

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a)
autor(a), o texto completo desta tese
será disponibilizado somente a partir
de 23/06/2017.

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA- UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

***Azospirillum brasilense* E UM ISOLADO SOLUBILIZADOR
DE FÓSFORO EM MILHO**

**Carime Moraes
Bióloga**

2016

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA- UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL

***Azospirillum brasilense* E UM ISOLADO SOLUBILIZADOR
DE FÓSFORO EM MILHO**

Carime Moraes

Orientador: Prof. Dr. Everlon Cid Rigobelo

Tese apresentada à Faculdade de Ciências
Agrárias e Veterinárias– Unesp, Câmpus de
Jaboticabal, como parte das exigências para a
obtenção do título de Doutor em Microbiologia
Agropecuária

2016

M827a Moraes, Carime
Azospirillum brasilense e um isolado solubilizador de fósforo em milho / Carime Moraes. -- Jaboticabal, 2016
vii ,64 p. : il. ; 29 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2016
Orientador: Everlon Cid Rigobelo
Banca examinadora: Fábio Camilotti, Mariana Carina Frigieri, Gustavo Vitti Mõro, Dinalva Alves Mochi
Bibliografia

1. Bactérias promotoras de crescimento de plantas. 2. Solubilização de fosfato de rocha. 3. Adubação nitrogenada. 4. *Zea mays*. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 576.858:633.15

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação – Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Jaboticabal



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: *Azospirillum brasilense* E UM ISOLADO SOLUBILIZADOR DE
FÓSFORO EM MILHO

AUTORA: CARIME MORAES

ORIENTADOR: EVERLON CID RIGOBELLO

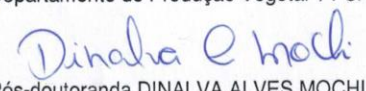
Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Doutora em
MICROBIOLOGIA AGROPECUÁRIA, pela Comissão Examinadora:


Prof. Dr. EVERLON CID RIGOBELLO
Departamento de Produção Vegetal / FCAV / UNESP - Jaboticabal


Prof. Dr. FÁBIO CAMILOTTI
Centro Est. de Educação Tecnológica Paula Souza / FATEC - Jaboticabal/SP


Profa. Dra. MARIANA CARINÁ FRIGIERI
Centro Est. de Educação Tecnológica Paula Souza / FATEC - Jaboticabal/SP


Prof. Dr. GUSTAVO VITTI MÔRO
Departamento de Produção Vegetal / FCAV / UNESP - Jaboticabal


Pós-doutoranda DINALVA ALVES MOCHI
Departamento de Produção Vegetal / FCAV / UNESP - Jaboticabal

Jaboticabal, 23 de junho de 2016.

DADOS CURRICULARES DA AUTORA

CARIME MORAES – nascida em 26 de outubro de 1983, na cidade de Jaboticabal, SP, filha de Osvaldo Moraes e Maria de Fátima Rizzo Moraes, Bióloga, graduada pelo Centro Universitário de Araraquara (UNIARA) em Dezembro de 2005. Durante a graduação foi bolsista de iniciação científica – FAPESP no Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal da FCAV/Unesp de Janeiro 2003 a Dezembro de 2005, onde publicou trabalhos em congressos e revistas científicas. Em Março de 2007 ingressou no Curso de Pós Graduação em Microbiologia Agropecuária da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV) / Unesp - Jaboticabal, recebendo o título de mestre em Junho de 2009. Ingressou no Curso de Doutorado do mesmo programa, em Agosto de 2012. Durante esse período participou de eventos apresentando trabalhos. Obteve o título de Doutora em Microbiologia na área de Microbiologia Agropecuária em Junho de 2016.

EPÍGRAFE

TUDO POSSO NAQUELE QUE ME FORTALECE (Filipenses 4:13)

A Deus, por toda força, coragem e sempre estar comigo em todos os momentos de minha vida.

Ao meu pai, Osvaldo Moraes pelo incentivo e amor.

A minha mãe Maria de Fátima, pelo amor, apoio e dedicação.

OFEREÇO

A Luiz Ézio pelo carinho e compreensão nos momentos difíceis.

Às minhas irmãs, Andreia e Patrícia, pela amizade e carinho.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A DEUS e a NOSSA SENHORA DE APARECIDA pela saúde e coragem, iluminado os meus passos para vencer mais esta etapa da minha vida.

À Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal pela oportunidade de realização do curso.

Ao meu orientador professor Dr. Everlon Cid Rigobelo pela oportunidade, confiança e apoio indispensável para o desenvolvimento deste trabalho.

Ao amigo Luiz Carlos de Assis por todo aprendizado, paciência, amizade e dedicação nos ensinamentos.

À banca examinadora: Prof. Dr. Fábio Camilotti, Prof. Dra. Mariana Carina Frigieri, Prof. Dr. Gustavo Vitti Môro e Dr. Dinalva Alves Mochi pelas valiosas considerações que contribuíram para a melhoria deste trabalho.

Ao prof. Dr. José Carlos Barbosa pela atenção e auxílio na realização das análises estatísticas.

Ao corpo docente do Programa de Pós Graduação em Microbiologia Agropecuária pela transferência de conhecimentos e contribuição para minha formação intelectual.

À CAPES pela concessão da bolsa de estudo por um ano e nove meses.

À Bibliotecária Núbia pelo auxílio nas correções da bibliografia citada.

As amigas especiais: Ana Carolina R. Machado e Dinalva A. Mochi por estarem ao meu lado nas horas difíceis, me confortando sempre.

Aos amigos do laboratório por todos os momentos compartilhados, tanto de trabalho quando os de descontração.

À Edna Maria Testa Dáquila e Rosangela Andrade Vaz pelo auxílio e carinho.

Ao Departamento de Produção Vegetal por ceder a estufa para a realização do trabalho.

Ao Prof. Dr. Gustavo Vitti Môro por gentilmente fornecer as sementes utilizadas no experimento e toda atenção prestada ao trabalho.

Aos funcionários da seção de Pós Graduação pelo esclarecimento e auxílio nas dúvidas.

À todos que contribuíram para a realização deste trabalho ou participaram deste momento.....muito obrigada por tudo!

A persistência é o caminho do êxito (Charles Chaplin)

SUMÁRIO

RESUMO	iii
ABSTRACT	iv
LISTA DE TABELA	v
LISTA DE FIGURAS	vii
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	3
3. REVISÃO DE LITERATURA	3
3.1. A cultura do milho (<i>Zea mays</i> L.)	3
3.2. Bactérias promotoras de crescimento vegetal (BPCP)	5
3.3. Importância do fósforo (P)	8
3. 4. Importância do nitrogênio (N)	12
3.5. Benefícios da inoculação com <i>Azospirillum brasilense</i>	14
4. MATERIAL E MÉTODOS	17
4.1. Plantio	17
4.2. Adubação	18
4.3. Isolado e preparo do inóculo	18
4.4. Inoculação	19
4.5. Avaliação	19
4.5.1. Determinação da altura e matéria seca da planta	19
4.5.2. Análises microbiológicas e química do solo	20
4.5.2.1. Análises microbiológicas do solo	20
4.5.2.1.1. Contagem de bactérias totais	20
4.5.2.1.2. Carbono da biomassa microbiana	21
4.5.2.2. Análises química do solo	23
4.5.2.2.1. Determinação da umidade do solo	23
4.5.2.2.2. Determinação da matéria orgânica do solo	23
4.5.2.2.3. Nitrogênio total Kjeldahl	24

