



JHONATAN OHAN DA SILVA

**UTILIZAÇÃO DE BACTÉRIAS PROMOTORAS DE CRESCIMENTO VEGETAL NO
CULTIVO DE SOJA [*Glycine max* (L.) Merrill] NA AMAZÔNIA OCIDENTAL**

Ji-Paraná

2020

JHONATAN OHAN DA SILVA

**UTILIZAÇÃO DE BACTÉRIAS PROMOTORAS DE CRESCIMENTO VEGETAL NO
CULTIVO DE SOJA [*Glycine max* (L.) Merrill] NA AMAZÔNIA OCIDENTAL**

Artigo apresentado à Banca Examinadora do Centro Universitário São Lucas de Ji-Paraná, como requisito de aprovação para obtenção do Título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof^o. Msc. Marcos Giovane Pedroza de Abreu

Ji-Paraná
2020

S586u

Silva, Jhonatan Ohan da

Utilização de bactérias promotoras de crescimento vegetal no cultivo de soja [*Glycine max* (L.) Merrill] na Amazônia Ocidental / Jhonatan Ohan da Silva. Ji-Paraná: Centro Universitário São Lucas, 2020.

26 p. il.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Centro Universitário São Lucas, Curso de Agronomia, Ji-Paraná, 2020.

Orientador: Prof. Msc. Marcos Giovane Pedroza de Abreu

1. Solubilização de fosfato. 2. Fixação biológica de nitrogênio. 3. *Glycine max*. BiomaPHOS®. I. Abreu, Marcos Giovane Pedroza de. II. Utilização de bactérias promotoras de crescimento vegetal no cultivo de soja [*Glycine max* (L.) Merrill] na Amazônia Ocidental. III. Centro Universitário São Lucas.

CDU 633.1

Ficha catalográfica elaborada pelo bibliotecário:
José Fernando S Magalhães CRB 11/1091

JHONATAN OHAN DA SILVA

**UTILIZAÇÃO DE BACTÉRIAS PROMOTORAS DE CRESCIMENTO VEGETAL NO
CULTIVO DE SOJA [*Glycine max* (L.) Merrill] NA AMAZÔNIA OCIDENTAL**

Artigo apresentado à Banca Examinadora do Centro
Universitário São Lucas de Ji-Paraná, como requisito de
aprovação para obtenção do Título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof^o. Msc. Marcos Giovane Pedroza de Abreu

Ji-Paraná, _____ de 2020.

Avaliação/ Nota:

BANCA EXAMINADORA

: _____

Orientador
Prof^o. Msc. Marcos Giovane Pedroza de Abreu

Centro Universitário São Lucas

Membro da Banca
Prof^o. Msc. Celso Pereira de Oliveira

Centro Universitário São Lucas

Membro da Banca
Prof^o. Msc. Alisson Nunes da Silva

Centro Universitário São Lucas

AGRADECIMENTOS

- Agradeço, primeiramente, à Trindade Santa: Deus Pai, Deus Filho e Deus Espírito Santo, por me fortalecer, me guardar e estar presente em todos os dias de minha vida, principalmente nesse caminho, que me permitiu realizar. A Nossa Senhora Aparecida, mãe de amor, por me guiar e mostrar os caminhos corretos a seguir.
- Aos meus pais, Armando e Maria Elena. Sem vocês, nada disso seria possível. Obrigado por todo apoio, carinho e amor incondicional. Obrigado por me proporcionar este momento e a realizar este sonho. Vocês são meu esteio e amo vocês incondicionalmente.
- Aos meus amados irmãos, Dayse e Marcelo, por todo apoio, orações e conselhos. Vocês são meus exemplos de luta e perseverança.
- Ao meu sobrinho, Juan Pablo. O amor de minha vida, que à sua maneira, me ajudou e me apoiou.
- Aos meus irmãos de coração, Marli e Arthur. Por todo o apoio e carinho, sendo parte importante em meu crescimento.
- Aos meus tios, Paulo e Sonia. Me acolheram como filho, me ajudaram, me deram conselhos e foram importantíssimos para que eu nunca desistisse de seguir e concluir este caminho. Obrigado por todo apoio, todo carinho. Meus pais de coração. Aos meus primos, Paulo Junior, João Victor e Pedro Augusto
- Aos meus amigos, Gilmara e Cleiton, pela amizade, e por todas as vezes em que precisei, não hesitaram em me acolher e ajudar. Ao Angelo Gabriel e a Maria Eloá, me ensinando o valor da amizade.
- A toda minha família, tios, primos, que torceram por mim e estiveram do meu lado.
- Ao meu amigo e irmão, Rudson. Meu parceiro, meu chapa, meu vodka. Acreditou em mim, me apoiou e sempre esteve comigo, nos melhores momentos e nos mais difíceis também. Me levou para sua família, a quem tenho grande carinho e admiração.
- Aos meus amigos, Juliana, Wesley, Andressa, Marcelo, meu muito obrigado por tudo. Vocês são parte de tudo isso.

- A minha Karu, que sempre me ouve, me aconselha, me apoia. O melhor presente que a Unir me deu.
- A Bárbara, minha amiga e parceira. Dividimos nossas alegrias e dificuldades.
- Ao grupo BIO-AGRO, que foram importantíssimos nesse projeto, me ajudando a plantar, replantar, manejar. Meu muito obrigado, Amanda, Elen, Navton e, em especial, Rodrigo e Mayara, que me ajudaram com todo apoio necessário no projeto.
- Aos amigos de graduação, onde sempre nos apoiamos e nos ajudamos: Mateus Jassek, Daniel Jânio, Jhonatam Arcanjo, Jacson Montalvão, Marcela Lima, Taynara Aguiar, Aquila Qenupe, Ligia Araújo, Wamberto, Talis Alan, e a tantos outros amigos e colegas, da UNIR e UNISL. Meu muito obrigado.
- Ao meu orientador, Marcos Pedroza, por todo o apoio no projeto, principalmente neste período mais delicado. Obrigado pela dedicação, pela paciência e pela amizade.
- Aos meus professores, que me incentivaram nessa jornada, me prepararam e dedicaram suas vidas ao ensino, sempre com amor, paciência e respeito.
- Dra. Christiane Paiva, EMBRAPA Milho e Sorgo, Dr. Artur Soares, gerente de P&D Simbiose, ao Lucas Bulegon, responsável por desenvolvimento de mercado e ao Grupo Simbiose/Bioma, por contribuir neste projeto, disponibilizando os materiais necessários e apoio técnico para que se realizasse as pesquisas.
- À instituição e amigos da EMATER/RO, por todo o ensinamento, paciência e oportunidades durante o estágio.
- Enfim, agradeço a todos, que à sua maneira, me ajudaram, me apoiaram e foram importantíssimos, direta ou indiretamente, nesta jornada.

A vocês, meu muito obrigado!

UTILIZAÇÃO DE BIOTECNOLOGIA NO CULTIVO DE SOJA [*Glycine max* (L.) Merrill] NA AMAZÔNIA OCIDENTAL

Jhonatan Ohan da Silva ¹

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da inoculação de bactérias solubilizadoras de P, e fixadoras de N no desenvolvimento morfológico e nodulação da soja [*Glycine max* (L.) Merrill] cv. M8644 IPRO sob diferentes níveis de adubação fosfatada, em ambiente protegido. A condução do experimento foi realizada em casa de vegetação no campo experimental do Centro Universitário São Lucas de Ji-Paraná (UniSL), Ji-Paraná (RO). As condições edafoclimáticas fornecidas foram iguais para todos os tratamentos. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), com cinco repetições, variando entre si de acordo com as doses do fertilizante e inclusão de inoculante, sendo eles: Controle, SBP, 50BP, 75BP e 100BP, sendo que os números representam o nível de adubação fosfatada e as letras a presença dos inoculantes aplicados. As características avaliadas foram: altura de planta, massa da matéria seca da parte aérea, massa da matéria seca da raiz, número de nódulos, massa seca de nódulos. Todos os resultados foram submetidos a análise estatística pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade. O uso de microrganismos solubilizadores de fosfato e fixadores de nitrogênio apresentou resultados positivos no desenvolvimento vegetativo da cultivar estudada. Porém, a utilização de fertilizantes fosfatados mostrou-se indispensável, sendo que o nível de 100% da dose recomendada foi o melhor tratamento na maioria das variáveis verificadas. Portanto, recomenda-se o uso de adubação fosfatada juntamente com a aplicação de microrganismos solubilizadores de P.

