

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIAS E TECNOLOGIA GOIANO

LIDIANE MARIA DOS SANTOS MOREIRA

**SOLUBILIZAÇÃO DE FOSFATOS E PRODUÇÃO DE ÁCIDO INDOL-3-ACÉTICO,
POR MICRO-ORGANISMOS ENDOFÍTICOS RADICULARES E RIZOSFÉRICOS
DE *Hymenaea Coubaril* L.**

**RIO VERDE - GO
2019**

LIDIANE MARIA DOS SANTOS MOREIRA

**SOLUBILIZAÇÃO DE FOSFATOS E PRODUÇÃO DE AIA, POR MICRO -
ORGANISMOS ENDOFÍTICOS RADICULAR E RIZOSFÉRICOS DE *HYMENAEA*
COUBARIL L.**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado à disciplina TCC, do curso de bacharelado em ciências biológicas do Instituto Federal de educação, ciência e tecnologia goiano – campus Rio verde – IFG, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel.

Orientador: Prof.^a Dr.(a) Luciana Cristina Vitorino

RIO VERDE - GO

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano

MMB38n Moreira, Lidiane Maria dos Santos
SOLUBILIZAÇÃO DE FOSFATOS E PRODUÇÃO DE ÁCIDO
INDOL-3-ACÉTICO, POR MICRO-ORGANISMOS ENDOFÍTICOS
RADICULARES E RIZOSPÉRICOS DE Hymenaea--- Coubaril L.
/ Lidiane Maria dos Santos Moreira, orientadora
Luciana Cristina Vitorino. -- Rio Verde, 2019.
26 p.

Monografia (em Ciências Biológicas - Bacharelado)
-- Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, 2019.

1. Biodiversidade. 2. Microbiologia. 3. Jatobá.
4. Crescimento vegetal . 5. fitohormônio. I.
Vitorino, Luciana Cristina, orient. II. Título.

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tese | <input type="checkbox"/> Artigo Científico |
| <input type="checkbox"/> Dissertação | <input type="checkbox"/> Capítulo de Livro |
| <input type="checkbox"/> Monografia – Especialização | <input type="checkbox"/> Livro |
| <input checked="" type="checkbox"/> TCC - Graduação | <input type="checkbox"/> Trabalho Apresentado em Evento |
| <input type="checkbox"/> Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor: Luciane Maria dos Santos Moreira
Matrícula: 2016102230530481
Título do Trabalho: Seleção de papéis e produção de ácido indol 3 acético, por meio de organismos endófitos radiculares e rizofírios de Hymenoclea barbatula

Restrições de Acesso ao Documento

Documento confidencial: Não Sim, justifique: _____

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: ____/____/____
O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não
O documento pode vir a ser publicado como livro? Sim Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referida/a autor/a declara que:

- o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- obteve autorização de quaisquer materiais incluídos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Rio Verde, GO 14/11/2019
Local Data

Luciane Maria dos Santos Moreira
Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Ciente e de acordo:

[Assinatura]
Assinatura do(a) orientador(a)

ATA DE DEFESA DO TRABALHO DE CURSO (TC)

ANO	SEMESTRE
2019	02

No dia 11 do mês de NOVEMBRO de 2019, às 13 horas e 30 minutos, reuniu-se a banca examinadora composta pelos docentes LUCIANA CRISTINA VITORINO, ANA FLÁVIA SOUZA ROCHA E TENILLE RIBEIRO DE SOUZA, para examinar o Trabalho de Curso (TC) intitulado SOLUBILIZAÇÃO DE FOSFATOS E PRODUÇÃO DE ÁCIDO INDOX-3-ACÉTICO, POR MICRO-ORGANISMOS ENDOFITICOS RADICULARES E RIZOSFÉRICOS DE HYMENAEA COURBARIA L. do(a) acadêmico(a) LIDIANE MARIA DOS SANTOS MOREIRA, Matrícula nº 2016102230530481 do curso de CIÊNCIAS BIOLÓGICAS do IF Goiano – Câmpus Rio Verde. Após a apresentação oral do TC, houve arguição do candidato pelos membros da banca examinadora. Após tal etapa, a banca examinadora decidiu pela APROVAÇÃO do(a) acadêmico(a). Ao final da sessão pública de defesa foi lavrada a presente ata, que segue datada e assinada pelos examinadores.

Rio Verde, 11 de NOVEMBRO de 2019

Luciana Cristina Vitorino

Nome:
Orientador(a)

Ana Flávia de Souza Rocha

Nome:
Membro

Tenille Ribeiro de Souza

Nome:
Membro

Observação:

() O(a) acadêmico(a) não compareceu à defesa do TC.

Dedico este trabalho à minha família.

AGRADECIMENTOS

À Deus, por ser meu criador e mentor, fonte de todo o conhecimento;

Ao meu esposo e melhor amigo Francisco das Chagas Gomes Lima, pela dedicação e paciência de todos os dias;

Aos meus avós, Jose Teixeira dos Santos e Rozalina Maria dos Santos, pela dedicação e sacrifícios para que hoje eu estivesse onde estou;

Aos meus filhos Gustavo Santos Novaes e Vitor Emanuel Santos por me incentivarem a buscar o melhor;

À minha tia Eliete Maria dos Santos Ferreira, por estar sempre presente. Sempre mesmo;

À minha Mãe Zeli Maria dos Santos e ao meu irmão Westey Neto dos Santos, pelas orações e incentivo;

À minha orientadora, Professora Dra. Luciana Cristina Vitorino, por aceitar me orientar neste trabalho;

À Mestranda Ana Flavia de Souza Rocha, por me acompanhar durante este trabalho e pelos valiosos ensinamentos;

Ao Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia goiano, e todos os professores do curso de Bacharelado em Ciências biológicas, pela dedicação empregada;

A todos do Laboratório Microbiologia Agrícola do IFGoiano, especialmente aos pesquisadores que colaboraram para este trabalho, Fellipe Oliveira da Silva, e Barbara Gonçalves Cruvinel; pois ninguém trabalha sozinho. Sem a ajuda e conhecimento deles, tudo seria mais difícil.

À Doutora Cintia Faria da Silva, por toda paciência em ensinar, e todo tempo e conhecimento dedicado a mim.

Aos que não acreditaram na minha capacidade, pois me deram forças para prosseguir.

Gratidão a todos!

“Tenho a impressão de ter sido uma criança brincando à beira-mar, divertindo-me em descobrir uma pedrinha mais lisa ou uma concha mais bonita que as outras, enquanto o imenso oceano da verdade continua misterioso diante de meus olhos”.
(Isaac Newton, 1687)

“Na vida, não existe nada a se temer, apenas a ser compreendido”. (Marie Curie)

RESUMO

MOREIRA, LIDIANE MARIA DOS SANTOS. **Solubilização De Fosfatos e Produção De ácido Indol-3-acético, Por Micro-organismos Endofíticos Radicular E Rizosféricos De *Hymenaea Coubari* L.** 2019. 29 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Bacharelado em ciências biológicas. Instituto federal goiano- campus Rio Verde, Goiás. Rio Verde Goiás, 2019.

O Cerrado é considerado o 2º maior bioma em extensão, ocupando uma área de 2.036.448 km², é berço de grandes bacias hidrográficas e apresenta uma grande diversidade florística. É considerado um importante hotspots da conservação no Brasil e segue ameaçado pela expansão agropecuária. A conservação e uso de espécies nativas são de grande importância na utilização em projetos de reflorestamento, recuperação de áreas degradadas, alimentação humana, agropecuária, entre outros; sendo assim, conhecer relações de espécies de plantas com micro-organismos é promissor para o entendimento de como estas adaptações se desenvolveram. Micro-organismos endofíticos e rizosféricos são considerados determinantes no desenvolvimento de seus hospedeiros, auxiliando na absorção de nutrientes e fisiologia das plantas. Também estão ligados na secreção de compostos orgânicos estando intimamente envolvidos na promoção do o crescimento vegetal. Neste sentido, este trabalho teve o objetivo de investigar traços funcionais e de micro-organismos endofíticos e rizosféricos de *Hymenaea coubaril*. Amostras de raízes e solo foram coletadas no Cerrado. No total foram 21 isolados bacterianos e 15 isolados fúngicos, os quais apresentam potencial de solubilização de CaHPO₄, AlPO₄ e FePO₄, produção de Ácido indol acético (AIA). Os isolados bacterianos que HSCB1, HSCB8 E HSCB10, apresentaram resultados satisfatórios nos testes de solubilização de fosfatos e produção de AIA. Os isolados fúngicos HSCF5, HSCF13 E HSCF14, apresentaram resultado variando de “forte a “muito forte”, quando submetidos aos mesmos testes. Conclui-se que os micro-organismos endofíticos radiculares e rizosféricos, isolados do Jatobá do Cerrado, possuem grande potencial para solubilização de fosfatos e produção de AIA in vitro, levantando perspectivas para testes em campo.

Palavras-chave: Biodiversidade, Microbiologia, Jatobá, Crescimento vegetal, fitohormônio.

ABSTRACT

MOREIRA, LIDIANE MARIA DOS SANTOS. **Phosphate Solubilization And Production Of Indole-3-Acetic Acid By Root And Rhizospheric Endophytic Microorganisms Of *Hymenaea Coubaril* L.** 2019. 29 f. Course Conclusion Paper (Undergraduate) - Bachelor of Biological Sciences. Goiás Federal Institute - campus Rio Verde, Goiás. Rio Verde Goiás, 2019.