4.5.2.2.4. Fósforo solúvel.....	24
4.5.2.2.5. Solubilização de fosfato insolúvel em meio de cultura líquido	25
4.5.2.2.6. Determinação do fosfato solúvel.....	25
5. Delineamento experimental e análise estatística.....	26
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
6.1. Altura, matéria seca de raiz e folha das plantas de milho	27
6.2. Contagem de bactérias totais, fósforo e nitrogênio total no solo	32
6.3. Matéria orgânica, umidade e carbono da biomassa microbiana do solo	37
6.4. Concentração de fosfato solúvel em meio de cultura líquido	40
7. CONCLUSÕES.....	43
8. REFÊRENCIAS	44

***Azospirillum brasilense* E UM ISOLADO SOLUBILIZADOR DE FÓSFORO EM MILHO**

RESUMO -A utilização de micro-organismos que auxiliam no crescimento e nutrição de plantas é uma alternativa promissora para reduzir a dependência de fertilizantes químicos, diminuindo os custos da produção agrícola e também os impactos ambientais causados. Objetivou-se avaliar a solubilização de fluorapatita pelas bactérias *A. brasilense* e S11 em meio de cultura e avaliar a capacidade desses isolados em promover o crescimento de plantas de milho, além de verificar as alterações químicas e microbiológicas ocorridas no solo decorrente da inoculação das bactérias. O teor de fósforo em meio de cultivo foi verificado diariamente por 7 dias. As plantas de milho foram cultivadas em potes plásticos de 12 dm³ preenchidos com latossolo vermelho escuro em ensaio conduzido em casa de vegetação. Os tratamentos foram dispostos em blocos casualizados, em fatorial (4x2x2), com cinco repetições. Os fatores foram: 1) Inoculação no solo (*A. brasilense*, bactéria solubilizadora de fósforo (S11), inoculação com as duas bactérias, controle). 2) Dois níveis de adubação fosfatada: fertilizado e não fertilizado com fosfato de rocha; 3) dois níveis de adubação nitrogenada em cobertura (ausência e presença). Os parâmetros da planta avaliados foram: altura, massa de matéria seca de parte aérea e raiz, enquanto no solo verificou-se a umidade, teor de matéria orgânica, contagem total de bactérias, nitrogênio total, fósforo e carbono da biomassa microbiana. O teor de fósforo solúvel no meio de cultivo variou de 5,26 a 13,56 µg P mL⁻¹ para *A. brasilense* e de 62,04 a 760,55 µg P mL⁻¹ para S11. A inoculação com S11 após 336 horas proporcionou o maior valor de fósforo solúvel no meio de cultivo. A aplicação de *A. brasilense* na ausência de adubação fosfatada aumentou em 10,2% e 28% a altura da planta e matéria seca de folha, respectivamente. Na ausência de adubação fosfatada e nitrogenada a aplicação de bactéria solubilizadora de fósforo aumentou em 44,1% a matéria seca de raiz e 32% a de folha. A umidade do solo não foi afetada pelos fatores avaliados, enquanto que a matéria orgânica foi incrementada pela adubação fosfatada e inoculação de *A. brasilense*. Após 60 dias da semeadura, a inoculação com S11 isolado ou em combinação com *A. brasilense*, resultou em aumentos de 4,2 e 3,5%, respectivamente, na densidade de bactérias no solo. A inoculação em conjunto de *A. brasilense* e S11 na presença de adubação fosfatada e nitrogenada em cobertura proporcionou o maior valor de nitrogênio total no solo. Aumento de 75,9% no fósforo do solo foi obtido com adubação fosfatada e inoculação com *A. brasilense*. A inoculação de *A. brasilense* associada a presença de adubação nitrogenada e na ausência de adubação fosfatada promoveu um aumento no carbono da biomassa microbiana.

Palavras-chave: adubação nitrogenada, bactérias promotoras de crescimento de plantas, fosfato de rocha, solubilização de fosfato, *Zea mays*

***Azospirillum brasilense* AND A PHOSPHORUS SOLUBILIZER ISOLATED IN MAIZE**

ABSTRACT - The use of microorganisms that help the plant growth and nutrition is a promising alternative to minimize the dependence of chemical fertilizers, reducing both costs and the environmental impacts. We aimed evaluate the fluorapatite solubilizing by *A. brasilense* and S11 bacteria in culture medium, as well evaluate its capacity of promote the maize growth. We also verified the chemical and biological changes in the soil due to the bacteria inoculation. The phosphate content in the cultivation medium was determined daily per 7 days. The maize plants were cultivated in plastic pots of 12dm³ filled out with an Oxisol in an experiment carried out under greenhouse condition. Treatments were arranged in a randomized blocks design in a factorial scheme (4x2x2), with five replications. The factors were: 1) Soil Inoculation (*A. brasilense*, the phosphorus solubilizing bacteria S11, inoculation with both bacteria, and control). 2) Two levels of phosphate fertilization: with and without rock phosphate. 3) Two levels of nitrogen topdressing fertilization (presence and absence). The evaluated plant parameters were: high, aerial and root parts dry matter mass, soil humidity, organic matter, total bacterial count, total nitrogen and phosphorus, and microbial biomass carbon. The soluble phosphorus content in the mean varied from 5.26 to 13.56 µg P mL⁻¹ to *A. brasilense* and from 62.04 to 760.55 µg P mL⁻¹ to S11. The S11 inoculation after 336 hours provided the highest soluble phosphorus content in the mean. When we used *A. brasilense* without the phosphate fertilization the plant was 10% taller and had 28% more dry matter. When we used the phosphorus solubilizing bacteria without neither nitrogen nor phosphorus there was an increase of 44.1% of root dry matter and 32% of leaves. The soil humidity was not affected by the evaluated factors, while the organic matter increased due to the phosphate fertilization and *A. brasilense* inoculation. After 60 days of seedling, the inoculation with S11 both isolated and combined with *A. brasilense* presented an increase of 4.2 and 3.5% of bacteria density, respectively. Inoculating both *A. brasilense* and S11 together to the phosphate and topdressing nitrogen fertilizer, there was a higher content of total nitrogen in the soil. We could observe an increase of 75.9% in the soil phosphorus when combined with phosphate fertilization and *A. brasilense* inoculation. *A. brasilense* inoculation together to the nitrogen fertilization and without the phosphate fertilization promoted an increase in the microbial biomass carbon.

Keywords: nitrogen fertilization, plant growth-promoting bacteria, rock phosphate, phosphate solubilization, *Zea mays*

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1. Composição química do solo obtida anterior a implantação do experimento.....	18
Tabela 2. Altura, matéria seca de raiz (MSR) e folha (MSF) de plantas de milho após 60 dias da semeadura em função dos fatores inoculação (I), adubação fosfatada (P) e adubação nitrogenada (N).....	28
Tabela 3. Desdobramento da interação inoculação <i>versus</i> adubação fosfatada (IxP) para altura e matéria seca da folha (MSF) de plantas de milho após 60 dias da semeadura.....	29
Tabela 4. Desdobramento da interação inoculação <i>versus</i> adubação nitrogenada (IxN) para altura e matéria seca de raiz (MSR) de plantas de milho após 60 dias de semeadura.....	31
Tabela 5. Número total de unidades formadora de colônia de bactérias (UFC), fósforo solúvel (P) e nitrogênio (N) total (NT) no solo cultivado com milho após 60 dias da semeadura em função dos fatores inoculação (I), adubação fosfatada (P) e adubação nitrogenada.....	33
Tabela 6. Desdobramento da interação inoculação <i>versus</i> adubação fosfatada (IxP) para o número total de unidades formadora de colônia de bactérias (UFC), no solo cultivado com milho após 60 dias da semeadura.....	34