Palavras-chave: Solubilização de fosfato. Fixação biológica de nitrogênio. *Glycine max*. BiomaPHOS®.

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the effect bacteria inoculation solubilizers of P, and N fixers in morphological development and nodulation of soybean [*Glycine max* (L.) Merrill] cv. M8644 IPRO under different levels of phosphorus fertilization, in protected environment. The experiment was conducted in greenhouse in the experimental field of Centro Universitário São Lucas de Ji-Paraná (UniSL), Ji-Paraná (RO). The edaphoclimatic conditions provided were the same for all treatments. The design used was completely randomized (DIC), with five repetitions, varying according to fertilizer doses and inoculant inclusion, being them: Control, SBP, 50BP, 75BP and 100BP, the numbers that represent the level of phosphate fertilization and the letters the presence of the inoculants applied. The evaluated characteristics were: plant height, aerial part dry matter mass, roots dry matter mass, number of nodules, dry mass of nodules. All results were subjected to statistical analysis by the Tukey test at

¹ Jhonatan Ohan da Silva, graduando em agronomia pelo Centro Universitário São Lucas, 2020/1.

the 5% probability level. The use of microorganisms phosphate solubilizing and nitrogen fixers presented positive results in the vegetative development of the cultivar studied. However, the use of phosphate fertilizers proved to be indispensable, being that the level of 100% of the recommended dose was the best treatment for most variables. Therefore, it is recommended to use phosphate fertilizer combined with the application of P-solubilizing microorganisms. Finally, it's necessary to realization of new studies to complement the results found.

Keywords: Phosphate solubilization. Biological nitrogen fixation. *Glycine max.* BiomaPHOS®.

1. INTRODUÇÃO

A cultura da soja é de grande importância na cadeia produtiva brasileira por proporcionar uma boa rentabilidade para o produtor, sendo cultivada em regiões com características de solos ácidos, grande quantidade de alumínio tóxico, baixos teores de nutrientes e alta fixação de fósforo (P). Estes fatores se apresentam como um grande problema para a garantia de níveis adequados de produtividades, pois impedem que a planta expresse todo seu potencial genético e se desenvolva de forma satisfatória.

A produção de grãos na região amazônica vem ganhando destaque a cada ano, este desenvolvimento se dá principalmente pelo clima que é muito favorável para uma grande quantidade de culturas, no entanto, apresenta solos pobres devido ao alto grau de intemperismo, exibindo deficiência de vários nutrientes como o fósforo, que embora esteja presente, se encontra adsorvido nos coloides do solo, tornando-se indisponível (JÚNIOR, et al., 2008).

O nutriente de maior limitação da produtividade das culturas no Brasil é o P, que segundo Malavolta (2006), está presente em membranas biológicas, armazenamento de energia na fotossíntese e respiração que será utilizada em outros processos, em sua maioria na forma de ATP. No entanto, não é considerado o elemento mais exigido pela soja e outras culturas, porém, apresenta fácil adsorção a argila, reduzindo assim, sua disponibilidade (MOTTA et al., 2002).

Como o P representa uma parcela grande da adubação, conseqüentemente ele representa um dos maiores custos de produção. Uma possível solução para este fator é disponibilizar o fósforo de forma mais eficiente, proporcionando a redução da adubação fosfatada, mantendo níveis adequados de produtividade (VALADÃO et al. 2017). Restrições de P no início do desenvolvimento da planta podem causar danos irreversíveis à cultura, mesmo com a adição do nutriente. Os sintomas de deficiência

incluem redução na altura da planta, brotação e desenvolvimento de raízes secundárias, atraso na emergência das folhas, na produção de matéria seca e de sementes (GRANT *et al.*, 2001; CAVALLI *et al.*, 2016).

Outro nutriente extremamente relevante é o nitrogênio, pois participa de diversas funções vitais, como a fotossíntese. Todavia, fertilizantes nitrogenados apresentam custo superior aos outros devido ao seu processo de fabricação, e a soja requer elevada quantidade de N, por ser altamente proteica. Desta forma, o uso de adubos nitrogenados torna a atividade economicamente inviável, assim, recomenda-se a utilização de bactérias que realizam a fixação biológica de nitrogênio, promovendo ganho econômico e baixo impacto ao meio ambiente (PARREIRA, *et al.*, 2015).

Portanto, a utilização de produtos à base de bactérias solubilizadoras de P e fixadoras de N é capaz de melhorar a eficiência da absorção do fósforo na soja, bem como, aumentar a quantidade de nitrogênio disponível, proporcionando uma maior lucratividade da cultura, sendo viável economicamente. No entanto, se o foco for uma redução na adubação fosfatada (mineral), é relevante avaliar os aspectos morfológicos e fisiológicos que poderão ser influenciados durante este procedimento.

Com base nos fatores relatados, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da inoculação de bactérias solubilizadoras de P, e fixadoras de N no desenvolvimento morfológico e nodulação da soja [*Glycine max* (L.) Merrill] cv. M8644 IPRO sob diferentes níveis de adubação fosfatada, em ambiente protegido.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Soja

A soja é uma planta dicotiledônea formada por raízes e parte aérea, que apresenta seu desenvolvimento dividido em dois estádios: vegetativo e reprodutivo (LOPES, 2013). Inicialmente era produzida em regiões com clima ameno, entretanto, com o passar dos anos foram desenvolvidas variedades que se adaptam a diferentes condições edafoclimáticas, assim, houve uma grande expansão na produção dessa leguminosa por todo o mundo. Desta forma, se trata de uma planta fortemente influenciada pelo fotoperíodo e temperatura (TRENTIN *et al.*, 2013).

Embora se adapte a diversas condições, a soja é uma planta de dias curtos e obtém melhores respostas a temperaturas do ar entre 20°C e 30°C. Outro fator

importante é a disponibilidade de água fornecida, visto que o déficit hídrico pode causar alterações na fisiologia da planta e conseqüentemente menor produtividade, portanto, recomenda-se de 450 a 800 mm de água durante seu ciclo; ainda, o tipo de solo pode variar de acordo com o cultivar utilizado (CAVERO, 2016).

O grão de soja é altamente proteico, exibindo em sua composição cerca de 40% de proteína, 20% de lipídios, 34% de carboidratos e 5% de minerais como: fósforo, ferro, potássio, magnésio e outros, bem como vitaminas essenciais à alimentação humana e animal. Seu consumo reduz os riscos de doenças cardiovasculares, os níveis de colesterol (isso pode ser explicado pela presença de ácidos graxos Ômega-3, visto que a soja é uma fonte de alfa linolênicos) e ainda, devido ao seu elevado teor de potássio e baixo teor de sódio, apresenta-se como uma boa alternativa para pessoas hipertensas (SANTOS et al., 2013; ZAKIR e FREITAS, 2015).

Essa oleaginosa pode ser utilizada tanto na alimentação na humana, in natura ou processada, como na alimentação animal, por meio de farelo e concentrados; além de ser empregada na produção de biodiesel (SILVA; LIMA; BATISTA, 2011).