The Cerrado is considered the 2nd largest biome in extension, occupying an area of 2,036,448 km², is a cradle of large river basins and has a great floristic diversity. It is considered an important conservation hotspots in Brazil and is still threatened by agricultural expansion. The conservation and use of native species are of great importance in the use in reforestation projects, recovery of degraded areas, human food, agriculture, among others; Therefore, knowing relationships between plant species and microorganisms is promising for understanding how these adaptations developed. Endophytic and rhizospheric microorganisms are considered determinant in the development of their hosts, assisting in the absorption of nutrients and plant physiology. They are also linked in the secretion of organic compounds and are closely involved in promoting plant growth. In this sense, this work aimed to investigate functional and endophytic and rhizospheric microorganisms of *Hymenaea coubaril*. Root and soil samples were collected in the Cerrado. In total there were 21 bacterial isolates and 21 fungal isolates, which have potential for solubilization of CaHPO₄, AlPO₄ and FePO₄, indole acetic acid (IAA) production. The bacterial isolates that HSCB1, HSCB8 and HSCB10, showed satisfactory results in phosphate solubilization tests and IAA production. The fungal isolates HSCF5, HSCF13 and HSCF14, showed results ranging from “strong to “very strong” when submitted to the same tests. It can be concluded that root and rhizospheric endophytic microorganisms isolated from Jatobá do Cerrado have great potential for phosphate solubilization and IAA production in vitro, raising perspectives for field tests.

Keywords: Biodiversity, Microbiology, Jatoba, Plant growth, Phytohormonium.

Lista de Tabelas

TABELA 1. Desempenho dos isolados bacterianos na solubilização de fosfatos de acordo com a classificação. -----	11
TABELA 2. Solubilização de fosfato de cálcio (CaHPO ₄), de alumínio (AlPO ₄) e de ferro (FePO ₄) por bactérias obtidos de raízes e rizosfera de <i>Hymenaea courbaril</i> L., em Serra de Caldas, Go. -----	12
TABELA 3. Desempenho dos isolados fúngicos na solubilização de fosfatos de acordo com a classificação. -----	13
TABELA 4. Solubilização de fosfato de cálcio (CaHPO ₄), de alumínio (AlPO ₄) e de ferro (FePO ₄) por fungos obtidos de raízes e rizosfera de <i>Hymenaea courbaril</i> , em Serra de Caldas, Go. -----	13
TABELA 5. produção de ácido indol-acético (AIA) in vitro por fungos endofíticos e rizosféricas de <i>Hymenaea courbaril</i> , em Serra de Caldas, Go. -----	15
TABELA 6. produção de ácido indol-acético (AIA) in vitro por bactérias endofíticas e rizosféricas de <i>Hymenaea courbaril</i> , em Serra de Caldas, Go. -----	16
TABELA 7. desempenho dos isolados fúngicos e bacterianos na produção de AIA de acordo com a classificação. -----	17
TABELA 8. desempenho dos isolados bacterianos, nos testes de solubilização de fosfatos e produção de AIA. -----	18
TABELA 9. desempenho dos isolados fúngicos, nos testes de solubilização de fosfatos e produção de AIA. -----	18

Sumário

1 INTRODUÇÃO	1
2 REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO	2
2.1 Cerrado	2
2.2 <i>Hymeneae courbaril</i> L.	3
2.3 Micro-organismos Endofíticos e Rizosféricos	4
2.4 Fosfato	5
2.5 Ácido indol-3-acético (AIA)	6
3 MATERIAL E METODOS	6
3.1 Obtenção do material vegetal e características do solo	6
3.2 Isolamento dos micro-organismos endofíticos radiculares	7
3.3 Isolamento dos micro-organismos rizosféricos	7
3.4 Purificação e manutenção dos endofíticos e rizosféricos	7
3.5 Avaliação da capacidade de solubilizar fosfato de cálcio, fosfato de ferro e fosfato de alumínio	8
3.6 Avaliação da capacidade de síntese de ácido indol acético (AIA)	8
3.7 Análises estatísticas	9
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO	10
7 CONCLUSÃO	19
8 REFERÊNCIAS	19

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é formado por biomas distintos que apresentam diferentes vegetações, são eles: Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa e Pantanal. Com abundância de espécies endêmicas, o Cerrado vem sofrendo excepcional perda de habitat, ainda assim, é considerado um *hotspot* mundial de biodiversidade, pela sua diversidade biológica, reconhecido como a savana mais rica do mundo (MACHADO et al, 2004).

Dentre as espécies vegetais que se destacam no Cerrado podemos citar o *Hymenaea coubaril* L., popularmente conhecido como Jatobá. Não há relatos na literatura, sobre a comunidade rizosférica e endofítica associada ao Jatobá.

A influência dos micro-organismos que vivem associados simbioticamente à planta está relacionada às suas atividades metabólicas únicas, que possibilitam a promoção do crescimento (COMPANT et al., 2010). Eles aumentam a aquisição de nutrientes pelas plantas e estão envolvidos em uma ampla gama de processos biológicos, incluindo a transformação de nutrientes insolúveis do solo. (ALORI et al., 2017).

Entre esses processos biológicos, está a capacidade de realizar fixação biológica de nitrogênio (ASHRAF et al., 2011); solubilização de fosfatos (RODRIGUEZ et al., 2009), produção de fitormônios (SIDDIKEE et al., 2010; CASSÁN et al., 2009). Além de agirem no controle biológico de patógenos (WANG et al., 2009; PANDYA et al., 2015) sendo assim, podem ser utilizados na produção de antibióticos e outros compostos de interesse farmacêutico (STROBEL, 2003).

Para Alori et al (2017), muitos micro-organismos do solo são capazes de solubilizar fosfato insolúvel do solo e torná-lo disponível para as plantas, assim como possuem a capacidade de sintetizar fitormônios; Melhorando o crescimento e o rendimento da mesma. Assim, a inoculação de sementes e/ou solo com Micro-organismos Solubilizadores de Fosfato é uma estratégia promissora para melhorar a produção mundial de alimentos sem causar qualquer risco ambiental.

Alguns fungos são produtores de substâncias secundárias, que podem atuar como inibidores de herbivoria (MAHAPATRA & BANERJEE, 2012; MUSAVI et al., 2015).

Estudar as relações de espécies de plantas com micro-organismos é promissor para o entendimento de como estas adaptações se desenvolveram frente

aos eventos de simbiose. Assim trabalhos como este se destaca por ser um ponto de partida para novas descobertas de importância biotecnológicas, pois descreve uma diversidade funcional bem como de espécies ainda desconhecida.

Este estudo pretendeu conhecer a diversidade e a funcionalidade, da comunidade endofítica e rizosférica associada a uma planta nativa do Cerrado. Essa estratégia se justifica pelos esforços cada vez maiores em se prospectar a diversidade biológica encontrada nos diversos ecossistemas do planeta, sobretudo em hotspots de diversidade, como o Cerrado, onde a diversidade encontra-se altamente ameaçada pela intensa fragmentação e ampliação das áreas de produção agrícola.

Sendo assim esse os objetivos deste trabalho foi avaliar o potencial da microbiota endofítica radicular e rizosférica de *Hymenaea coubaril* L. amostrada no Cerrado, em solubilizar fosfatos e sintetizar AIA, visando a promoção do crescimento vegetal.

2 REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

2.1 Cerrado

O Cerrado é considerado o 2º maior bioma em extensão, ocupando uma área de 2.036.448 km². Nele encontram-se as nascentes das três maiores bacias hidrográficas da América do Sul (Amazônica/Tocantins, São Francisco e Prata), o que resulta em um elevado potencial aquífero e favorece a sua biodiversidade. (MMA, 2019).

O Cerrado abriga grande diversidade florística, sendo estimado 6 mil espécies endêmicas que são constantemente ameaçadas principalmente pelo o avanço da agricultura e pecuária, por este motivo é considerado um importante *hotspots* da conservação no Brasil. Previsões para 2030 seriam que áreas nativas de Cerrado poderiam estar restritas às áreas protegidas (MACHADO et al, 2004), outro autor mantém estimativas para 2050 (STRASSBURG et al., 2017). Destacando a importância de sua preservação.

A conservação e uso de espécies nativas são de grande importância na utilização em projetos de reflorestamento, recuperação de áreas degradadas e obtenção de produtos secundários, para uso medicinal, alimentação humana, agropecuária, paisagismo, biocombustível entre outros (SILVA, 2014).

As plantas de Cerrado dificilmente podem ser preservadas fora de seu habitat natural, assim como é difícil restaurar essa vegetação onde a mesma tenha sido completamente destruída, tornando indispensável a busca de eficientes métodos para propagação (JULIÃO, 2017).

2.2 *Hymenaea courbaril* L.

Hymenaea courbaril L., popularmente conhecido como jatobá, pertence à família das *Caesalpinaceae*, trata se de uma árvore de 15 a 20 m de altura com ocorrência em floresta semidecídua. Trata se de uma espécie polimórfica, apresentado 6 variedades: *courbaril*, *altissima*, *longifolia*, *stilbocarpa*, *villosa* e *sessilis* (TONINI, 2003).

Segundo Kageiama et al. (1990) o jatobá é uma espécie de ocorrência em mata ciliar ou de várzea, em solo úmido sujeito à inundação periódica o que o torna uma espécie climax pertencente ao grupo das indicadoras acompanhantes. Seus frutos se apresentam em vagens lenhosas com poupa farináceas altamente proteicas e odor adocicado. São comestíveis e produzem de 2 a 8 sementes (LORENZI, 1992).

Além de fornecer madeira de qualidade, a espécie *H. courbaril* L. vem sendo foco de várias pesquisas, isso devido seus frutos apresentam substâncias com propriedades biológicas, como os taninos (NOGUEIRA et al., 2001).