Página

Tabela 7.	Desdobramento da interação inoculação <i>versus</i> adubação fosfatada (IxP) para o fósforo solúvel (P) e nitrogênio (N) no solo cultivado com milho após 60 dias da semeadura.....	35
Tabela 8.	Desdobramento da interação inoculação <i>versus</i> adubação nitrogenada (IxN) para o fósforo solúvel (P) e nitrogênio (N) no solo cultivado com milho após 60 dias da semeadura.....	36
Tabela 9.	Matéria orgânica (M.O), umidade e carbono da biomassa microbiana (C.B.M), de solo cultivado com milho em função dos fatores inoculação (I), adubação fosfatada (P) e adubação nitrogenada (N).....	38
Tabela 10.	Desdobramento da interação inoculação <i>versus</i> adubação fosfatada (IxP) para matéria orgânica (M.O) e carbono da biomassa microbiana (C.B.M) de solo cultivado com milho.....	39
Tabela 11.	Desdobramento da interação inoculação <i>versus</i> adubação nitrogenada (IxN) para o carbono da biomassa microbiana (C.B.M) de solo cultivado com milho.....	40

LISTA DE FIGURAS

Página

- Figura 1.** Concentração diária de fosfato solúvel em meio de cultura suplementado com fluorapatita e inoculado com *Azospirillum brasilense* e bactéria (S11) durante 7 dias 41

1. INTRODUÇÃO

A cultura do milho (*Zea mays L.*) possui uma grande importância na produção mundial de cereais. Este grão é usado na alimentação humana, animal e na geração de matérias-primas industriais (ARRUDA et al., 2013). Dentro da evolução mundial de produção, o Brasil tem destaque como terceiro maior produtor, com uma produção agrícola total de 83.336 milhões de toneladas (CONAB, 2016).

Para obter altos rendimentos na maioria das culturas, especialmente em milho, torna-se imprescindível o fornecimento de nitrogênio que, entre os nutrientes minerais, é um dos mais importantes e limitantes para a produtividade, sendo sua aplicação requerida em grandes quantidades (DOTTO et al., 2010). A utilização deste elemento envolve danos ambientais, como o aumento da concentração de nitrato na superfície da água e solo, perda de nitrato por lixiviação, volatilização da amônia e emissão de óxido nitroso durante a desnitrificação (KENNEDY et al. 2004).

Outro elemento muito importante e muito exigido pelas plantas de milho é o fósforo, pois este faz parte de diversas moléculas que mantêm o metabolismo celular, como os ácidos nucleicos, as proteínas e os aminoácidos (ACEVEDO et al., 2014). A disponibilidade deste nutriente no solo é bastante limitada, havendo a necessidade da aplicação de fertilizantes solúveis para o adequado crescimento das plantas (VIRUEL et al., 2014). Entretanto, os fertilizantes solúveis, além do alto custo e da grande quantidade requerida, têm como problema que boa parte do fósforo solúvel introduzido reage com componentes do solo, formando compostos pouco disponíveis (FERNÁNDEZ et al., 2012). Os fenômenos de fixação e precipitação de fósforo são altamente dependentes das condições do solo, tais como pH, teor de umidade, temperatura e os minerais já presentes no solo (WALPOLA; YOON, 2012).

As bactérias solubilizadoras de fósforo são capazes de converter fosfatos insolúveis na rizosfera em formas solúveis através da acidificação, quelação e produção de ácidos orgânicos (RODRIGUEZ; FRAGA, 1999). A inoculação no solo com bactérias solubilizadoras de fósforo resultou em um aumento no crescimento da planta, rendimento e absorção de fósforo em várias culturas (HAMEEDA et al., 2008; XUAN et al., 2012; VIRUEL et al., 2014).

Considerando o elevado custo econômico e ambiental oriundo do processo de produção de fertilizantes minerais, aliado a uma grande importância econômica do milho no setor agrícola e industrial, torna-se importante a busca de métodos que possam reduzir a utilização destes fertilizantes, sem diminuição na produção agrícola. Uma alternativa é a utilização de bactérias promotoras de crescimento de plantas (BPCP), capazes de melhorar o crescimento e rendimento de muitas espécies de interesse agrônomo e ecológico (PEDRAZA, 2008). Este grupo de bactérias é capaz de promover o crescimento da planta através de mecanismos, tais como a fixação biológica do nitrogênio (FBN), produção de fitohormônios (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006) e solubilização de fosfato (WALPOLA; YOON, 2013). Fazendo parte deste grupo estão linhagens do gênero *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Rhizobium*, *Burkholderia*, *Agrobacterium*, *Micrococcus*, *Aereobacter*, *Flavobacterium* e *Erwinia* (RODRIGUEZ; FRAGA, 1999).

Os gêneros *Azospirillum*, *Herbaspirillum* e *Burkholderia* estão entre os micro-organismos diazotróficos mais estudados (COSTA et al., 2015). Diversos trabalhos têm relatado os efeitos positivos da interação entre milho e *Azospirillum* spp, proporcionando aumento na produção de matéria seca, no rendimento de grãos, produção de biomassa, estimulando o desenvolvimento da raiz, entre outros (SWEDRZYŃSKA; SAWICKA, 2000; HUNGRIA et al., 2010; LANA et al., 2012).

Assim, a utilização de micro-organismos solubilizadores de fosfato de rocha e fixadores de nitrogênio pode ter um papel importante no fornecimento de fósforo e nitrogênio para diferentes culturas (BALDOTTO et al. 2012), podendo agir como biofertilizantes, visando aumentar o crescimento e rendimento de plantas. A resposta da cultura do milho a fertilizantes é bem conhecida, no entanto, a combinação de inoculantes microbianos com fertilizantes tem demonstrado resultados variáveis.

7. CONCLUSÕES

- A bactéria S11 é solubilizadora de fluorapatita em meio de cultivo
- No milho a matéria seca de folha foi incrementada pela inoculação da bactéria (S11) associada ou não a adubação fosfatada. Já a matéria seca de raiz foi favorecida pela inoculação de *A. brasilense* isolada ou associada a bactéria (S11) (AZ+S11), quando na ausência de adubação nitrogenada.
- No solo a contagem de unidades formadoras de colônia de bactéria foi incrementada pela inoculação da bactéria (S11) isolada ou associada com *A. brasilense* (AZ+S11), quando na presença de adubação fosfatada, enquanto a aplicação de *A. brasilense* associada a adubação fosfatada e ausência de adubação nitrogenada aumentou o teor de fósforo solúvel.
- A associação *A. brasilense* e bactéria (S11) (AZ+S11), na planta foi efetiva apenas para a matéria seca de raiz, quando aplicada na ausência de adubação nitrogenada. No solo essa associação de bactérias favoreceu a contagem de bactéria totais e o nitrogênio total quando na presença de adubação fosfatada e nitrogenada.
- A adubação com fluorapatita afeta o desempenho de *A. brasilense*.

8. REFERÊNCIAS

ACEVEDO, E.; GALINDO- CASTAÑEDA.; PRADA, F.; NAVIA, M.; ROMERO, H. M. Phosphate-solubilizing microorganisms associated with the rhizosphere of oil Palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) in Colombia. **Applied Soil Ecology**, Netherlands, v. 80, n.1, p. 26-33, 2014.

AMADO, T. J. C.; MIELNICZUK, K. J.; AITA, C. Recomendação de adubação nitrogenada para o milho no RS e SC adaptada ao uso de culturas de cobertura do solo, sob sistema de plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa MG, v. 26, n.1, p. 241-248, 2002.

AMES, B. N. Assay of inorganic phosphate and phosphatases. **Methods in Enzymology**, Maryland Heights, v. 8, p. 115-116, 1966.

ARAÚJO, L. A. N.; FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P. Adubação nitrogenada na cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 8, p. 771-777, 2004.

ARAÚJO, A. S. F.; MELO, W. J. Biomassa microbiana do solo. Teresina: Serviço de Processamento Técnico da Universidade Federal do Piauí, 2012.150 p.