O seu uso varia conforme as características do grão; ainda, pode ser classificada em dois grandes grupos, sendo eles: tipo alimento e tipo grão. A soja do tipo alimento apresenta sabor suave e palatável aos humanos, com sementes grandes ou pequenas; já a do tipo grão exibe sabor característico não agradável aos humanos, desta forma é recomendada para a produção de farelo e óleo, por fim, suas sementes podem ser de tamanho médio (CANTELLI, 2016).

2.2 Importância econômica

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) teve sua origem no continente asiático, mais precisamente no noroeste da China, cerca de 5000 anos atrás. Era uma planta rasteira que sofreu evolução a partir do cruzamento de duas espécies de soja selvagens e posteriormente foi domesticada pelos chineses. Entretanto, seu cultivo comercial somente foi iniciado em meados da década de 40, pelos Estados Unidos, sendo cultivada como uma espécie forrageira e em seguida como grão (DALL'AGNOL; LAZAROTTO; HIRAKURI, 2010).

No Brasil, seus primeiros registros ocorreram em 1882 na Bahia, todavia, somente em 1914 passou a ser cultivada de fato, no Rio Grande do Sul; onde

apresentou boa adaptação, visto que se trata de uma planta de clima temperado. Contudo, a produção só apresentou intensificação entre as décadas de 60 e 70, tornando a participação do país significativa na produção mundial do grão, com 16% (CÂMARA, 2015).

Com o passar dos anos a cultura da soja se tornou uma das mais importantes commodities brasileiras; sendo o país considerado como segundo maior produtor mundial do grão, com uma produção de 115 milhões de toneladas na safra de 2018/2019 (MAPA, 2019), área plantada de 35,822 milhões de hectares e uma produtividade de 3.206 kg/ha (EMBRAPA SOJA, 2019).

No estado de Rondônia a produção média da soja no ano de 2018 foi de 1.000.311 toneladas, com uma produtividade de 3.325 kg.ha⁻¹, e área cultivada de 300.816 mil hectares (IBGE, 2018), tendendo a aumentar cada vez mais devido à aplicação de novas tecnologias e técnicas de produção, visando à eficiência dos processos produtivos e maior produtividade.

O fato de apresentar diversas formas de aproveitamento permite que a comercialização da soja esteja sempre em crescimento, o que a torna o grão mais exportado do país. Embora o Brasil apresente boa demanda interna, grande parte da produção é exportada para outros países, como a China que chega a importar 95 milhões de toneladas do grão, normalmente in natura, com o intuito de processar e agregar valor ao produto; assim, a China se apresenta como o maior esmagador de grãos de soja do mundo (CONAB, 2018).

Por ser um grão utilizado tanto na alimentação humana quanto animal, a soja apresenta demanda do mercado interno e externo crescentes, visto que a população mundial, assim como a quantidade de animais têm aumentado gradativamente, com isso há necessidade de produzir mais em menor tempo e espaço, pois, embora o Brasil apresente grandes áreas virgens para uma possível expansão da fronteira agrícola, as leis ambientais regulam e/ou proíbem a abertura de novas áreas para fins agricultáveis, mantendo somente as já consolidadas (SAATH e FACHINELLO, 2018).

Para expandir a produção e obter boa produtividade é importante atentar-se a diversos fatores, como a variedade a ser utilizada em cada localidade, ou seja, antes da tomada de decisão para adquirir as sementes, é relevante saber o clima, pluviosidade e outras características do local onde se deseja cultivar (EMBRAPA SOJA, 2013). Contudo, outros fatores devem ser levados em consideração, como a

eficiência no aproveitamento de insumos agrícolas, manejo e a conservação dos solos (além de aumentar a produtividade prolonga a vida útil do solo), uso de tecnologias atuais e métodos de cultivo, dentre outros (EMBRAPA, 2013).

2.3 Adubação

A soja é uma cultura exigente em fertilidade, requerendo nutrientes como fósforo, potássio e principalmente o nitrogênio. Embora os macros e micronutrientes sejam essenciais em todo o ciclo da planta, as maiores velocidades de absorção acontecem durante o florescimento e início do enchimento de grãos (MARTINI et al., 2016).

O fósforo tem papel relevante em todo o ciclo das plantas, entretanto, sua presença é extremamente necessária na fase inicial do desenvolvimento. Devido a sua alta capacidade de adsorção as partículas do solo acaba sendo o elemento aplicado em maior quantidade (BARBOSA et al., 2015), mantendo-se em níveis adequados ao desenvolvimento das plantas, portanto, a dose recomendada pode variar de acordo com as condições edafoclimáticas e tipos de solo, desta forma, é imprescindível realizar prévia análise do solo (VALADÃO et al, 2017).

O potássio, apesar de ser requerido em menor quantidade, apresenta grande importância no desenvolvimento da soja, pois participa de diversos processos vitais, como por exemplo, o controle osmótico dos tecidos. De acordo com Oliveira Junior, Castro e Oliveira (2018), para cada tonelada de grãos de soja são necessários 48 kg. ha⁻¹ de K₂O, sendo exportados pela cultura 22 kg. ha⁻¹ de K₂O, entretanto, cabe ressaltar que assim como no caso do P, a exigência varia de acordo com diversas condições, portanto, os níveis podem variar conforme a análise do solo.

O nitrogênio é o elemento mais requerido pela soja. Isso ocorre devido ao fato de ser uma leguminosa altamente proteica. Sendo assim, se tratando de gastos com insumos, a adubação nitrogenada apresenta quantidades significativas. O nível de N demandado varia de acordo com a produtividade desejada, de acordo com Petter et al. (2012), para a produção de uma tonelada de grãos são necessários cerca de 80 kg. ha⁻¹ de N, sendo que aproximadamente 50 kg são aproveitados pelos grãos, ficando o restante nos restos culturais.

Essa alta demanda de N é geralmente suprida pela fixação biológica de nitrogênio (FBN), sendo ela responsável por mais de 80% do N alocado na planta, o

que pode representar até 300 kg.ha⁻¹ a cada safra; entretanto, as bactérias fixadoras não estão disponíveis naturalmente nos solos brasileiros, sendo imprescindível a inoculação das sementes (SANTOS NETO et al.,2013). Cabe ressaltar que além da inoculação, são aplicadas baixas quantidades de fertilizantes nitrogenados nas culturas de soja, com a função de auxiliar no aproveitamento do N.

Embora a quantidade de micronutrientes exigida pela cultura seja baixa, esses elementos apresentam em sua maioria funções auxiliares na FBN. Dentre eles os principais na produção de soja são o Co e Mo. Ambos facilitam o desenvolvimento das bactérias e a nodulação, contribuindo diretamente na absorção de N (SFREDO; OLIVEIRA, 2010; DIAS et al., 2017).

2.4 Fixação Biológica de Nitrogênio

A inoculação da soja é realizada por materiais que contenham bactérias do gênero *Bradyrhizobium*, microrganismos simbióticos capazes de fixar o nitrogênio atmosférico N₂ (PETTER et al. 2012). Quando comparada ao fornecimento de N por meio de adubação química, a FBN pode apresentar redução de até 95% nos custos; ainda, a inoculação permite a nodulação precoce das raízes, aumentando a disponibilidade de N em forma absorvível pelas plantas, melhorando assim o seu desenvolvimento (SILVA JUNIOR, 2019).

Na fixação biológica o N é capturado do ar e fixado pelas bactérias diazotróficas. Essas bactérias apresentam a enzima nitrogenase que transforma o nitrogênio não absorvível, de forma que consiga ser aproveitado pelas plantas. As plantas fornecem o carbono e as bactérias fornecem o nitrogênio, sendo assim, uma relação simbiótica (CÂMARA, 2014).