Sales et al. (2014) demonstra em seus estudos que o óleo essencial de *H. courbaril*, possuem boa atividade antimicrobiana a espécie *Staphylococcus aureus*. Já Fernandes et al. (2015) relata que o extrato de *H. courbaril*, foi eficiente na inibição de *Escherichia coli*, proveniente de suínos.

De acordo com Rosário et al. (2011), a sementes *H. courbaril*, possuem em seu óleo essencial, compostos xiloglucanos com atividade antioxidante, que podem ser classificados como modificadores de respostas biológicas.

Tonini (2003), cita que a resina de *H. courbaril* L, é utilizada como verniz e incenso. Ainda de acordo com Tonini (2003), o chá da casca é utilizado por indígenas como antiemorrágico. Em diversas partes do mundo o uso de partes de *H. courbaril* na medicina vai desde dor no estomago, fungicidas e laxantes até uso em doenças como bronquite, tuberculose e desintéria.

Ainda não se tem estudos sobre a comunidade endofítica radicular e rizosférica do jatobá. Devido as características mencionadas anteriormente e sua importância ecológica o *H. courbaril* foi escolhido para este trabalho.

2.3 Micro-organismos Endofíticos e Rizosféricos

Para Ferrara (2006), micro-organismos endófitos, são aqueles que realizam pelo menos uma parte do seu ciclo no interior da planta. A comunidade endofíticas é constituída principalmente por fungos e bactérias e, ao contrário dos micro-organismos patogênicos, não causam prejuízos ao hospedeiro, sem estimular a diferenciação de nenhuma estrutura na planta, tais como nódulos, sendo assim são considerados mutualistas (NETO et al., 2002).

Uma vez que o endófito atravessou as barreiras vegetais, este pode se estabelecer em qualquer compartimento da planta independente do ponto de entrada. Os micro-organismos endófitos podem colonizar o ambiente que oferece as melhores condições para seu estabelecimento (YESQUÉN, 2018).

Uma grande diversidade de bactérias, tem sido descrita como endofíticas, principalmente as pertencentes ao filo Proteobacteria, seguido por Firmicutes, Actinobacteria e Bacteroidetes (ROSENBLUETH e MARTÍNEZ-ROMERO, 2006). Já os fungos endofíticos são um grupo diversificado de ascomicetos (ARNOLD, 2007).

A rizosfera é a região de solo que circundas as raízes das plantas (JUNIOR et al., 1996). É na rizosfera que vários micro-organismos encontram ambiente e substrato ideal para sua proliferação, sendo denominados micro-organismos rizosféricos.

De acordo com Kanchiswamy et al. (2015), a interação entre micro-organismos endofíticos e rizosféricos, e plantas, confere vantagens importantes, como produção de fito hormônios, proteção contra herbívora, proteção contra patógenos, além de tolerância a estresse hídrico e produção de metabolitos importantes.

Fierro-Cruz et al. (2017), descreve em seu experimento, que fungos endofíticos isolados de *Trattinnicka rhoifolia* (Bursearaceae), apresentaram efeito antagonista, inibindo o crescimento do patógeno *Fusarium oxysporum*.

Semelhantemente, Zotti et al, (2018), obteve resultado satisfatório, avaliando o potencial de controle biológico utilizando o fungo endofítico isolado de *Piper*

amalago, contra o patógeno *Didymella bryoniae*, que afeta a cultura de melancia, (*citrullus lanatus*).

A inoculação com diferentes bactérias endofíticas do gênero *Bacillus*, demonstrou ser eficiente para a promoção do crescimento de plantas de milho (LOBO, 2018).

Kozusny-Andreani, Agiado e Andreani Junior (2014), descreve em seu trabalho, que a utilização de Rizobactérias no cultivo de cenoura, apresentaram efeitos benéficos em seu desenvolvimento, o resultado pode ser observado, na produção de fitomassa da parte aérea, já nas raízes, ocorreu uma maior acumulação de N e P.

Santos, Santana e Lara (2018), descrevem que a inoculação com os fungos micorrizicos, nativos da rizosfera do ipê amarelo, aumenta a massa seca das plantas de milho, tornando-se, um inoculante promissor para o cultivo.

2.4 Fósforo

O fósforo (P) é um dos principais macronutrientes essenciais para o crescimento e desenvolvimento das plantas. É indispensável e vários processos biológicos, tais como metabolismo energético, biossíntese de fosfolipídios e ácido nucléico e outros processos citados por Rocha e seus colaboradores (2007).

Na solução do solo, o P é absorvido pelas plantas sob a forma de ânions $H_2PO_4^-$ em solos ácidos e HPO_4^{2-} . Nos solos altamente intemperizados, como os Latossolos, predominam as formas inorgânicas ligadas à fração mineral com alta energia e as formas orgânicas estabilizadas física e quimicamente (SANTOS; GATIBONI; KAMINSKI, 2008).

A quantidade de P presentes na solução do solo é muito pequena, por este motivo, precisa se reabastecido continuamente. Isso pode ser feito, através da liberação do Fósforo presente na matéria orgânica e nos minerais. O P da matéria orgânica só se torna disponível com a ação de micro-organismos do solo. A adubação fosfatada responde de formas diferentes, sendo influenciada por fatores como a espécie, variedade vegetal cultivada e condições climáticas. A adubação química, gera residual, e sua eficácia é reduzida com o tempo o que exige adubação periódica (SOUSA; LOBATO, 2003).

Os micro-organismos têm um papel importante em todos os ciclos dos solos isso inclui o a ciclagem do P. Eles podem solubilizar e mineralizar o P proveniente

de compostos orgânico e inorgânicos tornando os disponíveis para as plantas. (KHAN et al, 2009).

2.5 Ácido indol-3-acético (AIA)

Os hormônios vegetais, conhecidos como fitormônios, são substâncias orgânicas importantes para o desenvolvimento da planta. Destaca entre os fitormônios as auxinas, Citocininas, Etilenos, Giberelinas e Ácido Abscísico (RAVEN et al., 2001). Stroschein et al, (2011) diz que os rizóbios são capazes de promover o crescimento de plantas não leguminosas por produção de fitormônios.

O Ácido Indol-3-acético (AIA), encontra-se no grupo das auxinas, e por isso é o fitormônio mais estudado atualmente (CASSÁN; VANDERLEYDEN; SPAEPEN, 2013). O AIA tem grande influência na taxa de crescimento dos meristemas apicais, flores e frutos, (TAIZ; ZEIGER, 2004). É responsável pelo alongamento e síntese de células, promovendo a formação de raízes adventícias no caule e a expansão radicular e conseqüentemente o crescimento da planta. Ainda de acordo com Thaiz; Zeiger (2004), o principal precursor para síntese do AIA é o aminoácido Triptofano (Trp).

A produção de AIA por parte das bactérias, já está sendo estudada a muito tempo. Patten e Glick (1996) estimam em seus trabalhos que 80% de bactérias rizosféricas sintetizam esse fitormônio na presença de Trp.

Existem estudos que destacam a produção de AIA por bactérias *A. brasilense* independentes de Trp (PRINSEN et al. 1993).

3 MATERIAL E METODOS

Os procedimentos foram realizados no laboratório de microbiologia agrícola do Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde.

3.1 Obtenção do material vegetal e características do solo

Foram amostrada uma muda jovem, totalmente desenvolvida, de ocorrência natural da espécie *H. courbaril*. A amostragem ocorreu Cerrado (mata de galeria) na área de preservação permanente do Parque da Serra de Caldas (Rio Quente-GO)

As mudas foram retiradas em blocos de solo, cortados a 30 cm de distância do caule, de forma a proteger a raiz. Posteriormente as mudas foram acondicionadas em saco plástico esterilizado, imersas em gelo e transportadas para o Laboratório de Microbiologia Agrícola do Instituto Federal Goiano campus Rio

Verde. Também foi realizada a coleta e armazenamento asséptico de 10g de solo que estava em contato direto com as raízes de cada uma das plantas coletadas. As raízes foram imediatamente conduzidas à assepsia.

3.2 Isolamento dos micro-organismos endófitos radiculares

Fragmentos de raízes de aproximadamente 10 cm de comprimento foram amostrados a partir do espécime e submetidos a tratamento prévio de desinfestação, segundo método descrito por Petrini & Muller (1986), com modificações. As amostras foram lavadas em água corrente, posteriormente imersas em água de torneira com detergente neutro e agitadas em mesa agitadora a 150 rpm, por 5 minutos. O material então foi levado ao fluxo laminar para assepsia com álcool 70%/ 1min; hipoclorito de sódio (2,5%) de cloro ativo /3min, e novamente álcool 70%/ 30 seg. Como controle do processo de assepsia, foi coletado 500 µL da água utilizada no enxágue final das amostras, para inoculação em tubos contendo 5 mL de caldo nutriente. Fragmentos de aproximadamente um cm de raiz, foram obtidos com auxílio de pinça e tesoura e distribuídos superficialmente em placas de Petri contendo meio BDA (Infusão de 200g de batata, dextrose 20g, ágar 15g e água q.s.p. 1000mL). As placas foram incubadas em estufa bacteriológica a 30°C.

3.3 Isolamento dos micro-organismos rizosféricos

As alíquotas de 10g de solo foram transferidas para Erlenmeyers de 250 mL, contendo solução salina (0,85% NaCl), esterilizada. Os frascos ficaram sob agitação por meia hora em temperatura ambiente (28 ± 1 °C). Transcorrido esse tempo, foi feita diluição seriada, fator 10 em solução salina (0,85% NaCl) e plaqueamento em superfície em meio NA (ágar nutriente). As placas foram incubadas a $28^\circ\text{C} \pm 1$ °C, por um período de 24 a 48 horas.

