrhizobium japonicum*, doses de *Azospirillum brasilense* de 0, 100, 200 e 300 mL ha⁻¹. Foi utilizado também uma testemunha absoluta, com a ausência de inoculação e do fertilizante organomineral. Os dados avaliados foram de altura, diâmetro de colo e área foliar. O delineamento experimental foi de blocos casualizados, com cinco blocos. O trabalho foi realizado em casa de vegetação e cada parcela era constituída de seis sacos de mudas de aproximadamente oito litros, sendo que cada saco continha duas plantas de soja. Todos os tratamentos obtiveram melhores resultados que a testemunha para as características de altura e diâmetro. Para a área foliar o tratamento com a ausência de *B. japonicum* e a dose de 300 mL ha⁻¹ de *A. brasilense* não diferiu estatisticamente da testemunha, sendo esta uma combinação não recomendada. O tratamento com a ausência de ambos os inóculos obteve melhores resultados que a testemunha para todos os resultados, demonstrando uma maior eficiência do fertilizante organomineral se comparado a sua ausência. 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 altura, diâmetro e área foliar.

Palavras chave: *Glycine max*, Inoculação, Coinoculação, *Bradyrhizobium*, *Azospirillum*, Fertilizante organomineral.

1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max*) é uma cultura originária da China, mais precisamente da região do rio Yangtzé, porém a cultura hoje disseminada e cultivada é bastante diferente de seu ancestral, que apresenta crescimento rasteiro, segundo Nunes (2016). No Brasil, a soja foi introduzida no estado da Bahia, por Gustavo Dutra, em 1882, mas o crescimento da produção e boa adaptação ocorreu na Região Sul do país, tendo uma posterior expansão na região dos cerrados. O grão de soja apresenta diversos usos, como na alimentação na forma de óleos e massas, produção de lecitina, uso de farelo na alimentação animal por seu alto valor proteico e na produção do biodiesel, sendo a principal matéria prima para este produto, representando até 80% da demanda total da fabricação do biodiesel no Brasil, segundo Dall'agnol (2007).

O segundo maior produtor mundial de soja é o Brasil, sendo que o Mato Grosso, Paraná e Rio Grande do Sul são os três maiores estados produtores, em ordem decrescente, sendo responsável na safra 2017/2018 pela produção de 118,048 milhões de toneladas, em 35,100 milhões de hectares, de acordo com dados levantados pela Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB).

Como alternativa para a adubação nitrogenada, que representaria grande parte do custo de produção, é realizada a prática de inoculação das sementes de soja, com bactérias que realizam uma relação simbiótica com a planta, se estabelecendo em suas raízes e realizando a fixação biológica do nitrogênio.

A maior parte desta inoculação é feita com o uso do microrganismo *Bradyrhizobium japonicum*, que descarta praticamente toda a adubação nitrogenada na cultura da soja. Outro organismo que merece destaque é o *Azospirillum brasilense*, sendo este mais utilizado para inoculação em gramíneas, como o milho, porém com grande potencial para uso na soja. Esta bactéria contribui com a planta principalmente por meio da produção de fitormônios, estimulando o crescimento radicular, sendo esta uma ação distinta do *B. japonicum*.

Diante do exposto este trabalho vem contribuir com diversidade de pesquisas e gerar uma maior base de dados na área da inoculação.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Propor avaliar a técnica de coinoculação de *Azospirillum brasilense* via fertilizante organomineral peletizado e *Bradyrhizobium japonicum* na cultura da soja.

2.2 Objetivos específicos

- Observar a eficiência do processo de coinoculação entre os microrganismos *Bradyrhizobium japonicum* e *Azospirillum brasilense*, e avaliar a capacidade de se desenvolver na associação ao uso do biossólido lodo de esgoto.
- Avaliar o crescimento de plantas, por meio da quantificação da área foliar, altura e diâmetro de colo.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Exportação de nutrientes da cultura da soja

A soja é uma das plantas cultivadas que se tem a maior extração de nitrogênio, exportando quatro vezes mais deste nutriente para o grão do que o milho e o trigo, sendo que se tem uma menor preocupação em se suprir este nutriente devido a possibilidade de realizar a inoculação da cultura (GASSEN, 2002).