As bactérias que realizam a FBN são também chamadas de diazotróficas e podem colonizar os tecidos das plantas, com ou sem a presença de nódulos. Existem dois tipos principais, que são os associativos e os simbióticos, sendo o *Azospirillum brasilense* e *Bradyrhizobium* spp., respectivamente (HUNGRIA, 2016). Cabe salientar que as simbióticas produzem nódulos nas raízes, enquanto que as associativas não, essas estão presentes na rizosfera (DIAS, 2015; HUNGRIA, 2011).

Ainda, a FBN é responsável pelo reabastecimento dos estoques de C e N no solo, o que lhe confere o título de contribuinte na redução de GEE, fator de grande

relevância para o desenvolvimento sustentável (HUNGRIA; NOGUEIRA e ARAÚJO, 2016).

2.4.1 *Azospirillum brasilense*

As bactérias do gênero *Azospirillum* são do tipo gram-negativas, consideradas microrganismos diazotróficos de vida livre, podendo sobreviver sem a presença de um hospedeiro. Ademais, são capazes de fixar nitrogênio em gramíneas como milho, trigo e arroz. Apresentam boa adaptação em regiões competitivas da rizosfera, por demandarem baixas quantidades de energia (PEDREIRA et al., 2017).

Apresentam capacidade de fixação biológica de nitrogênio inferior a de bactérias simbióticas, porém, contribuem com o crescimento do vegetal de diversas formas. Podem influenciar na produção hormonal, modificando o metabolismo das plantas, o que permite uma maior absorção e aproveitamento de água e nutrientes (PORTUGAL, et al., 2016; NUNES, et al., 2015).

O *A. brasilense* é capaz de realizar diversos processos, contribuindo indiretamente com o crescimento das plantas, por meio do aumento de atividade da enzima nitrato redutase. Aumentando a síntese de hormônios como as citocininas, auxinas e outros; além de atuar como controladores biológicos de fitopatógenos. Desta forma, o ganho no desenvolvimento das plantas ocorre devido a uma combinação de vários fatores (HUNGRIA, et al., 2010; QUEIROZ, 2014).

É importante citar que as bactérias associativas disponibilizam para as plantas somente parte do nitrogênio fixado, sendo que a outra parte é excretada, todavia, quando ocorre a mineralização das bactérias há um aumento na quantidade de N disponível, ainda não sendo o suficiente para suprir toda a necessidade da planta. Desta forma, é necessário que seja realizada aplicação de outras fontes de N, mesmo que em menores quantidades (HUNGRIA, 2011).

2.4.2 *Bradyrhizobium japonicum*

Essa espécie é normalmente utilizada na inoculação de leguminosas, em especial a soja. Sendo responsável pela maior parte do N disponibilizado nas plantações de soja do país. Desta forma, o uso de fertilizantes nitrogenados para a cultura tem caído em desuso e quando utilizados são recomendadas doses mínimas, normalmente de 20 kg.ha⁻¹ (ABE et al., 2018).

Durante a infecção das plantas, esses microrganismos formam nódulos nas raízes e após adentrá-las realizam a quebra da tripla ligação do N₂ (dióxido de nitrogênio), tornando-o disponível para as plantas, entretanto, cabe ressaltar que o gasto energético para a realização desse processo é alto e pode ser dificultado quando há presença de fertilizante nitrogenado mineral no solo (BULEGON et al., 2016).

Por fim, pesquisadores têm testado a coinoculação em cultivares de soja e obtido sucesso no aproveitamento de N pelas mesmas. Essa coinoculação é realizada combinando as espécies *B. japonicum* e *A. brasilense*. A alta fixação do N pelas bactérias do gênero *Bradyrhizobium*, juntamente com a produção de fito hormônios do *Azospirillum* permitem que as plantas apresentem um desenvolvimento superior as que são inoculadas com somente uma das espécies. Promovendo acréscimos no crescimento radicular e nodulação, conseqüentemente, uma maior absorção de nutrientes e água, resultando em ganhos de produtividade (BATTISTI; SIMONETTI, 2015).

2.5 Solubilização de Fosfato

O P está entre os nutrientes mais requeridos durante o desenvolvimento de grande parte das culturas, assim como a soja; todavia, a maior parte deste elemento presente nos solos brasileiros se encontra fixado, ou seja, aderido a argila. Desta forma, dificulta a absorção do nutriente pelas plantas, com isso, são aplicadas grandes quantidades de fertilizantes fosfatados nas culturas, trazendo gastos ao produtor (ROSA; CAPONI; ZANÃO JUNIOR, 2016)

Uma alternativa para redução dos gastos com adubos fosfatados é a utilização de fosfatos naturais, entretanto, estes são caracterizados pela sua baixa solubilidade. Sabendo disso, pesquisadores iniciaram recentemente com sucesso, a utilização de microrganismos que apresentam a capacidade de solubilizar essa fonte de fósforo, aumentando a eficiência em sua aplicação; além disso, a utilização destes materiais contribui com o meio ambiente, por reduzir a utilização de fertilizantes sintéticos (MASSENSINI et al., 2016).

A solubilização do fosfato é realizada a partir da liberação de prótons, que são resultado do metabolismo destes microrganismos. Após a liberação, ocorre uma modificação no pH da solução do solo presente na rizosfera e com isso há uma

mudança na disponibilidade do nutriente, facilitando sua absorção pelas plantas. Em alguns casos pode ocorrer a liberação de ácidos orgânicos aniônicos (AOA) que também contribuirão com a solubilização, por meio da acidez (BONILLA, 2015).

Enfim, são capazes de realizar a solubilização dos fosfatos naturais algumas bactérias do gênero *Bacillus*, como a *Bacillus subtilis* e a *Bacillus megaterium*. Estas permitem que as raízes absorvam maiores quantidades de P e ao mesmo tempo recebem compostos fundamentais ao desenvolvimento bacteriano, como açúcares; uma verdadeira relação de simbiose (EMBRAPA, 2019). Os estudos sobre as bactérias solubilizadoras de fosfato ainda são escassos, principalmente na região norte; fator que ressalta a necessidade de ensaios como este no estado de Rondônia.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização

O experimento foi realizado em casa de vegetação localizada no campo experimental do Centro Universitário São Lucas de Ji-Paraná (UniSL), nas coordenadas geográficas: latitude 10°52'53" Sul e longitude 61°30'45" Oeste, com altitude de 159 metros. O clima em Rondônia é equatorial com transição do tipo Aw (CARREIRA et al., 2016).

A temperatura média anual oscila em torno de 25°C, durante o mês mais frio superior a 18°C e um período seco bem definido durante a estação de inverno. Precipitação pluviométrica varia entre 1.400 e 2.600 mm/ano com umidade relativa do ar em torno de 80% a 90% no verão, e em torno de 75%, no outono-inverno (SEDAM, 2012).

3.2 Delineamento experimental

O delineamento empregado foi o inteiramente casualizados (DIC), com 5 tratamentos de adubação fosfatada contendo 4 repetições. Sendo uma testemunha (CONTROLE), não recebendo nenhum tipo de adubação ou inoculação; adubação completa de fósforo, sem inoculantes (SBP); adubação com 50% da dose recomendada de P₂O₅ + inoculantes (50BP); adubação com 75% da dose recomendada de P₂O₅ + inoculantes (75BP); adubação com 100% de P₂O₅ + inoculantes (100BP).