3.4 Purificação e manutenção dos endofíticos e rizosféricos

Colônias bacterianas individuais foram purificadas por esgotamento por estria em ágar nutriente, os fungos foram purificados por obtenção de micélio jovem que surgem das bordas dos fragmentos. Os isolados foram estocados em geladeira a 4°C.

3.5 Avaliação da capacidade de solubilizar fosfato de cálcio, fosfato de ferro e fosfato de alumínio

Para a avaliação das fontes de fósforo, utilizou o meio de cultura GEL (glicose, 10g; extrato de levedura, 0,5g e ágar, 15g L⁻¹) como testemunha e suplementado com uma das três fontes (CaHPO₄, AlPO₄ ou FePO₄), na proporção de 0,89 g L⁻¹ de P. O fosfato de cálcio foi obtido pela adição de 1 mL de uma solução de K₂HPO₄ a 5% e 1 mL de uma solução de CaCl₂ a 10% por 10 mL de meio (SYLVESTER-BRADLEY et al., 1982). O de alumínio (fosfato de alumínio básico, p.a., Merck) foi adicionado na forma de suspensão na proporção de 3,5 g L⁻¹ de meio. O fosfato de ferro (fosfato férrico granulado, p.a., Merck), por se encontrar na forma de grânulos, foi moído e passado em peneira com malha de 0,053 mm. O material peneirado foi então utilizado na forma de suspensão na proporção de 4,33 g L⁻¹ (SILVA FILHO & VIDOR 2000).

As amostras bacterianas foram crescidas sob agitação constante com o auxílio do agitador orbital em rotação de 90 rpm, por 72h, a 30 °C, em meio de cultivo líquido GL (10g glicose, 2g extrato de levedura), e foram retirados asepticamente 3 mL de cada cultura para se determinar a densidade óptica (DO), a 600 nm. Todas as amostras bacterianas tiveram sua DO ajustada por meio de diluição com solução salina (0,85%). Para as amostras fúngicas, estas foram crescidas em meio BDA (infusão de 200g de batata, dextrose 20g e ágar 15g), por 4 dias, a 30 °C. Os testes foram realizados em triplicata.

Após o crescimento, para as amostras de bactérias, foi inoculado 1 mL da cultura previamente padronizada em 10 mL de meio líquido GL e adicionado 1,26 g L⁻¹ de cada uma das fontes fosfatadas (CaHPO₄, FePO₄ e AlPO₄). Para os fungos, foi retirado um disco de 5 mm de diâmetro com crescimento micelial e inoculados em frasco de penicilina (um disco por vidro). As culturas permaneceram sob agitação a 90 rpm, em 30 °C, por 72h. Posteriormente, foi realizada a medição do pH. Para a determinação da quantidade de P inorgânico, foi realizado o método colorimétrico da vitamina C, de Gadagi e Sa (2002).

3.6 Avaliação da capacidade de síntese de ácido indol acético (AIA)

A quantificação de ácido indol acético (AIA) foi feita de acordo com Kuss et al. (2007), em meio DYGS (2g glicose, 1,5g peptona, 2g extrato de levedura, 0,5g KH₂PO₄.7H₂O, 0,5 g MgSO₄.7H₂O). Uma curva padrão de AIA foi construída com auxina comercial e correlacionada com a absorvância da amostra bacteriana. Os

valores serão expressos em $\mu\text{g mL}$. Para isso, foi inoculado 1 mL de cada uma das culturas padronizada em 9 mL de meio caldo nutriente, suplementado com 100 μL de triptofano e, para os fungos, foi retirado um disco de 5 mm de diâmetro com crescimento micelial. Após 72h de incubação, a 30 °C, no escuro a 90 rpm, foram centrifugados (12.000 rpm), por 5 min, a 4 °C. Em seguida, 1 mL do sobrenadante de cada isolado foi transferido para tubo de ensaio, sendo adicionado 1 mL do reagente Salkowski (1,875g $\text{FeCl}_{3.6}\text{H}_2\text{O}$, 100 mL H_2O e 150 mL H_2SO_4). Os tubos foram mantidos no escuro por 20 min. Em seguida, foi realizada a leitura em espectrofotômetro (530 nm).

3.7 Análises estatísticas

As análises estatísticas foram realizadas com o programa computacional Sisvar (Ferreira, 2008) e foi utilizado o teste de Scott-Knott a 5%.

O intervalo de variação de cada tratamento foi submetido ao modelo estatístico de Quartis, onde Q1, Q2 e Q3, São valores dados a partir do conjunto de observações ordenado em ordem crescente, que dividem a distribuição em quatro partes iguais. O primeiro quartil, Q1, é o número que deixa 25% das observações abaixo e 75% acima, enquanto o terceiro quartil, Q3, deixa 75% das observações abaixo e 25% acima. Já Q2 é a mediana, deixa 50% das observações abaixo e 50% das observações acima.

Os parâmetros utilizados foram:

Para bactéria:

CaHPO ₄	AlPO ₄	FePO ₄
≤ Q1 (6,291) = Fraco	≤ Q1 (0,506) = Fraco	≤ Q1 (2,929) = Fraco
≤ Q2 (6,561) = Moderado	≤ Q2 (0,602) = Moderado	Q≤ 2 (3,488) = Moderado
≤ Q3 (6,710) = Forte	≤ Q3 (0,697) = Forte	≤ Q3 (3,895) = Forte
> 6,710 = Muito Forte	> 0,697 = Muito Forte	> 3,895 = Muito Forte

Para fungos:

CaHPO ₄	AlPO ₄	FePO ₄
≤ Q1 (0,976) = Fraco	≤ Q1 (0,127) = Fraco	≤ Q1 (0,427) = Fraco
≤ Q2 (1,207) = Moderado	≤ Q2 (0,189) = Moderado	≤ Q2 (0,555) = Moderado
≤ Q3 (1,264) = Forte	≤ Q3 (0,292) = Forte	≤ Q3 (0,647) = Forte
>1,264 = Muito Forte	> 0,292 = Muito Forte	> 0,647 = Muito Forte

Para síntese de AIA:

FUNGOS	BACTÉRIAS
≤ Q1 (20,46) = Fraco	≤ Q1 (4,04) = Fraco
≤ Q2 (40,29) = Moderado	≤ Q2 (7,26) = Moderado
≤ Q3 (47,64) = Forte	≤ Q3 (8,91) = Forte
>4764 = Muito Forte	> 8,91 = Muito Forte

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No total foram isolados 36 micro-organismos, dos quais foram 21 isolados bacterianos e 15 isolados fúngicos.

-Capacidade de solubilizar CaHPO_4 , FePO_4 e AlPO_4

Todos os micro-organismos testados apresentaram ser potenciais solubilizadores de fosfatos. Para a solubilização de AlPO_4 todos os isolados foram superiores ao tratamento controle ($-0,130 \text{ mg L}^{-1}$), com destaque para os isolados HSCB15 ($0,861 \text{ mg L}^{-1}$) e HSCB20 ($0,789 \text{ mg L}^{-1}$).

Para a solubilização de FePO_4 as bactérias demonstraram maior eficiência quando comparadas ao controle, destacando-se as cepas HSCB1 ($4,389 \text{ mg L}^{-1}$), HSCB2 ($4,284 \text{ mg L}^{-1}$) e HSCB6 ($4,272 \text{ mg L}^{-1}$).

Para solubilização de CaHPO_4 todos os isolados testados apresentaram resultados positivos. Os isolados HSCB21 ($6,968$), HSCB17 ($6,807$) e HSCB11($6,826$) foram excelentes em relação ao controle ($0,718$).

Em todos os tratamentos as bactérias testadas para solubilização reduziram o pH do meio, em relação ao controle sem inoculação. A acidificação do meio de cultura pelos isolados pode ser atribuída à produção de ácidos orgânicos pelas bactérias (MARRA et al., 2012).

A produção de ácidos orgânicos tem sido o principal mecanismo para realizar a solubilização de P (KALAU, 2019). Forte correlação positiva tem sido relatada entre índice de solubilização e ácidos orgânicos produzido (ANAND et al., 2016).

Os ácidos orgânicos que solubilizam os fosfatos são principalmente cítricos, láctico, glucônico, 2-cetoglucônico, oxálico, glicônico, acético, málico, fumárico, succínico, tartárico, malônico, glutárico, pro-ácido pionico, butírico, glioxálico e adípico (KUMAR; KUMAR; PATEL, 2018), (NIKITHA; SADHANA; VANI, 2017), (KB et al., 2017), (YOUSEF et al., 2011), (AHMED; SHAHAB, 2009). O ácido glucônico é relatado como o principal componente ácido produzido por bactérias solubilizantes

de fosfato, como *Pseudomonas sp.*, *Erwinia herbicola* e *Bur-Kholderia cepacia*, (RODRÍGUEZ; FRAGA, 1999).

Os resultados obtidos no teste de solubilização de fosfatos por bactérias endofíticas e rizosféricas de *Hymenaea courbaril* podem ser observados na tabela 2. A capacidade de solubilização do fosfato dos micro-organismos isolados variou de 6,060 a 6,968 para CaHPO_4 , 0,409 a 0,922 para AlPO_4 e 2,315 a 4,386 para FePO_4 .

De acordo com a classificação, o isolado HSCB1 se destacou, obtendo a classificação forte a muito forte em todos os tratamentos submetidos. Já os isolados HSCB10 e HSCB15, obtiveram classificação moderado a forte (Tabela 1).