Em trabalho realizado pela Embrapa Soja (2013), detalha-se a absorção e exportação dos nutrientes pela cultura da soja. Para o nitrogênio, a absorção total obtida foi de 83 quilos por tonelada de grãos produzida, sendo que aproximadamente 61% desta quantidade é exportada, sendo constatado 32 quilos de nitrogênio 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

Como forma de diminuir os gastos com adubos nitrogenados para a produção da soja se realiza a prática de inoculação das sementes com bactérias que realizam a fixação simbiótica do nitrogênio, sendo a simbiose estabelecida no sistema radicular da cultura, captando o nutriente do ar e fixando o mesmo no solo, sendo esta a maior fonte do nutriente

para a cultura. O gênero mais utilizado para esta fixação é o *Bradyrhizobium* (TOLEDO, 2016).

A inoculação com o uso de *Azospirillum brasilense* tem como objetivo a produção de fitormônios que estimulam o crescimento das raízes, facilitando o aproveitamento dos nutrientes e de recursos hídricos pelas plantas. O maior crescimento das raízes leva a uma maior nodulação por meio do *Bradyrhizobium japonicum*, e por consequência uma maior fixação biológica do nitrogênio. Nas gramíneas o *A. brasilense* apresenta crescimento endofítico, dentro dos tecidos das plantas, em gramíneas e associativo em leguminosas, já o crescimento do *B. japonicum* é endofítico na cultura da soja (HUNGRIA, 2011 e 2014).

Os inoculantes podem ser turfosos, líquidos ou apresentar outras formulações, sendo aplicados sobre as sementes ou em sulco de plantio. A concentração mínima prescrita na legislação brasileira, de acordo com a Instrução Normativa SDA Nº 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. O volume mínimo a ser aplicado de inoculante líquido é de 100 mL para cada 50 quilos de semente.

A adubação nitrogenada não é recomendada para áreas em que se realiza a inoculação das sementes de soja, pois pode trazer prejuízos para a eficiência da nodulação das raízes, constatado em trabalho realizado por Vieira Neto et al (2008). Porém a adubação nitrogenada suplementar pode não trazer prejuízos em áreas de primeiro plantio de soja (SANTOS, 2014).

A inoculação deve ser realizada preferencialmente no período da manhã e à sombra, não permitindo que as sementes entrem em contato com calor excessivo, o que pode prejudicar as bactérias inoculadoras, como abordado por Hungria et al (2007). O processo pode ser realizado tanto em tambores rotatórios e betoneiras como em máquinas de 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 é recomendado umedecer as sementes com uma solução de água açucarada a 10%, na quantidade de 300 mL para 50 quilos de semente.

Em geral a recomendação é de que a calda total para a inoculação de sementes, podendo conter fungicidas, micronutrientes, inseticidas e aditivos além do inoculante, seja no máximo 300 mL por 50 quilos de sementes. Porém em trabalho realizado por Krzyzanowski

et al (2015), volumes de calda até 660 mL para cada 50 quilos de semente não afetaram o percentual de emergência no campo.

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

3.3 Coinoculação

A coinoculação consiste em utilizar uma combinação de diferentes microrganismos inoculadores, com a finalidade de superar os resultados obtidos com o uso de apenas um inoculante (HUNGRIA, 2014). 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* geram um maior desenvolvimento radicular, que por sua vez resulta em maior nodulação por meio do *B. japonicum*, conseqüentemente gerando uma maior fixação biológica do nitrogênio. Além de um maior sistema radicular promover um maior aproveitamento dos nutrientes e água disponível do solo, gerando uma menor susceptibilidade à estresses hídricos (HUNGRIA, 2014).