A adubação com K foi realizada de acordo com a análise de solo. Como fonte de N utilizou-se a ureia (20 kg.ha^{-1} de N), para P o superfosfato simples (SFS) e para o K o cloreto de potássio (KCl), condicionados em um formulado 08-28-16. A dose considerada recomendada para o P_2O_5 foi de 60 kg.ha^{-1} . Foi considerado a dose recomendada de 100 ml.ha^{-1} para os fixadores de N e solubilizador de P.

O procedimento de co-inoculação foi realizado no momento da semeadura, sendo utilizadas duas bactérias fixadoras de nitrogênio: *Azospirillum brasilense* e *Bradyrhizobium japonicum*, atuando também como promotoras de desenvolvimento para a cultura, também foi incluso um inoculante solubilizador de fósforo a base de duas bactérias do gênero *Bacillus* com o intuito de aumentar a eficiência de absorção deste nutriente. Os produtos comerciais utilizados serão Biomamais, formado a partir de cepas da bactéria *A. brasilense*, é um inoculante que fixa nitrogênio e auxilia a planta promovendo seu crescimento e sua recomendação é de 100 ml.ha^{-1} . Biomaphos, inoculante líquido, onde seu uso é recomendado para o tratamento de sementes, ou aplicado direto no sulco de semeadura. Pioneira na solubilização de P no Brasil, desde o primeiro surgimento da raiz, associa-se se multiplicando e colonizando em toda rizosfera. O processo é iniciado com a liberação de cepas de *B. megaterium* e *B. subtilis*, que irão processar e produzir ácidos orgânicos que irão tornar disponíveis a fração de P ligados ao Ca e Fe, tornando o nutriente disponível e de fácil assimilação para a planta e sua recomendação é de 100 ml.ha^{-1} . Nodusoja é um fixador de N turfoso, onde bactérias do gênero *B. japonicum* irá converter o N molecular em amônia. A bactéria irá absorver o N presente na atmosfera, e transforma-lo, deixando disponível no solo para que a planta consiga absorvê-lo.

3.3 Condução experimental

Na ocasião do plantio foram semeadas 3 sementes diretamente no vaso. Sendo utilizados vasos de 2,5 L e quando as mudas apresentaram de três a quatro folhas verdadeiras, realizou-se a retirada das plantas excedentes permanecendo ao final uma planta por vaso. A irrigação foi realizada diariamente usando um regador na parte da tarde, para evitar a perda de água. A quantidade de água foi determinada através da determinação de capacidade de campo a 60%, sendo determinado 400ml de água por balde. As plantas daninhas que emergiram nos vasos foram retiradas manualmente. O experimento foi conduzido somente durante a fase vegetativa.

3.4 Variáveis

As variáveis analisadas foram: altura de planta (AP), matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca da raiz (MSR), número de nódulos (NN), massa seca de nódulos (MSN). As avaliações foram realizadas de acordo com o método utilizado por BARBOSA (2013).

Mediu-se a altura de planta (AP) da base do colo até a gema apical, ainda nos vasos, com o auxílio de uma régua graduada em centímetros.

Para determinar a matéria seca da raiz (MSR) realizou-se a separação da raiz e parte aérea, sendo medidas e pesadas em uma balança de precisão.

O número de nódulos (NN) foi determinado por meio da contagem dos nódulos, separando os mesmos da raiz manualmente, e a massa seca de nódulos (MSN) por meio da secagem dos mesmos, seguindo a mesma metodologia da determinação de matéria seca da raiz.

Para a análise da variável massa da parte aérea (MSPA) as plantas foram retiradas dos vasos e lavadas com água corrente para que todo o solo fosse retirado, realizando a separação da parte aérea e raiz. Posteriormente, realizou-se a pesagem da parte aérea (talos e folhas) com o auxílio balança de precisão e os resultados foram obtidos em gramas (CORREA; MAUAD; ROSOLEM, 2004).

3.5 Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância. Mediante a constatação de diferenças significativas, os dados foram avaliados por meio do teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, sendo utilizado o Software Sisvar 5.6.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quando submetidos ao teste Tukey, constataram-se diferenças nas médias dos tratamentos aplicados, sendo que na maioria das variáveis o SBP foi inferior aos outros estatisticamente, contudo, em alguns casos como na altura de plantas, o controle obteve médias menores, como esperado (tabela 1).

Tabela 1. Análise para altura de plantas (AP), número de nódulos (NN), massa seca dos nódulos (MSN), matéria seca da parte aérea (MSPA) e matéria seca da raiz (MSR), em função de diferentes doses de P₂O₅, com e sem a presença de bactérias solubilizadoras de P e fixadoras de N, em Ji-Paraná (RO), 2020.

Tratamentos	AP (cm)	NN	MSN (g)	MSPA (g)	MSR(g)
CONTROLE	63.95 d	0 b	0 c	1.62 c	1 b
SBP	69.82 c	1.5 b	0.01 c	3.67 b	2.77 ab
50BP	81.12 b	47.50 a	0.21 b	3.92 b	3.10 a
75BP	84.25 b	36.25 a	0.20 b	4.07 ab	3.47 ab
100BP	146.20 a	60.25 a	0.35 a	5.82 a	3.97 ab
CV (%)	2.57	52.17	22.98	22.41	42.54

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey; CV = coeficiente de variação.

A Co-inoculação consiste na inoculação da soja com o gênero *Bradyrhizobium* e a co-inoculação com o *Azospirillum*, visando incrementos nos caracteres fisiológicos das plantas devido a sua capacidade de fixar nitrogênio e aumentar a síntese de hormônios (BRACCINI et al, 2016), no entanto, a presença de nutrientes como o fósforo é essencial para o seu desenvolvimento e a presença de solubilizadores de fosfato não garante o preenchimento da necessidade total de P, visto que estas somente o convertem em uma forma assimilável pelos vegetais e aumentam a eficiência de absorção (ABREU et al, 2016). Explicando assim o porquê de o SBP ter sido inferior aos outros tratamentos.

Outro fator que pode ter influenciado é que a capacidade de solubilização desses microrganismos é variável, pois a colonização do solo e das raízes por eles depende da sua interação com a microbiota nativa desse solo (GOMES et al, 2011). Portanto, a presença de microrganismos antagonistas pode ter influenciado na solubilização.

Já nos tratamentos em que foram aplicados 50BP e 75BP verificou-se que os resultados estiveram próximos em todas as variáveis, sendo iguais estatisticamente. Havendo diferença estatística somente na matéria seca da parte aérea e da raiz, onde o 50BP foi significativo (tabela 1).

Em geral, o tratamento 100BP apresentou desempenho superior aos outros. Contudo, quando observado o número de nódulos verificou-se que houve significância, assim como no 50BP e 75BP, sendo iguais estatisticamente. Com isso, é possível afirmar que a presença da adubação fosfatada permitiu um bom desempenho dos microrganismos na produção de nódulos independente da dose

utilizada, visto que este é um sistema altamente gastador de energia (ALMEIDA, 2013); desta forma, pode-se dizer que a deficiência de P interfere na produção de nódulos. Todos estes resultados estão dispostos na Tabela 1.

Os coeficientes de variação foram altos quando observados no número de nódulos e matéria seca da raiz, portanto, nesses casos os valores das repetições foram diferentes da média de forma considerável. Esse fator pode ter ocorrido pela amplitude dos valores encontrados entre o controle e o tratamento de 100BP, onde houve grande mudança na condição de fertilidade com relação ao fósforo, visto que este é um nutriente de grande influência no crescimento e desenvolvimento de raízes, principalmente na fase inicial das plantas (ALMEIDA et al, 2017).

Todas as variáveis tiveram um efeito linear crescente, ou seja, a variável aumentou conforme as doses de P_2O_5 foram se aproximando de 100% do recomendado, sendo gradativa entre todos os tratamentos (tabela 1). Todavia, verificou-se que na altura de plantas houve um salto entre o 75BP e 100BP sendo quase o dobro (146,20 cm), o que pode ser explicado pela função do fósforo no desenvolvimento das plantas, visto que é uma fonte direta de energia (ATP); permite a aceleração do metabolismo dos vegetais (ROGÉRIO et al., 2012).