Tabela 1. Desempenho dos isolados bacterianos na solubilização de fosfatos de acordo com a classificação.

		CaHPO_4	FePO_4	AlPO_4
HSCB1	Endofíticos	Forte	Forte	Muito Forte
HSCB2	Endofíticos	Fraco	Forte	Muito Forte
HSCB3	Endofíticos	Fraco	Muito Forte	Muito Forte
HSCB4	Endofíticos	Fraco	Muito Forte	Forte
HSCB5	Endofíticos	Fraco	Forte	Muito Forte
HSCB6	Endofíticos	Fraco	Moderado	Forte
HSCB7	Endofíticos	Moderado	Forte	Fraco
HSCB8	Endofíticos	Moderado	Forte	Moderado
HSCB9	Endofíticos	–	Moderado	Forte
HSCB10	Rizosféricos	Moderado	Muito Forte	Forte
HSCB11	Rizosféricos	Muito Forte	Fraco	Moderado
HSCB12	Rizosféricos	Muito Forte	Fraco	Fraco
HSCB13	Rizosféricos	Forte	Fraco	Forte
HSCB14	Rizosféricos	Forte	–	Moderado
HSCB15	Rizosféricos	Moderado	Muito Forte	Moderado
HSCB16	Rizosféricos	Muito Forte	Fraco	Fraco
HSCB17	Rizosféricos	Muito Forte	Fraco	Moderado
HSCB18	Rizosféricos	Forte	Moderado	Fraco
HSCB19	Rizosféricos	Moderado	Moderado	–
HSCB20	Rizosféricos	Forte	Muito Forte	Fraco
HSCB21	Rizosféricos	Muito Forte	Moderado	Fraco
Controle	-----	Fraco	Fraco	Fraco

Tabela 2. Solubilização de fosfato de cálcio (CaHPO₄), de alumínio (AlPO₄) e de ferro (FePO₄) por bactérias obtidos de raízes e rizosfera de *Hymenaea courbaril* L., em Serra de Caldas, GO.

Isolados	Endofíticos/ Rizosféricos	CaHPO ₄		AlPO ₄		FePO ₄	
		P solúvel (mg L ⁻¹) ¹	pH	P solúvel (mg L ⁻¹) ¹	pH	P solúvel (mg L ⁻¹) ¹	pH
HSCB1	Endofíticos	6,710 a	4,993 b	0,691 b	3,290 d	4,386 a	4,550 a
HSCB2	Endofíticos	6,060 a	4,887 c	0,632 b	3,353 d	4,284 a	4,520 a
HSCB3	Endofíticos	6,225 a	5,047 b	0,922 a	3,800 d	3,914 a	4,793 a
HSCB4	Endofíticos	6,160 a	5,207 b	0,711 b	3,426 d	3,997 a	4,680 a
HSCB5	Endofíticos	6,165 a	4,963 b	0,688 b	3,380 d	3,895 a	4,203 a
HSCB6	Endofíticos	6,291 a	4,747 c	0,602 c	3,683 d	4,272 a	4,570 a
HSCB7	Endofíticos	6,561 a	4,990 b	0,674 b	4,105 c	3,751 a	4,653 a
HSCB8	Endofíticos	6,351 a	5,250 b	0,697 b	3,433 d	2,929 b	4,726 a
HSCB9		-----	-----	0,553 c	3,840 d	3,488 a	4,696 a
HSCB10	Rizosféricos	6,359 a	4,827 c	0,716 b	3,700 d	3,778 a	4,436 a
HSCB11	Rizosféricos	6,826 a	4,570 c	0,506 c	3,365 d	3,619 a	5,176 a
HSCB12	Rizosféricos	6,738 a	4,530 c	0,426 c	3,763 d	3,299 a	4,893 a
HSCB13	Rizosféricos	6,613 a	4,563 c	0,443 c	3,550 d	2,613 a	4,226 a
HSCB14	Rizosféricos	6,671 a	4,683 c	0,409 c	3,410 d	3,657 a	4,643 a
HSCB15	Rizosféricos	6,525 a	5,053 b	0,861 a	3,463 d	3,061 b	4,816 a
HSCB16	Rizosféricos	6,740 a	4,610 c	0,489 c	3,536 d	3,276 a	4,573 a
HSCB17	Rizosféricos	6,807 a	4,715 c	0,470 c	3,416 d	2,329 b	4,833 a
HSCB18	Rizosféricos	6,673 a	4,747 c	0,594 c	3,443 d	2,992 b	4,593 a
HSCB19	Rizosféricos	6,544 a	4,773 c	0,524 c	4,090 c	2,315 b	5,810 a
HSCB20	Rizosféricos	6,616 a	5,530 b	0,789 a	4,800 b	2,880 b	5,010 a
HSCB21	Rizosféricos	6,968 a	4,607 c	0,537 c	3,380 d	2,368 b	5,336 a
Controle		0,718 b	6,833 a	-0,130 d	6,516 a	0,566 c	4,630 a

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott (5%).

Os fungos isolados de Serra de Caldas demonstraram potencial moderado para solubilização de fosfato quando se comparado ao controle (Tabela 3). Os melhores resultados obtidos foram pelos isolados HSCF13 e HSCF14 (1,798 e 1,959

mg L⁻¹ CaHPO₄), HSCF13 e HSCF14 (0,520 e 0,574 mg L⁻¹ AlPO₄) e HSCF11, HSCF12 e HSCF13 (0,729, 0,790 e 0,862 mg L⁻¹ FePO₄).

Todos os tratamentos apresentaram mudanças no pH do meio. A solubilização de fosfatos por isolados fúngicos, tem despertado interesse em vários pesquisadores (SCERVINO et al., 2011; AHUJA et al. 2007) o alvo é o efeito de fontes de carbono (C) no processo solubilização de P, uma vez que a produção de ácidos orgânicos está associada ao crescimento dos fungos, que é sujeito à disponibilidade de C do meio (PAPAGIANNI; WAYMAN; MATTEY, 2005). Diferenças na capacidade e no potencial de solubilização podem ser atribuídas à eficiência dos espécimes (COUTINHO et al., 2014).

Tabela 3. Desempenho dos isolados fúngicos na solubilização de fosfatos de acordo com a classificação.

		CaHPO ₄	AlPO ₄	FePO ₄
HSCF1	Endofíticos	Muito Forte	Muito Forte	Moderado
HSCF2	Endofíticos	Forte	Moderado	Fraco
HSCF3	Endofíticos	Muito Forte	Moderado	Moderado
HSCF4	Rizoféricos	Moderado	Fraco	Fraco
HSCF5	Rizoféricos	Forte	Forte	Muito Forte
HSCF6	Rizoféricos	Forte	Fraco	Fraco
HSCF7	Rizoféricos	Forte	Moderado	Moderado
HSCF8	Rizoféricos	Fraco	Moderado	Forte
HSCF9	Rizoféricos	Fraco	Forte	Moderado
HSCF10	Rizoféricos	Moderado	Forte	Forte
HSCF11	Rizoféricos	Moderado	Forte	Muito Forte
HSCF12	Rizoféricos	Moderado	Muito Forte	Muito Forte
HSCF13	Rizoféricos	Muito Forte	Muito Forte	Muito Forte
HSCF14	Rizoféricos	Muito Forte	Muito Forte	Forte
HSCF15	Rizoféricos	Fraco	Fraco	Forte
Controle		Fraco	Fraco	Fraco

Tabela 4. Solubilização de fosfato de cálcio (CaHPO₄), de alumínio (AlPO₄) e de ferro (FePO₄) por Fungos obtidos de raízes e rizosfera de *Hymenaea courbaril*, em Serra de Caldas, GO.

Isolados	Endofíticos/ Rizoféricos	CaHPO ₄		AlPO ₄		FePO ₄	
		P solúvel (mg L ⁻¹) ¹	pH	P solúvel (mg L ⁻¹) ¹	pH	P solúvel (mg L ⁻¹) ¹	pH

HSCF1	Endofíticos	1,439 b	5,493 c	0,331 b	4,796 c	0,441 c	4,197 c
HSCF2	Endofíticos	1,248 b	6,440 b	0,164 c	4,613 c	0,386 c	4,140 d
HSCF3	Endofíticos	1,313 b	6,353 b	0,183 c	4,450 d	0,479 b	3,990 d
HSCF4	Rizosféricos	1,190 b	5,213 d	0,049 c	4,450 d	0,346 c	3,990 d
HSCF5	Rizosféricos	1,233 b	5,667 c	0,211 c	4,343 d	0,775 a	4,127 d
HSCF6	Rizosféricos	1,224 b	5,753 c	0,124 c	5,476 b	0,386 c	4,600 a
HSCF7	Rizosféricos	1,224 b	4,427 e	0,154 c	4,533 c	0,536 b	4,593 a
HSCF8	Rizosféricos	0,430 c	4,403 e	0,129 c	4,370 d	0,575 b	4,607 a
HSCF9	Rizosféricos	0,532 c	5,823 b	0,196 c	4,150 d	0,526 b	4,083 d
HSCF10	Rizosféricos	1,182 b	5,400 d	0,286 b	4,297 d	0,620 b	4,263 c
HSCF11	Rizosféricos	1,111 b	4,763 e	0,217 c	4,753 c	0,729 a	4,393 b
HSCF12	Rizosféricos	1,083 b	5,977 b	0,311 b	5,220 b	0,790 a	4,456 b
HSCF13	Rizosféricos	1,798 a	4,843 e	0,520 a	4,740 c	0,862 a	4,323 c
HSCF14	Rizosféricos	1,959 a	5,817 e	0,574 a	5,380 b	0,579 b	4,717 a
HSCF15	Rizosféricos	0,655 c	5,833 c	0,064 c	5,623 b	0,610 b	4,653 a
Controle		0,356 c	6,833 a	-0,130 d	6,516 a	0,349 c	4,696 a

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott (5%).