Em trabalho realizado por Bárbaro et al. (2009), com a cultura da soja, os melhores resultados obtidos foram provenientes de tratamento com a co-inoculação de *Bradyrhizobium* e *Azospirillum brasilense* turfoso, com produtividade de grãos de 2986,87 kg ha⁻¹. Costa et al. (2014), demonstraram que nem sempre a co-inoculação gera apenas benefícios, pois em estirpes CB-6 (*Enterobacter* sp.) e UFLA 214 (*Azospirillum brasilense*), quando co-inoculadas com a BR 29 (*Bradyrhizobium elkanii*), aumentaram o número e a matéria seca de nódulos mas diminuíram o crescimento vegetal da planta de soja.

3.4 Biossólido

O lodo de esgoto é um material proveniente do tratamento dos esgotos, domiciliares ou industriais, rico em matéria orgânica e nutrientes. Porém, em sua composição, o lodo contém microrganismos patogênicos, metais pesados e outros compostos tóxicos, sendo suas quantidades influenciadas pela intensidade e tipo de tratamento (OLIVEIRA et al., 2017).

Como destino final do lodo de esgoto se tem a disposição em aterro sanitário, reuso industrial, incineração, conversão em óleo combustível, disposição oceânica e o uso agrícola e florestal. O uso do lodo de esgoto na agricultura como adubo orgânico é reconhecido como uma alternativa promissora, por sua sustentabilidade, mas deve passar por tratamento para reduzir ou eliminar patógenos e inibir, reduzir ou eliminar o potencial de putrefação do lodo, conseqüentemente, diminuindo seu potencial de produção de odores (CAMARGO et al; 2010).

O lodo de esgoto se destaca no uso agrícola, pois altera as propriedades físicas do solo, melhorando sua densidade, porosidade e sua capacidade de retenção de água; eleva o pH do solo, diminuindo o teor de alumínio trocável, aumentando a capacidade de troca de cátions (CTC) e a capacidade de fornecer nutrientes para as plantas; promove o crescimento 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).

A composição do lodo de esgoto é bastante variável, dependendo de sua origem e do processo de tratamento, mas geralmente apresenta aproximadamente 40% de matéria orgânica, 4% de nitrogênio, 2% de fósforo e pequenas quantidades dos demais macro e micronutrientes (BETTIOL, 2005). O carbono e o nitrogênio se encontram predominantemente em compostos orgânicos, enquanto que o fósforo predomina na forma inorgânica (CARVALHO, 2015).

Para que o lodo de esgoto possa ser destinado para uso na agricultura deve seguir os requisitos mínimos de qualidade estabelecidos na resolução CONAMA Nº 375, de 29 de agosto de 2006, dentre eles a concentração máxima de substâncias inorgânicas como o cobre, zinco e chumbo e quanto à concentração de agentes patogênicos, podendo ser classificados em tipo A ou B.

3.5 Fertilizante organomineral

Fertilizantes organominerais são aqueles em que se tem a mistura física de adubos orgânicos, como dejetos devidamente processados de aves e suínos ou lodo de esgoto, com nutrientes minerais, podendo ser na forma farelada, granulada ou peletizada (DA SILVA, 2013).

As especificações, garantias e características são estabelecidas pela Instrução Normativa N° 25, de 23 de julho de 2009, e são divididas para os produtos sólidos e fluidos. Os sólidos devem apresentar no mínimo 8% de carbono orgânico, umidade máxima de 30%, CTC mínima de 80 mmolc kg⁻¹ e soma de macronutrientes primários (NPK) de 10%. Já os fluidos devem apresentar no mínimo 3% carbono orgânico e soma de macronutrientes primários de no mínimo 3%.

A combinação de componentes minerais com fertilizante orgânico enriquece o biofertilizante, gerando uma redução no custo de aplicação por meio da diminuição do volume necessário de fertilizante a ser empregado, se comparado ao fertilizante orgânico em uso solteiro (MORAES et al, 2018). 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 (BENITES, 2010).