ARAÚJO, E. O.; MERCANTE, F. M.; VITORINO, A. C. T. Effect of nitrogen fertilization associated with inoculation of *Azospirillum brasilense* and *Herbaspirillum seropedicae* on corn. **African Journal of Agricultural Research**, Nairobi, v. 10, n. 3, p. 137-145, 2015.

ARRUDA, L.; BENEDUZI, A.; MARTINS, A.; LISBOA, B.; LOPES, C.; BERTOLO, F.; PASSAGLIA, L. M. P.; VARGAS, L. K. Screening of rhizobacteria isolated from maize (*Zea mays* L.) in Rio Grande do Sul state (South Brazil) and analysis of their potential to improve plant growth. **Applied Soil Ecology**, Netherlands, v. 63, p. 15-22, 2013.

BABANA, A. H.; ANTOUN, H. Biological system for improving the availability of Tilemsi phosphate rock for wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivated in Mali. **Nutrient cycling in agroecosystems**, Dordrecht, v. 72, n.2, p. 147-157, 2005.

BALDANI, J. I.; REIS, V. R. S.; Teixeira, K. R. S.; BALDANI, V. L. D. Potencial Biotecnológico de bactérias diazotróficas associativas e endofíticas. In: SERAFINE, L.A., BARROS, N.M., AZEVEDO, J.L. (Org). **Biotechnologia**: avanços na agricultura e na agroindústria. Caxias do Sul: EDUCS, 2002. p. 195-232.

BALDOTTO, L. E. B., BALDOTTO, M. A., OLIVARES, F. L., VIANA A.P., SMITH, R. B. Seleção de bactérias promotoras de crescimento no abacaxizeiro cultivar Vitória durante a aclimatização. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 34, n. 2, p. 349-360, 2010.

BALDOTTO, L. E. B.; SILVA, L. G. Jr. dos S.; CANELLAS, L. P.; OLIVARES, F. L.; BALDOTTO, M. A. Initial growth of maize in response to application of rock phosphate, vermicompost and endophytic bacteria. **Revista Ceres**, Viçosa MG, v. 59, n. 2, p. 262-270. 2012.

BARBOSA, J.C.; MALDONADO JR., W. **AgroEstat**: sistema para análises estatísticas de ensaios agrônômicos. Versão 1.0. Jaboticabal: Departamento de Ciências Exatas, 2010.nahas

BARROS NETO, C. R. de. Efeito do nitrogênio e da inoculação de sementes com *Azospirillum brasiliense* no rendimento de grãos de milho. 2008. 29f. Monografia. Trabalho de Graduação em Agronomia – Universidade Estadual de Ponta Grossa, Paraná, 2008.

BARROSO, C. B.; NAHAS, E. The status of soil phosphate fractions and the ability of fungi to dissolve hardly soluble phosphates. **Applied Soil Ecology**, Netherlands, v. 29, n.1, p. 73-83, 2005.

BARROTI, G.; NAHAS, E. População microbiana total e solubilizadora de fosfato em solo submetido a diferentes sistemas de cultivo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 10, p. 2043-2050, 2000.

BELARMINO, M. C. J.; PINTO, J. C.; ROCHA, G. P.; FURTINI NETO, A. E.; MORAIS, A. R. Altura de perfilho e rendimento de matéria seca de capim-tanzânia em função de diferentes doses de superfosfato simples e sulfato de amônio. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.27, n. 4, p. 879-885, 2003.

BODDEY, R. M.; DOBEREINER, J. Nitrogen-fixation associated with grasses and cereals: Recent results and perspectives for future research. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 108, n.1, p. 53-65. 1988.

BRACCINI, A. de L.; DAN L.G.de M.; PICCINI, G.G.; ALBRECHT L.P.; BARBOSA, M.C.; ORTIZ, A.H.T. Seed Inoculation with *Azospirillum brasilense*, Associated with the Use of Bioregulators in Maize. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 25, n.2, p. 58-64, 2012.

BRANCOURT-HULMEL, M.; DOUSSINAULT, G.; LECOMTE, C.; BÉRARD, P.; LE BUANEC, B.; TROTTET, M. Genetic improvement of agronomic traits of winter wheat cultivars released in France from 1946 to 1992. **Crop Science**, Madison, v. 43, n. 1, p. 37-45, 2003.

BREMNER, J. M.; MULVANEY, C. S. Nitrogen-total. In: PAGE, A. L.; MILLER, R. H.; KEENEY, D. R. (Eds.). **Methods of Soil Analysis**: Chemical and microbiological properties. Madison: American Society of Agronomy, 1982. p. 595-624.

BUNT, J. S.; ROVIRA, A. D. Microbiological studies of some subantartic soils. **Journal of Soil Science**, Oxford, v. 6, n.1, p. 119-128, 1955.

CÁCERES, E. A. R. Improved medium for isolation of *Azospirillum* spp. American Society for Microbiology. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v. 44, n. 4, p. 990-991, 1982.

CAMPOS, B. H. C.; THEISEN, S.; GNATTA, V. Avaliação do inoculante “graminante” na cultura de milho. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.3, n.4, p.713-715, 2000.

CANTARELLA, H. Calagem e adubação do milho. In: BULL, L. T.; CANTARELLA, H. **Cultura do milho: Fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: Potafos, 1993. p. 1-10.

CASSÁN, F.; PERRIG, D.; SGROY, V.; LUNA, V. Basic and technological aspects of phytohormone production by microorganisms: *Azospirillum* sp. as a model of plant promoting rhizobacteria. In: MAHESHWARI, D. K. (Ed.). **Bacteria in Agrobiolgy: plant nutriente management**. Berlim, p. 141-182, 2011.

CASTRO, R. O.; CORNELO, H. A. C.; RODRIGUEZ, L. M.; BUCIO, J. L. The role of microbial signals in plant growth and development. **Plant Signaling & Behavior**, Philadelphia, v. 4, n. 8, p. 701-712, 2009.

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

CHU, H.; LIN, X.; FUJII, T.; MORIMOTO, S.; YAGI, K.; HU, J.; ZHANG, J. Soil microbial biomass, dehydrogenase activity, bacterial community structure in response to long-term fertilizer management. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 39, n.11, p. 2971-2976, 2007.

CONAB - **Acompanhamento de safra brasileira:** grãos quinto levantamento. Fevereiro de 2016. Brasília, 2016. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_02_04_11_21_34_boletim_gaos_fevereiro_2016_ok.pdf>. Acesso em: 26 de fev. 2016.

COSTA, R. R. G. F.; QUIRINO, G. da S. F.; NAVES, D. C. de F.; SANTOS, C. B.; ROCHA, A. F. de S. Efficiency of inoculation with *Azospirillum brasilense* on the growth and yield of second-harvest maize. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 45, n. 3, p. 304-311, 2015.

DALLA SANTA, O. R.; HÉRNANDEZ, R. F.; ALAVREZ, G. L. M.; JUNIOR, P. R.; SOCCOL, C. R. *Azospirillum* sp. Inoculation in Wheat, Barley and Oats Seeds Greenhouse Experiments. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 47, n. 6, p. 843-850, 2004.

DARTORA, J.; GUIMARÃES, V. F.; MARINI, D.; SANDER, G. Adubação nitrogenada associada à inoculação com *Azospirillum brasilense* e *Herbaspirillum seropedicae* na cultura do milho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 17, n. 10, p. 1023-1029, 2013.

DAWWAM, G. E.; ELBELTAGY, A.; EMARA, H. M.; ABBAS, I. H.; HASSAN, M. M. Beneficial effect of plant growth promoting bactéria isolated from the roots of potato plant. **Annals of Agricultural Sciences**, Cairo, v. 58, n. 2, p. 195-201, 2013.