Capacidade de síntese de ácido indol acético (AIA)

O principal efeito do ácido indol acético é promover o crescimento de raízes e caules, através do alongamento das células recém-formadas nos meristemas. É sintetizado, principalmente, em rotas bioquímicas dependentes do triptofano.

Todos os isolados obtidos apresentaram resultado positivo para produção de AIA, através da mudança da cor do meio de cultivo para amarelo-avermelhado após adição do reagente de Salkowsky. Para os fungos analisados, destaca-se a eficiência dos endofíticos HSCF1 ($60,54 \mu\text{g mL}^{-1}$), HSCF14 ($111,38 \mu\text{g mL}^{-1}$) e HSCF15 ($81,50 \mu\text{g mL}^{-1}$), que apresentaram valor superior a testemunha ($33,83 \mu\text{g mL}^{-1}$) (Tabela 4).

Tabela 5. Produção de ácido indol-acético (AIA) in vitro por fungos endofíticos e rizosféricos de *Hymenaea courbaril*, em Serra de Caldas, GO.

Isolados	Endofíticos/ Rizosféricos	AIA ($\mu\text{g mL}^{-1}$)
HSCF1	Endofíticos	60,54 c
HSCF2	Endofíticos	42,99 d
HSCF3	Endofíticos	43,99 d
HSCF4	Rizosféricos	42,91 d
HSCF5	Rizosféricos	41,18 d
HSCF6	Rizosféricos	36,76 e
HSCF7	Rizosféricos	58,61 c
HSCF8	Rizosféricos	24,91 e
HSCF9	Rizosféricos	26,84 e
HSCF10	Rizosféricos	32,99 e
HSCF11	Rizosféricos	20,46 e
HSCF12	Rizosféricos	29,85 e
HSCF13	Rizosféricos	39,41 d
HSCF14	Rizosféricos	111,38 a
HSCF15	Rizosféricos	81,50 b
Controle		33,83 e

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott (5%).

Inúmeros fatores ambientais, incluindo valor de pH, podem influenciar na biossíntese de AIA (SPAEPEN et al., 2007). A produção de AIA, por bactérias endofíticas e rizosféricas, apresentaram ótimos resultados em relação a testemunha. Entre os isolados de Serra de Caldas, destaca se o desempenho dos endofíticos HSCB10, HSCB14, HSCB6 e HSCB5 (13,95, 10,30, 9,42 e 9,36 $\mu\text{g mL}^{-1}$) (Tabela 5)

Tabela 6. Produção de ácido indol-acético (AIA) in vitro por bactérias endofíticas e rizosféricas de *Hymenaea courbaril*, em Serra de Caldas, GO.

Isolados	Endofíticos/ Rizosféricos	AIA ($\mu\text{g mL}^{-1}$)
HSCB1	Endofíticos	7,63 a
HSCB2	Endofíticos	8,73 a
HSCB3	Endofíticos	7,09 a
HSCB4	Endofíticos	6,37 a
HSCB5	Endofíticos	9,36 a
HSCB6	Endofíticos	9,42 a
HSCB7	Endofíticos	8,95 a
HSCB8	Endofíticos	9,26 a
HSCB9	Endofíticos	4,47 b
HSCB10	Rizosféricos	13,95 a
HSCB11	Rizosféricos	8,79 a
HSCB12	Rizosféricos	5,68 a
HSCB13	Rizosféricos	7,66 a
HSCB14	Rizosféricos	10,30 a
HSCB15	Rizosféricos	3,90 b
HSCB16	Rizosféricos	7,44 a
HSCB17	Rizosféricos	-0,32 b
HSCB18	Rizosféricos	0,33 b
HSCB19	Rizosféricos	1,81 b
HSCB20	Rizosféricos	0,24 b
HSCB21	Rizosféricos	1,05 b
Controle		6,78 a

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott (5%).

Tabela 7. Desempenho dos isolados fúngicos e bacterianos na produção de AIA de acordo com a classificação.

AIA ($\mu\text{g mL}^{-1}$) por FUNGOS			AIA ($\mu\text{g mL}^{-1}$) por BACTÉRIAS		
HSCF1	Endofíticos	Muito Forte	HSCB1	Endofíticos	Forte
HSCF2	Endofíticos	Forte	HSCB2	Endofíticos	Forte
HSCF3	Endofíticos	Forte	HSCB3	Endofíticos	Moderado
HSCF4	Rizoféricos	Forte	HSCB4	Endofíticos	Moderado
HSCF5	Rizoféricos	Forte	HSCB5	Endofíticos	Muito Forte
HSCF6	Rizoféricos	Moderado	HSCB6	Endofíticos	Muito Forte
HSCF7	Rizoféricos	Muito Forte	HSCB7	Endofíticos	Muito Forte
HSCF8	Rizoféricos	Moderado	HSCB8	Endofíticos	Muito Forte
HSCF9	Rizoféricos	Moderado	HSCB9	Endofíticos	Moderado
HSCF10	Rizoféricos	Moderado	HSCB10	Rizoféricos	Muito Forte
HSCF11	Rizoféricos	Fraco	HSCB11	Rizoféricos	Forte
HSCF12	Rizoféricos	Moderado	HSCB12	Rizoféricos	Moderado
HSCF13	Rizoféricos	Moderado	HSCB13	Rizoféricos	Forte
HSCF14	Rizoféricos	Muito Forte	HSCB14	Rizoféricos	Muito Forte
HSCF15	Rizoféricos	Muito Forte	HSCB15	Rizoféricos	Fraco
-	-	-	HSCB16	Rizoféricos	Forte
-	-	-	HSCB17	Rizoféricos	Fraco
-	-	-	HSCB18	Rizoféricos	Fraco
-	-	-	HSCB19	Rizoféricos	Fraco
-	-	-	HSCB20	Rizoféricos	Fraco
-	-	-	HSCB21	Rizoféricos	Fraco
Controle		Moderado	Controle		Moderado

Os isolados bacterianos que HSCB1, HSCB8 E HSCB10, apresentaram resultados satisfatórios nos testes de solubilização de fosfatos e produção de AIA, conforme tabela 8. Os isolados fúngicos HSCF5, HSCF13 E HSCF14, apresentaram resultado variando de “forte a “muito forte”, quando submetidos aos mesmos testes. Conforme tabela 9.

Tabela 8. Desempenho dos isolados bacterianos, nos testes de solubilização de fosfatos e produção de AIA.

		CaHPO₄	FePO₄	AlPO₄	AIA
HSCB1	Endofíticos	Forte	Forte	Muito Forte	Forte
HSCB2	Endofíticos	Fraco	Forte	Muito Forte	Forte
HSCB3	Endofíticos	Fraco	Muito Forte	Muito Forte	Moderado
HSCB4	Endofíticos	Fraco	Muito Forte	Forte	Moderado
HSCB5	Endofíticos	Fraco	Forte	Muito Forte	Muito Forte
HSCB6	Endofíticos	Fraco	Moderado	Forte	Muito Forte
HSCB7	Endofíticos	Moderado	Forte	Fraco	Muito Forte
HSCB8	Endofíticos	Moderado	Forte	Moderado	Muito Forte
HSCB9	Endofíticos	–	Moderado	Forte	Moderado
HSCB10	Rizoféricos	Moderado	Muito Forte	Forte	Muito Forte
HSCB11	Rizoféricos	Muito Forte	Fraco	Moderado	Forte
HSCB12	Rizoféricos	Muito Forte	Fraco	Fraco	Moderado
HSCB13	Rizoféricos	Forte	Fraco	Forte	Forte
HSCB14	Rizoféricos	Forte	–	Moderado	Muito Forte
HSCB15	Rizoféricos	Moderado	Muito Forte	Moderado	Fraco
HSCB16	Rizoféricos	Muito Forte	Fraco	Fraco	Forte
HSCB17	Rizoféricos	Muito Forte	Fraco	Moderado	Fraco
HSCB18	Rizoféricos	Forte	Moderado	Fraco	Fraco
HSCB19	Rizoféricos	Moderado	Moderado	–	Fraco
HSCB20	Rizoféricos	Forte	Muito Forte	Fraco	Fraco
HSCB21	Rizoféricos	Muito Forte	Moderado	Fraco	Fraco

Tabela 9. Desempenho dos isolados fúngicos, nos testes de solubilização de fosfatos e produção de AIA.

		CaHPO₄	AlPO₄	FePO₄	AIA
HSCF1	Endofíticos	Muito Forte	Muito Forte	Moderado	Forte
HSCF2	Endofíticos	Forte	Moderado	Fraco	Forte
HSCF3	Endofíticos	Muito Forte	Moderado	Moderado	Moderado
HSCF4	Rizoféricos	Moderado	Fraco	Fraco	Moderado
HSCF5	Rizoféricos	Forte	Forte	Muito Forte	Muito Forte
HSCF6	Rizoféricos	Forte	Fraco	Fraco	Muito Forte
HSCF7	Rizoféricos	Forte	Moderado	Moderado	Muito Forte
HSCF8	Rizoféricos	Fraco	Moderado	Forte	Muito Forte
HSCF9	Rizoféricos	Fraco	Forte	Moderado	Moderado
HSCF10	Rizoféricos	Moderado	Forte	Forte	Muito Forte
HSCF11	Rizoféricos	Moderado	Forte	Muito Forte	Forte
HSCF12	Rizoféricos	Moderado	Muito Forte	Muito Forte	Moderado
HSCF13	Rizoféricos	Muito Forte	Muito Forte	Muito Forte	Forte
HSCF14	Rizoféricos	Muito Forte	Muito Forte	Forte	Muito Forte
HSCF15	Rizoféricos	Fraco	Fraco	Forte	Fraco

7 CONCLUSÃO

Conclui-se que os micro-organismos endofíticos radiculares e rizosféricos, oriundos de *Hymenaea courbaril* L. do bioma Cerrado, possuem grande potencial para solubilização de fosfatos e produção de AIA in vitro, levantando perspectivas para testes em campo, com as linhagens avaliadas, visando à promoção do crescimento vegetal.