Segundo Alane (2015) o principal motivo para se misturar a fração mineral com a orgânica é diminuir as perdas por meio de processos como a lixiviação, fixação e mineralização dos nutrientes. Levrero (2009), conforme citado por Alane (2015) menciona como benefícios dos fertilizantes organominerais, o melhor desenvolvimento radicular e retenção de água no solo, menor acidificação do solo, redução do uso de calcário e baixa propensão à erosão.

Como vantagens comparativas entre 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 na forma sólida, por meio de pellets, ajuda na distribuição mais uniforme dos nutrientes, pois como estão retidos nestes, evitam a ocorrência de segregação dos nutrientes, como pode ocorrer em fertilizantes minerais (AGUILAR, 2016).

Em trabalho realizado por Branco (2001), o fertilizante organo-fosfatado gerou resultados iguais ou superiores, em relação à produtividade, aos adubos químicos convencionais, e gerou teores de proteínas superiores em 19,75% na cultura da *Brachiaria brizantha*, com um custo menor em geral de 34 a 40%. Em trabalho realizado com a cultura

do sorgo a utilização de fertilizantes organominerais apresentou resultados superiores ao obtido pela adubação com fertilizantes minerais. Demonstrando que os resíduos podem ser utilizados na produção de fertilizantes, sendo um destino adequado para estes (OLIVEIRA, 2016).

O uso de fertilizantes organominerais em associação a bioestimulantes gerou ganhos perceptíveis na cultura da cana-de-açúcar, sobre a produtividade, aproveitando os nutrientes essenciais de resíduos que eram descartados e gerando uma menor contaminação de rios, lagos e lençóis freáticos e a redução da emissão de gases de efeito estufa (MORAES, 2018).

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 foi retirado do terreno em frente à casa de vegetação.

A cultura utilizada foi a soja, cultivar AS 3680 IPRO, a qual é ideal para abertura de plantio, final de setembro a meados de outubro. Trata-se de um genótipo precoce, de alta sanidade e potencial produtivo. Outra característica da AS 3680 IPRO é a presença de um bom engalhamento. É 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 experimental de blocos casualizados, constituído de cinco repetições, em esquema fatorial 4×2 +1 (quatro doses de *A. brasilense*; inoculação somente com *A. brasilense* e coinoculação de *A. brasilense* e *B. japonicum* 1,2.10⁶ cel/semente), além de 1 tratamento adicional (testemunha, conforme indicado na Tabela 1).

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, sendo que cada parcela do tratamento corresponde a seis sacos.

Tabela 1. Descrição dos tratamentos a serem utilizados no experimento.

Tipo de fertilizante	Dose de <i>A. brasilense</i>	<i>B. Japonicum</i>
Peletizado	—	Sim
Peletizado	100 mL ha ⁻¹	Sim
Peletizado	200 mL ha ⁻¹	Sim
Peletizado	300 mL ha ⁻¹	Sim
Peletizado	—	Não
Peletizado	100 mL ha ⁻¹	Não
Peletizado	200 mL ha ⁻¹	Não
Peletizado	300 mL ha ⁻¹	Não
Testemunha		
Sem <i>A. brasilense</i> , sem <i>B. japonicum</i> e sem fertilizante		

Para este experimento, o bio sólido utilizado como parte orgânica do adubo 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, para posterior aplicação no solo. Já a inoculação de *B. japonicum* foi realizada da forma usual, sobre a semente.

Os fatores avaliados foram as medidas de crescimento de área foliar, feito por meio de um scanner de folhas, de diâmetro de colo da planta, obtido por meio de um paquímetro digital e da altura, obtida por meio de fita métrica.

A determinação da área foliar foi feita no início do florescimento, feito a partir de quatro plantas por parcela. Já as medições de diâmetro de colo e de altura foram realizadas em duas ocasiões, em estágio reprodutivo, sendo a primeira dia 21 de fevereiro de 2018, 75 dias após a semeadura e a segunda dia 19 de março de 2018, 101 dias após a semeadura.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2, sobre os dados médios de área foliar 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 absoluta, com a exceção do tratamento com a ausência do *Bradyrhizobium* e a dose de 300 mL ha⁻¹ de *Azospirillum*.