DEY, K. B. Phosphate solubilizing organisms in improving fertility status. In: SEN, S. P.; PALIT, P. (Ed.). **Biofertilizers: potentialities and problems**. Calcutta: Plant Physiology Forum, 1988, p. 237–248.

DOBBELAERE, S.; CROONENBORGHS, A.; THYS, A.; PTACEK, D. et al. Responses of agronomically importante crops to inoculation with *Azospirillum*. **Australian Journal of Plant Physiology**, Collingwood, v. 28, n. 9, p. 871-879, 2001.

DOBBELAERE, S.; VANDERLEYDEN, J.; OKON, Y. Plant growth-promoting effects of diazotrophs in the rhizosphere. **Critical Reviews in Plant Sciences**, Washington, v. 22, n.2, p. 107-149, 2003.

DÖBEREINER, J.; RUSCHEL, A. P. Uma nova espécie de *Beijerinckia*. **Revista de Biologia**, Lisboa, v. 1, p. 261-272. 1958.

DÖBEREINER, J.; DAY, J. M. *Associative symbiosis in tropical grasses: characterization of microorganisms and dinitrogen-fixing sites. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON NITROGEN FIXATION*, 1., 1976, Washington. Proceedings... 1976, v.2, p. 518-538.

DOMINGOS NETO, F. J.; YOSHIMI, F. K.; GARCIA, R. D.; MIYAMOTO, Y. R.; DOMINGUES, M. C. S. Desenvolvimento e produtividade do milho verde safrinha em resposta à aplicação foliar com *Azospirillum brasilense*. **Enciclopédia. Biosfera**, Goiânia, v. 9, n.17, p. 1030-1040, 2013.

DOTTO, A. P.; LANA, M. C.; STEINER, F.; FRANDOLOSO, J. F. Maize yield in response to *Herbaspirillum seropedicae* inoculation under different nitrogen levels. **Brazilian Journal Agricultural Research**, Brasília, v. 5, p. 376-382, 2010.

DUARTE, J. de O.; CRUZ, J. C.; GARCIA, J. C.; MATTOSO, M. J. **Economia da produção e utilização de milho**. 6.ed. Sete Lagoas: Embrapa: CNPMS, 2010.

EGAMBERDIYEVA, D. The effect of plant growth promoting bacteria on growth and nutrient uptake of maize in two different soils. **Applied Soil Ecology**, Netherlands, v. 36, n. 2-3, p. 184-189, 2007.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (Embrapa). Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa-SPI, 2006.

FALLIK, E.; OKON, Y. The response of maize (*Zea mays*) to *Azospirillum* inoculation in various types of soils in the field. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**, London, v. 12, n. 5, p. 511-515. 1996.

FÉRNANDEZ, L.; AGARAS, B.; ZALBA, P.; WALL, L. G.; VALVERDE, C. *Pseudomonas spp.* isolates with high phosphate-molibdênio potential and root colonization properties from agricultural bulk soils under no-till management. **Biology and Fertility of Soils**, Heidelberg, v. 48, p. 763-773, 2012.

FERREIRA, A. S.; CAMARGO, F. A. O.; VIDOR, C. Utilização de microondas na avaliação da biomassa microbiana do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 23, n. 6, p. 991-996, 1999.

FORNASIERI FILHO, D. **Manual da cultura do milho**. Jaboticabal: FUNEP, 2007. 576p.

FOULKES, M. J.; HAWKESFORD, M. J.; BARRACLOUGH, P. B.; HOLDSWORTH, M. J.; KERR, S.; KIGHTLEY, S.; SHEWRY, P. R. Identifying traits to improve the nitrogen economy of wheat: recent advances and future prospects. **Field Crops Research**, Netherlands, v. 114, n. 3, p.329–342, 2009.

MÔRO, G. V.; FRITSCHÉ-NETO, R. Importância e usos do milho no Brasil. In: GALVÃO, J. C. C.; BORÉM, A.; PIMENTEL, M. A. **Milho do Plantio à Colheita**. Viçosa: UFV, 2015. p. 9-25.

GERKE, J. Phosphate Aluminum, and Iron in the Soil Solution of Three Different Soils in Relation to Varying Concentration of Citric Acid. Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde, Weinheim, v. 155, p. 339-343, 1992.

GLICK, B. R. The enhancement of plant growth by free living bacteria. **Canadian Journal of Microbiology**, Ottawa, v. 41, n. 2, p. 109-117, 1995.

GLIESSMAN, S.R. **Agroecology**: ecological process in sustainable agriculture. Boca Raton: Lewis Publishers, 2001. 357p.

GOLDSTEIN, A. H.; BRAVERMAN, K.; OSORIO, N. Evidence for mutualismo between a plant growing in a phosphate-limited desert environment and a mineral phosphate solubilizing (MPS) rhizobacterium. **FEMS Microbiology Ecology**, Oxford, v. 30, p. 295-300, 1999.

GONÇALVES, J. J. M.; SANTARELLI, E.; MORAES NETO, P. MANARA, M. P. Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. p. 310-350.

GRAY, E. J.; SMITH, D. L. Intracellular and extracellular PGPR: commonalities and distinctions in the plant-bacterium signaling processes. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v.37, n.3, p. 395-412, 2005.

GRAYSTON, S.; CAMPBELL, C. D. Functional biodiversity of microbial communities in the rhizospheres of hybrid larch (*Larix eurolepis*) and Sitka spruce (*Picea sitchensis*), **Tree Physiology**, Oxford, v. 16, n. 11-12, p. 1031-1038, 1995.

GRUPTA, N.; SABAT, J.; PARIDA, R.; KERKATTA, D. Solubilization of tricalcium phosphate and rock phosphate by microbes isolated from chromite, iron and manganese mines. **Acta Botanica Croatica**, Zagreb, v. 66, n. 2, p. 197-204, 2007

GUIMARÃES, S. L., BALDANI, J. I., BALDANI, V. L. D., JACOB-NETO, J. Adição de molibdênio ao inoculante turfoso com bactérias diazotróficas usado em duas cultivares de arroz irrigado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n.3, p. 393-398, 2007.

GULATI, A.; SHARMA, N.; VYAS, P.; SOOD, S.; RAHI, P.; PATANIA, V.; PRASAD, R. Organic acid production and plant growth promotion as a function of phosphate solubilization by *Acinetobacter rhizosphaerae* strain BIHB 723 isolated from the cold deserts of the trans-Himalayas. **Archives of Microbiology**, New York, v. 192, n.11, p. 975-983, 2010.

GYANESHWAR, P.; KUMAR, G. N.; PAREKH, L. J. POODEL, P. S. Role of soil microorganisms in improving P nutrition of plants. **Plant and Soil**, Netherlands, v. 245, p. 83-93, 2002.

HAMEEDA, B.; HARINI, G.; RUPELA, O. P.; WANI, S.P.; REDDY, G. Growth promotion of maize by phosphate-solubilizing bacteria isolated from composts and macrofauna. **Microbiological Research**, Jena, v. 163, n.2, p. 234-242, 2008.

HAMMOND, L. L.; CHIEN, S. H.; MOKWUNYE, A. U. Agronomic value of unacidulated and partially acidulated phosphate rocks indigenous to the tropics. **Advances in Agronomy**, San Diego, v. 40, p. 89-140, 1986.

HAYANES, R. J. Lime and phosphate in the soil plant -system. **Advances in Agronomy**, San Diego, v. 37, p. 249-315, 1984.

HAYAT, R.; ALI, S.; AMARA, U.; KHALID, R.; AHMED, I. Soil beneficial bacteria and their role in plant growth promotion: a review. **Annals of Microbiolog**, New York, v. 60, n. 4, p. 579-598, 2010.