O valor encontrado pode ser considerado satisfatório, pois em outros estudos as alturas de plantas de soja encontradas em função da adubação fosfatada são inferiores, como por exemplo, no trabalho realizado por Alcântara Neto et al. (2010), que avaliando o desenvolvimento da soja em função de doses de P, observaram que a altura máxima encontrada foi de 56,69 cm numa dose de 95,60 kg.ha⁻¹ de P_2O_5 , ou seja, 35 kg a mais do que o utilizado neste ensaio. Essa diferença pode ser justificada pela presença dos solubilizadores de fosfato, que potencializam o efeito do adubo fosfatado, tornando-o prontamente disponível para absorção (LARA; AVILA; PEÑATA, 2011), além do aumento na produção hormônios vegetais promovidos pelos fixadores de nitrogênio, em especial o *A. brasilense* (NOVAKOWISK et al., 2011).

O número de nódulos também cresceu de acordo com o nível de adubação fosfatada empregado, sendo inexistente no controle, onde não houve inoculação. Podendo ser explicado pela ausência de bactérias diazotróficas noduladoras, pois no solo utilizado nunca havia sido aplicado qualquer tipo de inoculante. Entretanto, mesmo quando não há inoculação podem haver bactérias nativas noduladoras no solo (RUFINI et al, 2011); tendo como exemplo o SBP, que não recebeu inoculação, porém,

apresentou a média de 1 nódulo por planta; portanto, é possível que a falta de P tenha resultado na ausência de nódulos. A massa dos nódulos também foi nula no controle, visto que a pesagem foi realizada com os nódulos retirados.

A Co-inoculação pode ser benéfica às plantas, contribuindo para o seu desenvolvimento, em especial da soja. Devido ao fato de não ter sido avaliado o estágio reprodutivo, somente a fase vegetativa; não é possível afirmar por meio deste experimento se a Co-inoculação também promove ganhos na produtividade. No entanto, o fato de tornar as plantas mais nutridas provavelmente terá um impacto positivo na produção.

Somente a utilização de solubilizadores de fosfato não garante o aporte necessário de P para as plantas, sendo importante aplicar fertilizantes fosfatados na lavoura. Entretanto, esses microrganismos permitem que a absorção seja eficiente, desta forma, é possível utilizar menores doses de adubo, proporcionando uma redução nos custos com insumos e uma maior contribuição com o meio ambiente, além de reduzir a acidez dos solos que ocorre devido ao uso recorrente de fertilizantes minerais.

Por fim, devem ser realizados outros estudos voltados a esse ramo da biotecnologia, verificando o comportamento dos microrganismos utilizados; se podem apresentar melhor desempenho em solos e culturas diferentes, além, de testar sua sobrevivência e adaptação em diferentes regiões do país, em especial a norte, visto a escassez de literatura que há para a mesma.

5. CONCLUSÃO

Conclui-se que em geral o uso dos inoculantes proporcionou maior rendimento no desenvolvimento das plantas, porém, não devem ser utilizados como a única forma de fornecer nutrientes a elas. Sendo necessária a utilização de fertilizantes, mesmo que em menores doses.

Dentre os níveis de P_2O_5 aplicados o de 100% apresentou melhores resultados na maioria das variáveis. Portanto, a utilização dos produtos em associação na cultura da soja é viável, podendo trazer ganhos ao produtor.

REFERÊNCIAS

- ABE, R. M.; et al. Inoculação de *Bradyrhizobium japonicum* no crescimento de plantas de soja. **In:** Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia CONTECC, Maceió, 21 a 24 de agosto de 2018. Disponível em: <https://www.confea.org.br/sites/default/files/antigos/contecc2018/agronomia/148_idbjncdpds.pdf> Acesso em: 01.06.2020.
- ABREU, C. S. de; et al. Produção de ácidos orgânicos por bactérias endofíticas de milho solubilizadoras de fosfato. **In:** XXXI Congresso Nacional de Milho e Sorgo, Bento Gonçalves, p. 563-567, 2016. Disponível em: <http://www.abms.org.br/cnms2016_trabalhos/docs/1141.pdf> Acesso em: 01.06.2020.
- ALCÂNTARA NETO, Francisco de; GRAVINA, Geraldo de Amaral; SOUZA, Nara Oliveira Silva; BEZERRA, Antônio Aécio de Carvalho. Adubação fosfatada na cultura da soja na microrregião do Alto Médio Gurguéia. **Revista Ciência Agronômica**, [s.l.], v. 41, n. 2, p. 266-271, jun. 2010. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1806-66902010000200014>.
- ALMEIDA, G. da S. **Caracterização da nodulação e resposta de mudas de *Inga* spp. à inoculação com bactérias diazotróficas, no Parque Nacional Serra do Divisor, Amazônia Ocidental.** 71 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade De Tecnologia. Departamento De Engenharia Florestal. Brasília, 2013. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/13253/1/2013_GloriadaSilvaAlmeida.pdf> Acesso em: 13.06.2020.
- ALMEIDA, L. H. C. de; et al. Silício e disponibilidade de fósforo no crescimento e desenvolvimento de mudas de café. **Cultura Agronômica**, Ilha Solteira, v.26, n.2, p.123-131, 2017. Disponível em: <<https://ojs.unesp.br/index.php/rculturaagronomica/article/viewFile/2388/1802>> Acesso em: 03.06.2020.
- BARBOSA, M. V. **Utilização de rizóbios e fungo micorrízico arbuscular na implantação de um sistema agroflorestal no Semiárido Pernambucano.** 77 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal), Universidade Federal Rural de Pernambuco. Unidade Acadêmica de Serra Talhada, Serra Talhada, 2013. Disponível em: <http://www.pgpv.ufrpe.br/sites/www.pgpv.ufrpe.br/files/documentos/marisangela_via_na_barbosa.pdf> Acesso em: 30.05.2020.
- BARBOSA, N. C.; et al. Distribuição vertical do fósforo no solo em função dos modos de aplicação. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 31, n. 1, p. 87-95, Jan./Feb. 2015. Disponível em: <http://docs.bvsalud.org/biblioref/2018/11/963686/distribucaao-vertical-do-fosforo-no-solo-em-funcao-dos-modos-de_eQzKKi1.pdf> Acesso em: 10.04.2020.
- BATTISTI, A. M.; SIMONETTI, A. P. M. M. Inoculação e coinoculação com *Bradyrhizobium japonicum* e *Azospirillum brasilense* na cultura da soja. **Revista Cultivando o Saber**. Volume 8 - n°3, p. 294 – 301, 2015. ISSN 2175-2214

BONILLA, G. A. E. **Efeito da inoculação de bactérias mobilizadoras de fósforo na compostagem e no desenvolvimento da cana-de-açúcar**. 122 f. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Piracicaba, 2015. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11140/tde-29092015-164939/publico/German_Andres_Estrada_Bonilla_versao_revisada.pdf> Acesso em: 10.04.2020.

BULEGON, L. G.; et al. Componentes de produção e produtividade da cultura da soja submetida à inoculação de *Bradyrhizobium* e *Azospirillum*. **Terra Latinoamericana**, vol.34, n.2 Chapingo, abr./jun. 2016. ISSN 2395-8030 (Versão Online)

CÂMARA, G. M. de S. **Introdução ao agronegócio soja**. USP/ESALQ – Departamento de Produção Vegetal. Piracicaba, 2015. 30 p. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4484506/mod_resource/content/0/LPV%200584%202017%20-%20REVISAO%20Soja%20Apostila%20Agronegocio%20%282%29.pdf> Acesso em: 18.03.2020.