8 REFERÊNCIAS

AHMED, N; SHAHAB, S. Phosphate Solubilization: Their Mechanism Genetics And Application. **The Internet Journal Of Microbiology**, NI, v. 1, n. 9, p.4408-4412, 2009.

AHUJA, A., GHOSH, S.B. & D'SOUZA, S.F. Isolation of a starch utilizing, phosphate solubilizing fungus on buffered medium and its characterization. **Bioresource Technology**, 98: 3408-3411, 2007.

ALORI, Elizabeth T.; GLICK, Bernard R.; BABALOLA, Olubukola O. Microbial Phosphorus Solubilization and Its Potential for Use in Sustainable Agriculture. **Frontiers In Microbiology**, [s.l.], v. 8, p.1-1, 2 jun. 2017. Frontiers Media SA. <http://dx.doi.org/10.3389/fmicb.2017.00971>.

ANAND, K .; KUMARI, B .; MALLICK, MA: Microbas Solubilizantes De Fosfato: Uma Abordagem Eficaz E Alternativa Como Biofertilizadores. **Revista Internacional de Ciências Farmacêuticas e Farmacêuticas**, v. 8, n. 2, p. 37-40, 1 de fevereiro de 2016.

ARNOLD, A. Elizabeth. Understanding the diversity of foliar endophytic fungi: progress, challenges, and frontiers. **Fungal Biology Reviews**, [s.l.], v. 21, n. 2-3, p.51-66, maio 2007. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fbr.2007.05.003>.

ASHRAF, M.A., RASOOL, M., MIRZA, M.S. Nitrogen fixation and indole acetic acid production potential of bacteria isolated from rhizosphere of sugarcane (*Saccharum officinarum* L.). **Adv Biol Res**, 5(6):348-355. 201.

CASSÁN, F; MAIALE S; MASCIARELLI O; VIDAL A; LUNA V; RUIZ O. Cadaverine production by *Azospirillum brasilense* and its possible role in plant

growth promotion and osmotic stress mitigation. **European Journal of Soil Biology**, 45:12–19, 2009.

CASSÁN, Fabricio; VANDERLEYDEN, Jos; SPAEPEN, Stijn. Physiological and Agronomical Aspects of Phytohormone Production by Model Plant-Growth-Promoting Rhizobacteria (PGPR) Belonging to the Genus *Azospirillum*. **Journal Of Plant Growth Regulation**, [s.l.], v. 33, n. 2, p.440-459, 10 ago. 2013. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s00344-013-9362-4>.

COMPANT S, CLÉMENT C, SESSITSCH A. Plant growth-promoting bacteria in the rhizo and endosphere of plants: their role, colonization, mechanisms involved and prospects for utilization. **Soil Biol Biochem**, 42:669–678. 2010.

COUTINHO, Flavia Paiva et al. Solubilização de fosfatos in vitro por *Aspergillus brasiliensis* Varga, Frisvad & Samson na presença de fontes de carbono. **Hoehnea**, [s.l.], v. 41, n. 2, p.277-282, jun. 2014. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s2236-89062014000200008>.

FERNANDES, A.W.C et al. Atividade antimicrobiana in vitro de extratos de plantas do bioma caatinga em isolados de *Escherichia coli* de suínos. **Rev. bras. plantas med.**, Botucatu, v. 17, n. 4, supl. 3, p. 1097-1102, 2015. http://dx.doi.org/10.1590/1983-084x/14_159.

FERRARA, M. A. **Fungos Endofíticos. Potencial para a Produção de Substâncias Bioativas.** 2006. Disponível em: <<http://revistafitos.far.fiocruz.br/index.php/revista-fitos/article/view/43>>. Acesso em: 12 jun. 2019

FERREIRA, D.F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, v.6, p.36-41, 2008.

FIERRO-CRUZ, J. E. et al. Fungal endophytes isolated from *Protium heptaphyllum* and *Trattinnickia rhoifolia* as antagonists of *Fusarium oxysporum*. **Revista Argentina de Microbiologia**, v. 49, n. 3, p. 255-263, 2017.

GADAGI, R. S.; SA, T. New isolation method for microorganisms solubilizing iron and aluminum phosphates using dyes. **Soil Science and Plant Nutrition**, v. 48, p.615-618, 2002.

JULIÃO, André. **Refazendo o Cerrado.** 2017. Disponível em: <<https://revistapesquisa.fapesp.br/2017/06/20/refazendo-o-cerrado/>>. Acesso em: 12 jun. 2019.

JUNIOR, Michael J. Pelczar *et al.* **Microbiologia - Conceito e Aplicações**. 2. ed. atual. [S. l.]: Makron Books, 1996. 517 p. v. 2. ISBN 9788534604543.

KAGEYAMA, P. Y.; BIELLA, L. C.; PALERMO Jr., **A. Plantações mistas com espécies nativas com fins de proteção a reservatórios**. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO 6, Anais... Campos do Jordão: SBS/SBEF, 1990. p.109-113.

KALAYU, Girmay. Phosphate Solubilizing Microorganisms: Promising Approach as Biofertilizers. **International Journal Of Agronomy**, [s.l.], v. 2019, p.1-7, 9 jun. 2019. Hindawi Limited. <http://dx.doi.org/10.1155/2019/4917256>.

KANCHISWAMY, C. N. et al. Bioprospecting bacterial and fungal volatiles for sustainable agriculture. **Trends in Plant Science**, v. 20, n. 4, p. 206-211, 2015.

KB, Selvi et al. Analyzing the Efficacy of Phosphate Solubilizing Microorganisms by Enrichment Culture Techniques. **Biochemistry & Molecular Biology Journal**, [s.l.], v. 03, n. 01, 2017. Scitechnol Biosoft Pvt. Ltd.. <http://dx.doi.org/10.21767/2471-8084.100029>.

KHAN, A.A., JILANI, G., AKHTAR, M.S., NAQVI, S.M.S., RASHEED, M. (2009). Phosphorus solubilizing bacteria: occurrence, mechanisms and their role in crop production. **J Agric Biol Sci**, 1(1),48–58.

KOZUSNY-ANDREANI, Dora Inés; AGIADO, Julio César; ANDREANI JUNIOR, Andreani Junior. EFEITO DE BACTÉRIAS RIZOSFÉRICAS SOBRE O DESENVOLVIMENTO DA CENOURA. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, [s.l.], p.211-220, 2014. Universidade Vale do Rio Verde (UninCor). <http://dx.doi.org/10.5892/ruvrd.v12i1.1368>.

KUMAR, Amarjeet; KUMAR, Ajeet; PATEL, Himanshu. Role of Microbes in Phosphorus Availability and Acquisition by Plants. **International Journal Of Current Microbiology And Applied Sciences**, [s.l.], v. 7, n. 05, p.1344-1347, 10 maio 2018. Excellent Publishers. <http://dx.doi.org/10.20546/ijcmas.2018.705.161>

KUSS AV, KUSS VV, LOVATO T, FLÔRES ML. Fixação de nitrogênio e produção de ácido indol acético in vitro por bactérias diazotróficas endofíticas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 42:1459-1465, 2007.

LEE, Y.T; LANGENHEIN, J.H. Additional new taxa and new combinations in Hymenaea (Leguminosae, Caesalpinioideae). **Arboretum**, v.53, n.3, p.441-452, 1974.

LOBO, Laiana Lana Bentes. **Potencial de bactérias endofíticas na promoção do crescimento em plantas de milho.** 2018. 70 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Microbiologia Agropecuária, Ciências Agrárias e Veterinária, Universidade Estadual Paulista - Unesp, Jaboticabal, 2018.

LORENZI, H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: **Plantarum**, 1992. 352 p.

MACHADO, Rb. et al. Estimativas de perda da área do Cerrado brasileiro. Brasília: **Conservação Internacional**, 2004. 26p. (Relatório técnico não publicado)

MAHAPATRA, S.; BANERJEE, D. Diversity and screening for antimicrobial activity of endophytic fungi from *Alstonia scholaris*. **Acta microbiologica et immunologica Hungarica**, v. 57, n. 3, p. 215-223, 2010.

MARRA, L. M. ; SOARES, C. R. F. S.; OLIVEIRA, S. M.; FERREIRA, P. A. A.; SOARES, B. L.; CARVALHO, R. F.; LIMA J. M.; MOREIRA, F. M. S. Biological nitrogen fixation and phosphate solubilization by bacteria isolated from tropical soils. **Plant and Soil**, v. 357, p. 289–307, 2012.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. **O Bioma Cerrado**. 2019. Disponível em: <<https://www.mma.gov.br/biomas/cerrado>>. Acesso em: 12 jun. 2019.