HERMAN, M. A. B.; NAULT, B. A.; SMART, C. D. Effects of plant growth promoting rhizobacteria on bell pepper roduction and green peach aphid infestations in New York. **Crop Protection**, Oxford, v.7, n.6, p. 996-1002, 2008.

HUNGRIA, M.; ANDRADE, D. S.; CHUEIRE, L. A. O.; PROBANZA, A.; GUTTIERREZ-MANERO, F. J.; MEGÍAS, M. Isolation and characterization of new efficient competitive bean (*Phaseolus vulgaris* L.) rhizobia from Brazil. **Soil Biology & Biochemistry**, Oxford, v. 32, n. 11-12, p. 1515-1528. 2000.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; CHUEIRE, L.; MEGÍAS, M. Symbiotic effectiveness of fast-growing rhizobial strains isolated from soybean nodules in Brazil. **Biology and Fertility of Soils**, Heidelberg, v. 33, n.5, p. 387-394, 2001.

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

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

IGUAL, J. M.; VALVERDE, A.; CERVANTES, E.; VELÁSQUEZ, E. Phosphate-solubilizing bacteria as inoculants for agriculture: use of update molecular techniques in their study, **Agronomie**, Paris, v. 21, n.6-7, p. 561-568, 2001.

INAGAKI, A. M.; GUIMARÃES, V. F.; RODRIGUES, L. F. O. S.; Da SILVA, M. B.; DIAMANTE, M. S.; RAMPIM, L.; MIORANZA, T. M.; DUARTE Jr. J. B. Phosphorus fertilization associated to inoculation of maize with diazotrophic bacteria. **African Journal of Agricultural Research**, Nigeria, v. 9, n. 48, p. 3480-3487, 2014.

INAGAKI, A. M.; GUIMARÃES, V. F.; LANA, M. do C.; KLEIN, J.; COSTA, A. C. P. R.; RODRIGUES, L. F. O. S.; RAMPIM, L. Maize initial growth with the inoculation of plant growth-promoting bacteria (PGPB) under different soil acidity levels. **Australian Journal of Crop Science**, Lismore, v. 9, n. 4, p. 271- 280, 2015.

ISLAM, K. R.; WEIL, R. R. Microwave irradiation of soil for routine measurement of microbial biomass carbon. **Biology and Fertility of Soils**, Heidelberg v. 27, n. 4, p. 408-416, 1998.

JONES, D.; SMITH, B. F. L.; WILSON, M. J.; GOODMAN, B. A. Phosphate solubilizing fungi in a scottish upland soil. **Mycological Research**, Oxford, v. 95, n. 9, p. 1090-1093, 1991.

KANG, S. C.; HÁ, C.; LEE, T. G.; MAHESHWARI, D. K. Solubilization of insoluble inorganic phosphates by a soil -inhabiting fungus *Fomitopsis* sp. PS. 102. **Current Science**, Bangalore, v. 82, n. 4, p. 439-442, 2002.

KAPPES, C.; ARF, O.; ARF, M. V.; FERREIRA, J. P.; BEM, E. A. D.; PORTUGUAL, J. R.; VILELA, R. G. Inoculação de sementes com bactéria diazotrófica e aplicação de nitrogênio em cobertura e foliar em milho. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 2, p. 527-538, 2013.

KATZNELSON, H.; PETERSON, E. A.; ROUATT, J. W. Phosphate dissolving microorganisms on seed and in the root zone of plants. **Canadian Journal of Botany**, Ottawa, v. 40, n. 9, p. 1181-1186. 1962.

KENNEDY, I. R.; CHOUDHURY, A. T. M. A.; KECSKÉS, M. L. Non-symbiotic bacterial diazotrophs in crop-farming systems: can their potential for plant growth promotion be better exploited? **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 36, n.8, p. 1229-1244, 2004.

KHALAFALLAH, M. A.; SABER, M. S. M.; ABD-EL-MAKSOUND, H. K. Influence of phosphate dissolving bacteria on the efficiency of superphosphate in a calcareous soil cultivated with *Vicia faba*. **Journal of Plant Nutrition and Soil Science**, Weinheim, v. 145, n. 5, p. 455-459. 1982.

KHAN, A. G. Role of soil microbes in the rizospheres of plants growing on trace metal contaminated soils in phytoremediation. **Journal of Trace Elements in Medicine in Biology**, Jena, v. 18. n. 4, p.355-364. 2005.

KLOEPPER, J. W. LIFSHITZ, R.; ZABLOTOWICZ, R. M. Free-living bacterial inocula for enhancing crop productivity. **Trends in Biotechnology**, Oxford, v. 7, n. 2, p. 39-43, 1989.

KUCEY, R. M. N. Phosphate –solubilizing bacteria and fungi in various cultivated and virgin Alberta soils. **Canadian Journal of Soil Science**, Ottawa, v. 63, n. 4, p. 671-678, 1983.

KUMAR, V.; BEHL, R. K.; NARULA, N. Establishment of phosphate-solubilizing strains of *Azotobacter chroococcum* in the rhizosphere and their effect on wheat cultivars under greenhouse conditions. **Microbiological Research**, London, v. 156, n. 1, p. 87-93, 2001.

KUMAR, B.; TRIVEDI, P.; PANDEY, A. *Pseudomonas corrugata*: A suitable bacterial inoculant for maize grown under rainfed conditions of Himalayan region. **Soil Biology & Biochemistry**, Oxford, v. 39, n.12, p. 3093-3100. 2007.

LAMBRECHT, M.; OKON, Y.; VANDE BROECK, A.; VANDERLEYDEN, J. Indole- 3-acetic acid: a reciprocal signalling molecule in bactéria-plant interactions. **Trends in Microbiology**, Oxford, v. 8, n.7, p. 298-300, 2000.

LANA, M. do C.; DARTORA, J.; MARINI, D.; HANN, J. E. Inoculation with *Azospirillum*, associated with nitrogen fertilization in maize. **Revista Ceres**, Viçosa MG, v. 59, n. 3, p. 399-405, 2012.

LEWIS, W. M.; SAUNDERS, J. F.; CRUMPAKER, D. W.; BRENDHECKE, C. M. **Eutrophication and land use, Lake Dillon**. New York: Ecological Studies, 1984. v. 46, 202p.

LI, F.; LIU, M.; LI, Z.; JIANG, C.; HAN, F.; CHE, Y. Changes in soil microbial biomass and functional diversity with a nitrogen. **Applied Soil Ecology**, v. 64, p. 1-6, 2013.

LINU, M. S.; STEPHEN, J.; JISHA, M. S. Phosphate solubilizing *Gluconacetobacter* sp., *Burkholderia* sp. and their potential interaction with Cowpea (*Vigna unguiculata* (L.)Walp.). **International Journal of Agricultural Research**, New York, v. 4, n. 2, p. 79-87, 2009.

LUGTENBERG, B.; CHIN-A-WOENG, T.; BLOEMBERG, G. Microbe-plant interactions: principles and mechanism. **Antonie Van Leeuwenhoek International Journal of General and Molecular Microbiology**, Dordrecht, v. 81, n. 1-4, p. 373-383, 2002.

LUZ, W. C. Rizobactérias promotoras de crescimento de plantas e de bioproteção. In: LUZ, W.C.; FERNANDES, J. M. C.; PRESTES, A. M.; PICININI, E. C. (Ed). **Revisão anual de patologia de plantas (RAPP)**. Passo Fundo: Padre Berthier dos Missionários da Sagrada Família, 1996. v. 4, p. 1-49.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M.; CARNEIRO, N. T.; PAIVA, E. **Fisiologia do Milho**. Sete Lagoas: Embrapa CNPMS, 2002. 23p. (Circular Técnica, 22). Disponível em: <<https://docsagencia.cnptia.embrapa.br/milho/circul22.pdf>> Acesso em: 10 fev. 2016.