CÂMARA, G. M. de S. Fixação Biológica de Nitrogênio em Soja. **IPNI**. Informações Agronômicas, nº 147, set. 2014. 9 p. Disponível em: <[http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/B7FB85D4FAD745CF83257D660046A90D/\\$FILE/Page1-9-147.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/B7FB85D4FAD745CF83257D660046A90D/$FILE/Page1-9-147.pdf)> Acesso em: 18.03.2020.

CANTELLI, K. C. **Caracterização de linhagens de soja *Glycine max* (L.) Merrill para produção de brotos**. 63 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões. Departamento de Ciências Agrárias. Erechim, 2016. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1049649/1/ID437142016TSDD.pdf>> Acesso em: 18.03.2020.

CARREIRA, J. C.; BRITO, A.C.C.; RUDKE, A. P.; BORGES, H. R. M.; BEZERRA, R. R.; SANTOS, A. M. **Análise geomorfológica do município de Ji-Paraná/RO**. Disponível em: <<http://faesa.br/sea/trabalhos/ANÁLISE%20GEOMORFOLÓGICA%20DO%20MUNICÍPIO%20DE%20JI-PARANÁ,%20RO.pdf>> Acesso em: 25.03.2020.

CAVALLI, C. ; LANGE, A. ; CAVALLI, E. ; WRUCK, F. J. ; SANTOS, P. H. . Adubação fosfatada e nutrição foliar na cultura da soja em solo com fertilidade em construção. **Cultura Agronômica** (UNESP. Ilha Solteira), v. 25, p. 93, 2016.

CAVERO, P. A. S. **Impacto das mudanças climáticas na produtividade da cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merr) na Amazônia – Estudo de caso no Município de Santarém – PA**. 103 f. Tese (Doutorado) - INPA, Manaus, 2016. Disponível em: <<https://bdt.inpa.gov.br/bitstream/tede/2172/5/Poholl%20Adan.pdf>> Acesso em: 08.04.2020.

CONAB - **Companhia Nacional de Abastecimento**. Perspectivas para a agropecuária (Safrá 2018/2019 - Prévía). Volume 6, Brasília, 2018. 54 p. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/images/arquivos/outros/Perspectivas-para-a-agropecuaria-2018-19.pdf>> Acesso em: 18.03.2020.

CORREA, Juliano Corulli; MAUAD, Munir; ROSOLEM, Ciro Antônio. Fósforo no solo e desenvolvimento de soja influenciados pela adubação fosfatada e cobertura vegetal. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v. 39, n. 12, p. 1231-1237, Dez. 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2004001200010&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 26.03.2020

DALL'AGNOL, A.; LAZAROTTO, J. J.; HIRAKURI, M. H. **Desenvolvimento, Mercado e Rentabilidade da Soja Brasileira**. Londrina: Embrapa, 2010. (Circular Técnica, n. 74) ISSN 2176 – 2864. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/854125/1/CT74eletronica.pdf>> Acesso em: 18.03.2020.

DIAS, G. de A.; et al. Desempenho agrônômico da soja, em função de fontes e doses de fertilizantes npk em semeadura. **Revista Produção em Destaque**, Bebedouro SP, 1 (1): 221-245, 2017. Disponível em: <<http://unifafibe.com.br/revistasonline/arquivos/revistaproducaoemdestaque/sumario/53/22052019165430.pdf>> Acesso em: 10.04.2020.

DIAS, M. de S. **Diversity and potential use of N2-fixing bacteria in *Brachiaria***. 2015. 68 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia e Recursos Pesqueiros) - Universidade Jose do Rosario Vellano, Alfenas, 2015.

EMBRAPA. **Produto com tecnologia brasileira pode reverter dependência externa por adubos fosfatados**, 2019. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/45773416/produto-com-tecnologia-brasileira-pode-reverter-dependencia-externa-por-adubos-fosfatados>> Acesso em: 10.04.2020.

EMBRAPA. Prosa Rural - **Manejo do solo para aumento da produtividade de soja**, 2013. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2297162/prosa-rural---manejo-do-solo-para-aumento-da-produtividade-de-soja>> Acesso em: 18.03.2020.

EMBRAPA SOJA. **Soja em números (safra 2018/19)**, 2019. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/web/portal/soja/cultivos/soja1/dados-economicos>> Acesso em: 19.03.2020.

EMBRAPA SOJA. **Tecnologias de produção de soja – Região Central do Brasil 2014**. Londrina, 2013. n. 16, 265p. ISSN 2176-2902. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/95489/1/SP-16-online.pdf>> Acesso em: 19.03.2020.

GRANT, C. A.; FLATEN, D. N.; TOMASCIENWICZ, D. J. SHEPPARD, S. C. A importância do fósforo no desenvolvimento inicial da planta. **POTAFÓS -**

Informações Agronômicas, Piracicaba, n. 95, p.1-16, 2001. Disponível em: <http://www.ipni.net/>. Acesso em: 04.04.2020.

GOMES, E. A.; et al. **Efeito da inoculação de bactérias solubilizadoras de fosfato sobre o crescimento de milheto (*Pennisetum glaucum*) fertilizado com fosfato de rochas**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2011. 24 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 43) ISSN 1679-0154.

HUNGRIA, M. Azospirillum: um velho novo aliado. **FERTBIO**, Goiânia, 16-20 de out. 2016. ISBN: 978-85-86504-15-0

HUNGRIA, M.; et al. Inoculation with selected strains of Azospirillum brasilense and A. lipoferum improves yields of maize and wheat in Brazil. **Plant And Soil**, [s.l.], v. 331, n. 1-2, p.413-425, 13 jan. 2010. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s11104-009-0262-0>.

HUNGRIA, M. **Inoculação com Azospirillum brasilense: inovação em rendimento a baixo custo**. Londrina: Embrapa Soja, 2011. 36p. (Documentos, n. 325) ISSN 1516-781X

HUNGRIA, M.; NOGUEIRA, M. A.; ARAUJO, R. S. Inoculation of Brachiaria spp. with the plant growth-promoting bacterium Azospirillum brasilense: An environment-friendly component in the reclamation of degraded pastures in the tropics. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, 221, p. 125–131, 2016.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção agrícola – Lavoura Temporária**. 2018. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ro/pesquisa/14/10193>> Acesso em: 05.04.2020.

JÚNIOR, Daniel et al. Adubação fosfatada na cultura da soja em Rondônia. **Scientia agraria**, Vol. 9, Nº. 3, 2008, p. 369-375. DOI:<http://dx.doi.org/10.5380/rsa.v9i3.11537>

LARA, C.; AVILA, L. M. E.; PEÑATA, J. L. N. Bacterias nativas solubilizadores de fosfato para incrementar los cultivos en el departamento de Córdoba-Colombia. **Bioteología en el Sector Agropecuario y Agrindustrial**, vol. 9, nº. 2, p. 114-120, Julio - Diciembre, 2011. Disponível em: <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v9n2/v9n2a13.pdf>> Acesso em: 10.06.2020.

LOPES, A. L. C. **Dossiê Técnico: Cultivo e manejo da soja**. Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais / CETEC. Minas Gerais, 2013, 37 p. Disponível em: <http://respostatecnica.org.br/dossie-tecnico/downloadsDT/Mjc2OTI=>> Acesso em: 08.04.2020.

MALAVOLTA, E. Manual de nutrição mineral de plantas. **Editora Ceres**, São Paulo, 2006. 638p.