Tabela 2: Dados médios para a área foliar, em função da ausência ou presença de *B. japonicum* e diferentes doses de *A. brasilense*, obtidos em cm² por meio de um scanner de folhas, no início do estágio de florescimento (R1).

Doses de <i>Azospirillum</i> (mL ha ⁻¹)					
Brad.	0	100	200	300	Média
Com	1549,07*	1423,63*	1785,32*	1537,4*	1573 a
Sem	1657,67*	1494,31*	1618,63*	1258,86	1507 a
T		778,96			
Média	1603 A	1458 A	1701 A	1398 A	
CV: 20,95					

Médias seguidas por letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha 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.

No tratamento com 300 ml ha⁻¹ de *A. brasilense* e com a ausência de *B. japonicum* uma possível explicação é a ocorrência de competição entre os microrganismos, pela grande quantidade de inóculo, gerando a indisponibilização de nitrogênio para a planta.

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

Em dados obtidos por Bárbaro et al. (2009), de maneira semelhante, não se 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 que já foram utilizados no cultivo de soja, pois a população de *Bradyrhizobium* existente no solo já é alta.

Nas Tabelas 3 e 4 pode se observar que todos os tratamentos geraram resultados superiores para a altura, se comparado aos resultados demonstrados pela testemunha.

Tabela 3: Dados médios de altura, em função da ausência ou presença de *B. japonicum* e diferentes doses de *A. brasilense*, em centímetros, obtidos por meio de fita métrica, aos 75 dias após a semeadura.

Doses de <i>Azospirillum</i> (mL ha ⁻¹)					
Brad.	0	100	200	300	Média
Com	55,15*	58,93*	59,21*	57,52*	57,7 a
Sem	54,77*	57,98*	55,25*	53,22*	55,3 a
T		40,39			
Média	54,96 A	58,45 A	57,23 A	55,36 A	
CV: 7,91					

Médias seguidas por letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha 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.

Tabela 4: Dados médios de altura, em função da ausência ou presença de *B. japonicum* e diferentes doses de *A. brasilense*, em centímetros, obtidos por meio de fita métrica, aos 101 dias após a semeadura.

Doses de <i>Azospirillum</i> (mL ha ⁻¹)					
Brad.	0	100	200	300	Média
Com	56,79*	59,53*	60,4*	58,73*	58,86 a
Sem	57,5*	59,73*	56,8*	56*	57,5 a
T		42,42			
Média	57,15 A	59,63 A	58,6 A	57,37 A	
CV: 7,7					

Médias seguidas por letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha 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.

De maneira semelhante, em trabalho realizado por Zuffo et al. (2014), o uso de *Azospirillum brasilense* isoladamente ou em coinoculação com *Bradyrhizobium japonicum* não teve um efeito significativo sobre as variáveis de altura de plantas, número de trifólios, peso seco da parte aérea, da parte radicular e dos nódulos, volume radicular, teor de clorofila foliar e teor de nitrogênio foliar, na cultura da soja.

Nas tabelas 5 e 6 pode se observar que todos os tratamentos geraram resultados superiores para o diâmetro de colo, se comparado aos resultados demonstrados pela testemunha.

Tabela 5: Dados médios de diâmetro de colo, em função da ausência ou presença de *B. japonicum* e diferentes doses de *A. brasilense*, obtido em milímetros por meio de um paquímetro digital, aos 75 dias após a semeadura.

Doses de <i>Azospirillum</i> (mL ha ⁻¹)					
Brad.	0	100	200	300	Média
Com	5,73*	5,8*	6,02*	6,07*	5,9 a
Sem	6,01*	5,84*	5,73*	5,53*	5,77 a
T		4,36			
Média	5,87 A	5,82 A	5,87 A	5,8 A	
CV: 6,55					

Médias seguidas por letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha 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.

Tabela 6: Dados médios de diâmetro de colo, em função da ausência ou presença de *B. japonicum* e diferentes doses de *A. brasilense*, obtido em milímetros por meio de um paquímetro digital, aos 101 dias após a semeadura.