MARSCHNER, P.; KANDELER, E.; MARCHNER, B. Structure and function on the soil microbial community in a long-term fertilizer experiment. **Soil Biology & Biochemistry**, Oxford, v. 35, n. 3, p. 453-461. 2003.

MILHO. Disponível em: <<http://pt.wikipedia.org/wiki/milho>>. Acesso em: 28 de fev. 2016.

MINORSKY, P. V. On the inside. **Plant Physiology**, Rockville v. 146, p. 323-324. 2008.

MODA, L. R.; PRADO, R. M.; GONZÁLES, L. C.; HERNÁNDEZ, A. R.; CAIONE, G. Solubilization of phosphorus sources associated with organic compound enriched with biofertilizer. **Agrociencia**, Montecillo, v. 48, n. 5, p. 489-500, 2014.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. 2. Ed. Lavras: UFLA, 2006. 368p.

MOREIRA, F. M. S.; DA SILVA, K.; NÓBREGA, R. S. A.; DE CARVALHO, F. Bactérias diazotróficas associativas: diversidade, ecologia e potencial de aplicações. **Comunicata Scientiae**, Bom Jesus, v.1, n.2, p.74-99, 2010.

MUÑOZ-GARCIA, A.; CABALLERO-MELLADO, J.; VALDÉS, M. Promoción del crecimiento del maíz por cepas productoras de siderófos de *Azospirillum* y *Pseudomonas* fluorescentes. In: CONGRESO NACIONAL DE LA FIJACION BIOLOGICA DEL NITROGENO Y I ENCUENTRO IBEROAMERICANO DE INVESTIGACION SOBRE FIJACION DE NITROGENO, 3., 1991. Cuernavaca. **Anais...** Cuernavaca, México, 1991, 61p.

MURTY, M. G.; LADHA, J. K. Influence of *Azospirillum* inoculation on the mineral uptake and growth of rice under hydroponic conditions. **Plant and Soil**, Netherlands, v. 108, n. 2, p. 281-285, 1988.

NAHAS, E. **Ciclo do fósforo**: transformações microbianas. Jaboticabal: FUNEP, 1991, 67p.

NAHAS, E.; CENTURION, J. F.; ASSIS, L. C. Micorganismos solubilizadores de fosfatos e produtores de fosfatases de vários solos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa MG, v. 18, p. 43-48, 1994.

NAHAS, E.; Factors determining rock phosphate solubilization by microorganisms isolated from soil. **World Journal of Microbiology and Botechnology**, Dordrecht, v. 12, p. 567-572, 1996.

NAUTIYAL, C. K. An efficient microbiological growth médium for screening phosphate solubilizing microorganisms. **FEMS Microbiology Letters**, Oxford, v. 170, 265-270, 1999.

NOVOA, R.; LOOMIS, R. S. Nitrogen And Plant Production. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 58, p.177-204, 1981.

NUR, I.; OKON, Y.; HENIS, Y. An increase in nitrogen content of *Setaria itálica* and *Zea mays* inoculated with *Azospirillum*. **Canadian Journal of Microbiology**, Ottawa, v. 26, n.4, p. 482-485, 1980.

OKON, Y.; LABANDERA- GONZÁLEZ, C. Agronomic aplications of *Azospirillum*: an evaluation of 20 years worldwide field inoculation. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 26, n.12, p. 1591-1601, 1994.

OKON Y.; VANDERLEYDEN, J. Root-associated *Azospirillum* species can stimulate plants. **American Society for Microbiology**, Washington, v. 63, n. 7, p. 366-370, 1997.

OTEINO, N.; LALLY, R. D.; KIWANUKA, S.; LLOYD, A.; RYAN, D.; GERMANINE, K. J.; DOWLING, D. N. Plan rowth promotion induced by phosphate solubilizing endophytic *Pseudomonas* isolates. **Frontiers in Microbiology**, Lausanne v.6, p.1-9, 2015.

PAVÃO, A. R.; FERREIRA FILHO, J. B. de S. Impactos Econômicos da introdução do milho Bt11 no Brasil: uma abordagem de equilíbrio geral inter-regional. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 49, n.1, p. 81-108, 2011.

PEDRAZA, R. O. Recent advances in nitrogen-fixing acetic acid bacteria. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, v. 125, n. 1, p. 25-35, 2008.

PEREIRA, L. de M.; PEREIRA, E. de M.; REVOLTI, L. T. M.; ZINGARETTI, S. M.; MÔRO, G. V. Seed quality, chlorophyll content index and leaf nitrogen levels in maize inoculated with *Azospirillum brasilense*. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 46, n. 3, p. 630-637, 2015.

PIÃO, C. G.; TANG, W. H.; CHEN, Y. X. Study on the biological activity of yield-increasing bacteria. **Chinese Journal Microbiology**, Oxford, v. 4, p. 55-62, 1992.

POTTKER, D. Recentes avanços no manejo químico do solo para a cultura do milho. In: SANDINO, I. E.; FRANCELLI, A. L. (Ed.). **Milho**. Estratégias de manejo para a região Sul. Guarapuava: Fundação Agrária de Pesquisa Agropecuária, 2000. p. 63-87.

REIS JÚNIOR, F. B.; MACHADO, C. T. de T.; MACHADO, A. T.; SODEK, L. Inoculação de *Azospirillum amazonense* em dois genótipos de milho sob diferentes regimes de nitrogênio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 1, p. 1139-1146, 2008.

REIS, V. M.; O, A. L. M.; BALDANI, V. L. D.; OLIVARES, F. L.; BALDANI, J. I. Fixação Biológica de Nitrogênio Simbiótica e Associativa. In: FERNANDES, M.S. (Ed.). **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p. 153-174.

RICHARDSON, A. E. Soil microorganisms and phosphorus availability. In: PANKHURST, C. E.; DOUBEAND, B. M.; GRUPTA, V. V. S. R. (Ed.). **Soil biota: management in sustainable farming systems**. Victoria, Australia: CSIRO, 1994, p. 50-62.

RODRIGUEZ, H.; FRAGA, R. Phosphate solubilizing bacteria and their role in plant growth promotion. **Biotechnology Advances**, New York, v. 17, n. 4-5, p. 319-339, 1999.

RODRIGUEZ, H.; GONZALEZ, T.; SELMAN, G. Expression of a mineral phosphate solubilizing gene from *Erwinia herbicola* in two rhizobacterial strains. **Journal of Biotechnology**, Netherlands, v. 84, p. 155-161, 2000.

RODRIGUEZ, L. F. O. S.; GUIMARÃES, V. F.; SILVA, M. B.; PINTO Jr, A. S.; KEIN, J. COSTA, A. C. P. R. Características agronômicas do trigo em função de *Azospirillum brasilense*, ácidos húmicos e nitrogênio em casa de vegetação. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 18, n. 1, p. 31-37, 2014.

SALA, V. M. R.; SILVEIRA, A. P. D. da; CARDOSO, E. J. B. N. Bactérias diazotróficas associadas a plantas não-leguminosas. In: SILVEIRA, A.P. da; FREITAS, S. dos S. **Microbiota do solo e qualidade ambiental**. Campinas: IAC, 2007. cap. 6, p. 97-116.

SALOMONE, G.; DÖBEREINER, J. Maize genotype effects on the response to *Azospirillum* inoculation. **Biology Fertility Soils**, New York, v.21, n. 3, p.193-196, 1996.