MASSENSINI, A. M. et al. Isolamento e caracterização de bactérias solubilizadoras de fosfato da rizosfera de *Eucalyptus sp.* **Rev. Árvore**, vol.40 no.1 Viçosa Jan./Feb. 2016. <https://doi.org/10.1590/0100-67622016000100014>

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Brasil fecha safra 2018/2019 com recorde de 242,1 milhões de toneladas de grãos.** Brasília, 2019. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/noticias/brasil-fecha-safra-2018-2019-com-recorde-de-242-1-milhoes-de-toneladas-de-graos>> Acesso em: 18.03.2020.

MARTINI, M. D.; et al. Adubação via solo e via foliar na cultura da soja. **Anais... X SEAGRO – AGRONOMIA – FAG**, 13 e 14 de 2016. Cascavel, p 73-76, 2016. Disponível em: <<https://www.fag.edu.br/upload/revista/seagro/583489feba685.pdf>> Acesso em: 11.04.2020.

MOTTA, P. E. F. et al. Adsorção e formas de fósforo em latossolos: influência da mineralogia e histórico de uso. **Rev. Bras. Ciênc. Solo** [online]. 2002, vol.26, n.2, pp.349-359. Disponível em:< <https://doi.org/10.1590/S0100-06832002000200008>>. Acesso em: 04.04.2020.

NOVAKOWISKI, J. H.; SANDINI, I. E.; FALBO, M. K.; MORAES, A.de; NOVAKOWISKI, J. H.; CHENG, N. C.. Efeito residual da adubação nitrogenada e inoculação de *Azospirillum brasilense* na cultura do milho. **Semina: Ciências Agrárias**, [s.l.], v. 32, n. , p. 1687-1698, 6 dez. 2011. Universidade Estadual de Londrina. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2011v32suplp1687>.

NUNES, P. H. M. P.; et al. Produtividade do trigo irrigado submetido à aplicação de nitrogênio e à inoculação com *Azospirillum brasilense*. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, [s.l.], v. 39, n. 1, p.174-182, fev. 2015. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/01000683rbcS20150354>.

OLIVEIRA JUNIOR, A. de; CASTRO, C. de; OLIVEIRA, F. A. de. **Potássio: cuidados para a manutenção do equilíbrio nutricional da soja.** Londrina: Embrapa Soja. Folder 04/2018 - 1ª impressão - maio/2018. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/178923/1/folder-nutricao-2018-OL-1.pdf>> Acesso em: 10.04.2020.

PARREIRA, L. H. M. et al. Efeito da bactéria *Azospirillum brasilense* na adubação química e orgânica em pastagens constituídas de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.11 n.21; p. 838, 2015.

PEDREIRA, B. C.; et al. Tiller density and tillering on *Brachiaria brizantha* cv. Marandu pastures inoculated with *Azospirillum brasilense*. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, [s.l.], v. 69, n. 4, p.1039-1046, ago. 2017. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1678-4162-9034>.

PORTUGAL, J. R.; et al. *Azospirillum brasilense* promotes increment in corn production. **African Journal Of Agricultural Research**, [s.l.], v. 11, n. 19, p.1688-1698, 12 maio 2016. Academic Journals. <http://dx.doi.org/10.5897/ajar2015.10723>.

PETTER, F. A.; et al. Respostas de cultivares de soja à adubação nitrogenada tardia em solos de cerrado. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 25, n. 1, p. 67-72, jan.-mar., 2012. Disponível em:

<<https://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/caatinga/article/download/2137/pdf/>>
Acesso em: 20.03.2020.

QUEIROZ, I. D. de S. **Implicações da inoculação com *Azospirillum brasilense* e de níveis de N em milho transgênico no cerrado**. 2014. 49 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2014.

RIBEIRO, M. A. V.; et al. Resposta da soja e do eucalipto ao aumento da densidade do solo e a doses de fósforo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, [s.l.], v. 34, n. 4, p. 1157-1164, ago. 2010. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-06832010000400015>.

ROGÉRIO, F.; et al. Efeito de doses de fósforo no desenvolvimento da cultura do Crambe. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 28, Supplement 1, p. 251-255, Mar. 2012. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/13212/8370>>
Acesso em: 10.06.2020.

ROSA, A.; CAPONI, L. H.; ZANÃO JÚNIOR, L. A. Disponibilidade de fósforo em um Latossolo Vermelho em função do pH do solo. **Acta Iguazu**, Cascavel, v.5, Edição Especial "I seminário de Eng. De Energia na Agricultura", p.108-115, 2016.

RUFINI, M.; FERREIRA, P. A. A.; SOARES, B. L.; OLIVEIRA, D. P.; ANDRADE, M. J. B. de; MOREIRA, F. M. de S.. Simbiose de bactérias fixadoras de nitrogênio com feijoeiro-comum em diferentes valores de pH. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, [s.l.], v. 46, n. 1, p. 81-88, jan. 2011. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-204x2011000100011>.

SAATH, K. C. de O.; FACHINELLO, A. L. Crescimento da demanda mundial de alimentos e restrições do fator terra no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, [s.l.], v. 56, n. 2, p.195-212, jun. 2018. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1234-56781806-94790560201>.

SANTOS NETO, J. T.; et al. Adubação nitrogenada, com e sem inoculação de semente, na cultura da soja. **FAZU em Revista**, Uberaba, n.10, p. 8-12, 2013. Disponível em: <<https://www.fazu.br/ojs/index.php/fazuemrevista/article/viewFile/242/411>> Acesso em: 19.03.2020.

SANTOS, R. D.; et al. I Diretriz sobre o consumo de gorduras e saúde cardiovascular. **Arq. Bras. Cardiol.**, vol. 100, no.1, supl.3, São Paulo, Jan. 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0066-782X2013000900001> Acesso em: 19.03.2020.

SEDAM. **Secretaria do Estado de Desenvolvimento Ambiental**. 2012. Disponível em: <<http://www.sedam.ro.gov.br/index.php>>. Acesso em: 25.03.2020.

SFREDO, G. J.; OLIVEIRA, M. C. N. de. Soja, Molibdênio e Cobalto. Londrina: Embrapa Soja, 2010, 36 p. (Documentos, n. 322) ISSN 2176-2937; 322. Disponível em:

<<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/859439/1/Doc322online1.pdf>>
> Acesso em: 08.04.2020.

SILVA, A. C.; LIMA, E. P. C.; BATISTA, H. R. A importância da soja para o agronegócio brasileiro: uma análise sob o enfoque da produção, emprego e exportação. **In: V ENCONTRO DE ECONOMIA CATARINENSE**, 2011, Florianópolis, SC. Anais. Florianópolis: UNESC, 2011.

SILVA JUNIOR, J. P. de. **Inoculação reduz custos com fertilizantes na soja**. Embrapa, 2019. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/46716731/inoculacao-reduz-custos-com-fertilizantes-na-soja>> Acesso em: 19.04.2020.

VALADAO, F. C. de A.; et al. Teor de macronutrientes e produtividade da soja influenciados pela compactação do solo e adubação fosfatada. **Rev. de Ciências Agrárias**, Revista de Ciências Agrárias, 2017, 40(1): 183-195.
DOI:<http://dx.doi.org/10.19084/RCA15092>

TRENTIN, R. et al. Subperíodos fenológicos e ciclo da soja conforme grupos de maturidade e datas de semeadura. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v.48, n.7, p.703-713, jul. 2013. DOI: 10.1590/S0100-204X2013000700002

ZAKIR, M. M.; FREITAS, I. R. Benefícios à saúde humana do consumo de isoflavonas presentes em produtos derivados da soja. **J. Bioen. Food Sci**, 02 (3): 107-116, 2015. Disponível em:

<<http://periodicos.ifap.edu.br/index.php/JBFS/article/viewFile/50/68>> Acesso em: 18.03.2020.