MUSAVI, S.F., A. DHAVALA, AND R.M. BALAKRISHNAN. Optimization and Kinetic Modeling of Cell-Associated Camptothecin Production from an Endophytic *Fusarium oxysporum* NFX06. **Preparative Biochemistry and Biotechnology** 45(2): 158-172. 2015.

NETO, P.C.S.P; et al. Micro-organismos Endofíticos – Interação com plantas e potencial biotecnológico. **Biociência** v. 29. p. 62-73, 2002.

NIKITHA, M. Satyaprakash T.; SADHANA, E.u.b. Reddi B.; VANI, S. Satya. Phosphorous and Phosphate Solubilising Bacteria and their Role in Plant Nutrition. **International Journal Of Current Microbiology And Applied Sciences**, [s.l.], v. 6, n. 4, p.2133-2144, 10 abr. 2017. Excellent Publishers. <http://dx.doi.org/10.20546/ijcmas.2017.604.251>.

NOGUEIRA, R.T. et al. Clerodane-type diterpenes from the seed pods of *Hymenaea courbaril* var. *stilbocarpa*. **Phytochemistry**, v.58, p.1153-1157, 2001.

PANDYA M.; RAJPUT M.; RAJKUMAR S. Exploring plant growth promoting potential of non rhizobial root nodules endophytes of *Vigna radiate*. **Microbiology**, 84, pp. 80-89. 2015.

PAPAGIANNI, Maria; WAYMAN, Frank; MATTEY, Michael. Destino e papel dos íons amônio durante a fermentação do ácido cítrico por *Aspergillus niger*. **Applied And Environmental Microbiology**: American Society for Microbiology, Grécia, v. 11, n. 71, p.7178-7186, jun. 2005. Doi:10.1128/AEM.71.11.7178–7186.2005.

PATTEN, Cheryl L.; GLICK, Bernard R.. Bacterial biosynthesis of indole-3-acetic acid. **Canadian Journal Of Microbiology**, [s.l.], v. 42, n. 3, p.207-220, mar. 1996. Canadian Science Publishing. <http://dx.doi.org/10.1139/m96-032>.

PETRINI, O., and E. MULLER. Haupt und nebenfruchtformen europaischer pilze. **Mycologia Helvetica**, 1: 501-627, 1986.

PRINSEN, et al. 1993. Biossíntese do ácido indol-3-acético do *Azospirillum brasilense* : evidências para uma via não dependente de triptofano . **Mol Plant-Microbe Interact**. 6: 609–615

RAVEN PH, EVERT FR, EICHHORN SE. *Biologia Vegetal*, 6ª ed. Guanabara Koogan, p. 708-713. 2001.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. (Ed.). *Biologia vegetal*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001. p. 646-675

ROCHA, F. R. et al. Signal transductionrelated responses to phytohormones and environmental challenges in sugarcane. **BMC genomics, BioMed Central Ltd**, v. 8, n. 1, 2007.

RODRIGUEZ H, GONZALEZ T, GOIRE I. BASHAN Y. Gluconic acid production and phosphate solubilization by the plant growth-promoting bacterium *Azospirillum* spp. **Natur wissenschaften**, 91:552–555. 2009.

RODRÍGUEZ, Hilda; FRAGA, Reynaldo. Phosphate solubilizing bacteria and their role in plant growth promotion. *Biotechnology Advances*, [s.l.], v. 17, n. 4-5, p.319-339, out. 1999. **Elsevier BV**. [http://dx.doi.org/10.1016/s0734-9750\(99\)00014-2](http://dx.doi.org/10.1016/s0734-9750(99)00014-2).

ROSÁRIO, Marianna Maia Taulois do et al. Storage xyloglucans: Potent macrophages activators. *Chemico-biological Interactions*, [s.l.], v. 189, n. 1-2, p.127-133, jan. 2011. **Elsevier BV**. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cbi.2010.09.024>.

ROSENBLUETH, M., MARTINEZ-ROMERO, E. (2006) Bacterial endophytes and their interactions with hosts. **Mol. Plant Microbe Interact**. 19, 827–837.

SALES, GLEILTON & BATISTA, ANDRESSA & ROCHA, L.Q. & NOGUEIRA, Nadia. (2014). Antimicrobial effect and modulator of essential oil extracted from the fruits peel of *Hymenaea courbaril* L. **Revista de Ciências Farmaceuticas Basica e Aplicada**. 35. 709-715.

SANTOS, Danilo Rheinheimer dos; GATIBONI, Luciano Colpo; KAMINSKI, João. Fatores que afetam a disponibilidade do fósforo e o manejo da adubação fosfatada em solos sob sistema plantio direto. **Ciência Rural**, [s.l.], v. 38, n. 2, p.576-586, abr. 2008. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0103-84782008000200049>.

SANTOS, Jennie Kélyn da Silva; SANTANA, Marcos Diones Ferreira; LARA, Túlio Silva. Responsividade de plantas de milho à inoculação com fungos micorrízicos arbusculares da rizosfera de ipê amarelo. **Revista Agroecossistemas**, [S.l.], v. 10, n. 1, p. 253-264, nov. 2018. ISSN 2318-0188. doi:<http://dx.doi.org/10.18542/ragros.v10i1.5072>.

SCERVINO, J.m. et al. Medium pH, carbon and nitrogen concentrations modulate the phosphate solubilization efficiency of *Penicillium purpurogenum* through organic acid production. **Journal Of Applied Microbiology**, [s.l.], v. 110, n. 5, p.1215-1223, 8 mar. 2011. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2672.2011.04972.x>.

SCERVINO, J.M., PAPINUTTI, V.L., GODOY, M.S., RODRIGUEZ, M.A., DELLA MONICA, I., RECCHI, M., PETTINARI, M.J. & GODEAS, A.M. Medium pH, carbon and nitrogen concentrations modulate the phosphate solubilization efficiency of *Penicillium purpurogenum* through organic acid production. **Journal of Applied Microbiology** 110:1215-1223. 2011.

SIDDIKKEE, M.A.; CHAUHAN, P. S.; ANANDHAM, R.; GWANG-HYUN, H.; TONGMIN, S. Isolation, characterization, and use for plant growth promotion under salt stress, of ACC deaminase-producing halotolerant bacteria derived from coastal soil. **Journal of Microbiology and Biotechnology**, 20 (11), pp. 1577-1584, 2010.

SILVA FILHO, G. N. and VIDOR, C..Solubilização de fostatos por micro-organismos na presença de fontes de carbono. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, vol.24, n.2, pp.311-319. ISSN 1806, 2000.

SILVA, Cintia Faria da. **Diversidade e traços funcionais de micro-organismos endofíticos e rizosféricos de *Butia purpurascens* glassman**. 2014.

69 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Ciências Agrárias, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Rio Verde, 2014.

SOUSA, Djalma Martinhão Gomes de; LOBATO, Edson. Adubação Fosfatada Em Solos Da Região Do Cerrado. Potafos, Piracicaba, ed. 102, junho 2003.

SPAEPEN, S., VANDERLEYDEN, J., REMANS, R. Indole-3-acetic acid in microbial and microorganism-plant signaling. **FEMS Microbiol Rev**, 31, 425–448. 2007.

STRASSBURG, Bernardo B. N. et al. Moment of truth for the Cerrado hotspot. **Nature Ecology & Evolution**, [s.l.], v. 1, n. 4, p.1-5, 23 mar. 2017. Springer Science and Business Média LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/s41559-017-0099>.

STROBEL G. A. Endophytes as sources of bioactive products. **Microbes and Infection**, v.5, p.535–544, 2003.

STROSCHEIN, Marcos Roberto Dobler et al. Caracterização e influência de rizóbios isolados de alfafa na germinação e desenvolvimento inicial de plântulas de arroz. *Ciência Rural*, [s.l.], v. 41, n. 10, p.1738-1743, out. 2011. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0103-84782011001000010>.

SYLVESTER-BRADLEY, R.; ASAKAWA, N.; LA TORRACA, S.; MAGALHÃES, F.M.M.; OLIVEIRA, L.A. & PEREIRA, R.M. Levantamento quantitativo de micro-organismos solubilizadores de fosfatos na rizosfera de gramíneas e leguminosas forrageiras na Amazônia. **Acta Amazonia**.12:15-22, 1982

TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia vegetal*. 3. ed. Porto Alegre: **Artmed**, 2004.

TONINI, H.; ARCO-VERDE, M.F. O Jatobá (*Hymenaea courbaril* L.); crescimento, potencialidades e usos. Boa Vista: **Embrapa Roraima**, 2003. 36 p.

WANG S.; HUIJUN W.; JUNQING Q.; LINGLI M.; JUN L.; YANFEI X.; XUEWEN G.; Molecular mechanism of plant growth promotion and induced systemic resistance to tobacco mosaic virus by *Bacillus* spp. **Journal of Microbiology and Biotechnology**, 19(10):1250-1258, 2009.

YESQUÉN, Luis Gabriel Cueva. **Comunidade Bacteriana Endofítica Cultivável De Passiflora Incarnata E Seu Potencial Na Promoção De Crescimento Vegetal**. 2018. 91 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Genética e Biologia, Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas Sp, 2018.

YOUSEF, Abdol Amir et al. Phosphate Solubilizing Bacteria and Arbuscular Mycorrhizal Fungi Impacts on Inorganic Phosphorus Fractions and Wheat Growth.

World Applied Sciences Journal, Khouzestan, Iran, v. 9, n. 15, p.1310-1318, jan. 2011. ISSN 1818-4952.

ZOTTI, S. C. et al. Biocontrole in vitro de *Didymella bryoniae* por fungos endofíticos isolados de folhas de *Piper amalago* L. **Revista Uningá Review**, v. 23, n. 1, 2018.