Doses de <i>Azospirillum</i> (mL ha ⁻¹)					
Brad.	0	100	200	300	Média
Com	6,58*	6,81*	7,12*	7,1*	6,9 a
Sem	6,95*	6,83*	6,77*	6,55*	6,9 a
T		5,17			
Média	6,76 A	6,82 A	6,94 A	6,82 A	
CV: 6,7					

Médias seguidas por letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha 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.

Como exemplo em outras culturas, em trabalho realizado com sorgo, a utilização de fertilizantes organominerais com base de biossólido, obteve maiores resultados de massa seca da parte aérea, altura da planta, diâmetro do caule, clorofilas A e B e área foliar se comparados com a ausência de fertilizante organomineral (OLIVEIRA, 2016).

6 CONCLUSÕES

Não houve diferenças significativas entre os tratamentos, exceto para a característica de área foliar na dose de 300 mL ha⁻¹ de *Azospirillum brasilense* e ausência de *Bradyrhizobium japonicum*.

REFERÊNCIAS

ALANE, Felipe Fukuhara Fernandes. **Fertilizante Organomineral na Cultura da Soja**. Universidade Federal de Uberlândia. 2015.

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

BENITES, V. de M. et al. Produção de fertilizante organomineral granulado a partir de dejetos de suínos e aves no Brasil. In: **Embrapa Solos-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: WORKSHOP INTERNACIONAL Y TALLER NACIONAL VALORIZACIÓN DE RESIDUOS, OPORTUNIDAD PARA LA INNOVACIÓN, 2013, Pucón, Chile. Anais... Chile: CIDGRO, 2013., 2010.

BETTIOL, Wagner; DE CAMARGO, Otávio A. Impacto ambiental do uso agrícola do lodo de esgoto. **Embrapa Meio Ambiente-Capítulo em livro científico (ALICE)**, 2000.

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. Resolução Nº. 375, de 29 de agosto de 2006. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, n.167, p. 141-146, 30 ago. 2006. Seção 1.

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.

CARVALHO, Cristina Silva et al. Composição química da matéria orgânica de lodos de esgoto. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 10, n. 3, 2015.

Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB). **Acompanhamento da Safra Brasileira Grãos**. Nono levantamento, JUNHO 2018. Disponível em: < <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras>>. Acesso em 09 de julho 2018.

COSTA, E. M. et al. Resposta da soja a inoculação e co-inoculação com bactérias promotoras do crescimento vegetal e Bradyrhizobium. **Enciclopédia Biosfera**, v. 10, p. 1678-1689, 2014.

DALL'AGNOL, A. **Por que fazemos biodiesel de soja**. Disponível em:

<<https://goo.gl/S3hpoJ>>. Acesso em 28 de maio 2018.

DE CAMARGO, Reginaldo et al. Biossólido como substrato na produção de mudas de pinhão-manso. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental-Agriambi**, v. 14, n. 12, 2010.

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.

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.

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, Mariangela; CAMPO, Rubens José; MENDES, IÊDA CARVALHO. A importância do processo de fixação biológica do nitrogênio para a cultura da soja: componente essencial para a competitividade do produto brasileiro. **Embrapa Soja- Documentos (INFOTECA-E)**, 2007.

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.

KRZYŻANOWSKI, 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.

LEVRERO, C. R. **Fertilizante organomineral: a serviço do mundo**. In: FÓRUM ABISOLO, 2009.

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://goo.gl/hVRQWC>>. Acesso em 28 de maio 2018.

OLIVEIRA, Douglas Prates et al. Fontes de matéria orgânica para a formulação de fertilizantes organominerais peletizados no desenvolvimento da cultura do sorgo. 2016.

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

SANTIVANEZ 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.

SILVA, Leandro Belmiro da. **Aproveitamento de coproduto de amidonaria como agente quelante e/ou aglutinante e ou selante em fertilizantes organominerais**. 2013.

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/>>.

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.

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