SALOMONE, I. E. G.; FUNES, J. M.; DI SALVO, L. P.; ESCOBAR-ORTEGA, J. S.; D' AURIA, F.; FERRANDO, L.; FERNANDEZ-SCAVINO, A. Inoculation of paddy rice with *Azospirillum brasilense* and *Pseudomonas fluorescens*: Impact of plant genotypes on rhizosphere microbial communities and field crop production. **Applied Soil Ecology**, Netherlands, v.61, p. 196- 204. 2012.

SELVAKUMAR, G.; JOSHI, P. SUYA, L. P.; MISHARA, P. K.; JOSHI, G. K.; BISHT, J. K.; BHATT, J. C.; GRUPTA, H. S. *Pseudomonas lurida* M2RH3 (MTCC9245), a psychrotolerant bacterium from the Uttarakhand Himalayas, solubilizes phosphate and promotes wheat seedling growth. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**, Dordrecht, v. 27, n. 5, p. 1129-1135, 2011.

SHARMA, A.; SHANKHDHAR, D.; SHARMA, A.; SHANKHDHAR, S. C. Growth promotion of the rice genotypes by pgprs isolated from rice rhizosphere. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition**, Temuco, v. 14, n. 2, p. 505-517, 2014.

SILVA FILHO; G. N.; VIDOR, C. Solubilização de fosfatos por microrganismos na presença de fontes de carbono. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa MG, v. 24, p. 311-319, 2000.

SILVA FILHO, G. N.; VIDOR, C. Solubilização de fosfatos naturais por microrganismos isolados de cultivo de *Pinus* e *Eucalyptus* de Santa Catarina, **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 6, p. 847-854, 2002.

SOUCHIE, E. L.; AZCÓN, R.; BAREA, J. M.; SAGGIN-JÚNIOR, O. J.; da Silva, E. M. R. Solubilização de fosfatos em meios sólidos e líquido por bactérias e fungos do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 11, p. 1149-1152, 2005.

STAMENOV, D.; JARAK, M.; DURIC, S.; MILOSEV, D.; HAJNAL-JAFARI, T.; Plant growth promoting rhizobacteria in the production of English ryegrass. **Plant, Soil and Environment**, Prague, v. 58, n. 10, p. 477- 480, 2012.

SWEDRZÝNSKA, D.; SAWICKA, A. Effect of inoculation with *Azospirillum brasilense* on development and yielding of maize (*Zea mays* ssp. *Saccharata* L.) under different cultivation conditions. **Polish Journal of Environmental Studies**, Olsztyn, v. 9, n. 6, p-505-509, 2000.

TAIZ, L. ZEIGER, E. Assimilação de nutrientes minerais. In: TAIZ, L.; ZEIGER. E. **Fisiologia Vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918p.

TARRAND, J. J.; KRIEG, N. R.; DÖBEREINER, J. A taxonomic study of the *Spirillum lipoferum* group, with description of a new genus, *Azospirillum* gen. nov. and two species, *Azospirillum lipoferum* (Beijerinck) comb. nov. and *Azospirillum brasilense* sp. nov. **Canadian Journal of Microbiology**, Ottawa, v. 24, n.8, p. 976-980, 1978.

TRESEDER, K. K. Nitrogen additions and microbial biomass: a meta-analysis of ecosystem studies. **Ecology Letters**, United Kingdom, v. 11, p. 1111-1120, 2008.

USDA. **World agricultural production**. Washington, DC:USDA - Agency Reports, 2015. Disponível em: <<http://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/grain-corn-coarsegrains.pdf>>. Acesso em: 02 ago. 2015.

VAN RAIJ, B.; QUAGGIO, J. A. **Métodos de análises de solos para fins de fertilidade**. Campinas: Instituto Agronômico de Campinas, 1983. 31 p. (Boletim técnico, 81).

VASSILEV, N.; VASSILEVA, M.; NIKOLAEVA, I. Simultaneous P- solubilizing and biocontrol activity of microorganisms: potentials and future trends. **Applied Microbiology and Biotechnology**. Heidelberg, v.71. p. 137-144, 2006.

VERMA, S. C.; LADHA, J. K.; TRIPATHI, A. K. Evaluation of plant growth promoting and colonization ability of endophytic diazotrophs from deep water rice. **Journal of Biotechnology**, Netherlands, v. 91, n. 2-3, p. 127-141, 2001.

VESSEY, J. K. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 255, n.2, p. 571-586, 2003.

VIEIRA, F. C. S.; NAHAS, E. Comparison of microbial numbers in soils by using various culture media and temperatures. **Microbiological Research**, Jena, v. 160, n. 2, p. 197-202, 2005.

VIRUEL, E.; ERAZZÚ, L. E.; MARTINEZ CALSINA, L.; FERRERO, M. A.; LUCCA, M. E.; SINERIZ, F. Inoculation of maize with phosphate solubilizing bacteria: effect on plant growth and yield. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition**, Temuco, v. 14, n. 4, p. 819-8931, 2014.

XU, G.; FAN, X.; MILLER, A. J. Plant nitrogen assimilation and use efficiency. **Annual Review Plant Biology**, Palo Alto, v.63, p.153-182, 2012.

XUAN, Y.; LIU, X.; ZHU, T-H.; MAO, C. Co inoculation with phosphate-solubilizing and nitrogen-fixing bacteria on solubilization of rock phosphate and their effect on growth promotion and nutrient uptake by walnut. **European Journal of Soil Biology**, Paris, v. 50, n.1, p. 112-117, 2012.

WAKELIN, S. A.; WARREN, R. A.; HARVEY, P. R.; RYDER, M. H. Phosphate solubilization by *Penicillium* spp. closely associated with wheat roots. **Biology and Fertility of Soils**, New York, v. 40, p. 36-43, 2004.

WALPOLA, B. C.; YOON, M-H. Prospectus of phosphate solubilizing microorganisms and phosphorus availability in agricultural soils: A review. **African Journal of Microbiology Research**, Lagos, v. 6, n. 37, p. 6600-6605, 2012.

WALPOLA, B. C.; YOON, M-H. Phosphate solubilizing bacteria: Assesment of ther effect on growth promotion and phosphorus uptake of mung bean (*Vigna radiata* [L.] R. Wilzzek. **Chilean Journal of Agricultural Research**, Santiago, v. 73, n. 3, 275-281, 2013.

WATANABE, F. S.; OLSEN, S. R. Test of an ascorbic acid method of determining phosphorus in water and NaHCO₃ extracts from soil. **Soil Science Society of American Proceedings**, Madison, v. 29, n. 6, p. 677-678, 1965.

WOLLUM, A. G. Cultural methods for soil microorganisms. In: PAGE, A. L.; MILLER, R. H.; KEENEY, D. R. (Eds). **Methods of soil analysis**. Madison: Soil Science of America, 1982. p. 781-802.

WU, S. C.; CAO, Z. H.; LIB, Z. G.; CHEUNGA, K. C.; WONGA, M. H. Effects of biofertilizer containing N-fixer, P, and K solubilizers and AM fungi on maize growth: a greenhouse trial. **Geoderma**, Netherlands, v. 125, n. 1-2, p. 155-166, 2005.

YUAN, H.; GE, T.; ZHOU, P.; LIU, S.; ROBERTS, P.; ZHU, H.; ZOU, Z.; TONG, C.; WU, J. Soil microbial biomass and bacterial and fungal community structures responses to long-term fertilization in paddy soils. **Journal of Soils and Sediments**, Heidelberg, v. 13, n.5, p. 877-886, 2013.

ZHAIR, Z. A.; MUHAMMAD, A.; FRANKENBERGER, W. T. Plant growth promoting rhizobacteria: applications and perspectives in agriculture. **Advances in Agronomy**, San Diego, v. 81, p. 97-168, 2003.