

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
CAMPUS DE CHAPADÃO DO SUL
CURSO DE AGRONOMIA

JULIANO LUCAS CARDOSO JESUS

**ATRIBUTOS MICROBIOLÓGICOS DO SOLO CULTIVADO COM MILHO
INOCULADO COM SOLUBILIZADORES DE FOSFATO EM DUAS FONTES
DE FÓSFORO**

CHAPADÃO DO SUL-MS

2023

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
CAMPUS DE CHAPADÃO DO SUL
CURSO DE AGRONOMIA

JULIANO LUCAS CARDOSO JESUS

**ATRIBUTOS MICROBIOLÓGICOS DO SOLO CULTIVADO COM MILHO
INOCULADO COM SOLUBILIZADORES DE FOSFATO EM DUAS FONTES
DE FÓSFORO**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Universidade
Federal de Mato Grosso do Sul,
como parte dos requisitos para
obtenção do título de Engenheiro
Agrônomo.

Orientador: Profa. Dra. Meire
Aparecida Silvestrini Cordeiro

CHAPADÃO DO SUL-MS
2023



Serviço Público Federal
Ministério da Educação
Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

AUTOR: **JULIANO LUCAS CARDOSO JESUS.**

ORIENTADORA: **Profa. Dra. Meire Aparecida Silvestrini Cordeiro.**

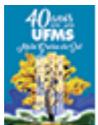
Aprovado pela Banca Examinadora como parte das exigências do Componente Curricular Não Disciplinar TCC, para obtenção do grau de BACHAREL EM AGRONOMIA, pelo curso de Bacharelado em Agronomia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Câmpus de Chapadão do Sul.

Profª. Drª. Meire Aparecida Silvestrini Cordeiro
Presidente da Banca Examinadora e Orientadora

Prof. Dr. Sebastião Ferreira de Lima
Membro da Banca Examinadora

Engª. Florestal. Ma. Izabela Cristina de Oliveira
Membro da Banca Examinadora

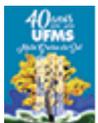
Chapadão do Sul, 1º de junho de 2023.



Documento assinado eletronicamente por **Meire Aparecida Silvestrini Cordeiro, Professora do Magistério Superior**, em 01/06/2023, às 16:30, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Sebastiao Ferreira de Lima, Professor do Magisterio Superior**, em 01/06/2023, às 16:31, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Izabela Cristina de Oliveira, Usuário Externo**, em 01/06/2023, às 16:33, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufms.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **4106828** e o código CRC **603F0798**.

COORDENAÇÃO DE GESTÃO ACADÊMICA DO CÂMPUS DE CHAPADÃO DO SUL

Câmpus de Chapadão do Sul - Rod MS 306, Km 105, Caixa Postal 112

Fone:

CEP 79560-000 - Chapadão do Sul - MS

Referência: Processo nº 23455.000354/2023-14

SEI nº 4106828

DEDICATÓRIA

A Deus por estar ao meu lado, minha família e meus amigos por me dar forças para lutar por meus sonhos. Eles são dignos de toda a minha gratidão.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por guiar os meus passos, e iluminar a minha jornada em Chapadão do Sul, por me abençoar com uma família amorosa, amigos fiéis e um lar confortável.

Agradeço à minha mãe Lellis Cardoso Movais Jesus, e ao meu pai Nelson Almeida de Jesus, por estarem ao meu lado e me dar suporte e apoio em todos os momentos desta jornada, a meus avós, em especial a Cleonilda Novais Jara por todo seu amor e carinho fornecido, às minhas irmãs por serem as minhas melhores amigas, em especial a Jéssica Cardoso Jesus por me confortar em momentos difíceis, e mesmo distante me apoiou para que este momento se realizasse, ao meu padraсто Valdeir Vital de Oliveira, que em todos os momentos esteve também contribuindo para esta jornada.

Agradeço aos meus amigos e minha república universitária Amazonas, por estarem sempre presentes, me apoiando e me fazendo sorrir. Sou grato por cada um de vocês e por tudo o que fazem por mim. Que Deus continue os abençoando sempre

Agradeço aos meus primos(as), tios e em especial a todas as minhas tias que foram como mãe, colaborando para a minha formação. A minha prima Aparecida Moraes dos Santos onde encontrei apoio e carinho durante estes anos.

Agradeço à minha orientadora, Profa. Dra. Meire Aparecida Silvestrini Cordeiro, pela sua paciência, suporte e dedicação que teve durante todo este período de orientação, que sem sua ajuda, seria impossível alcançar os resultados que obtive. Suas orientações foram fundamentais para o desenvolvimento e elaboração deste trabalho.

Gostaria de expressar minha sincera gratidão à Universidade Federal do Mato Grosso do Sul campus de Chapadão do Sul, pelo conhecimento valioso que adquiri durante minha jornada acadêmica.

A todos mencionados e que estiveram presentes em minha vida, que Deus abençoe imensamente cada um de vocês. Obrigado!

SUMÁRIO

RESUMO:	VI
PALAVRAS-CHAVE	VI
INTRODUÇÃO	I
MATERIAL E MÉTODOS	II
RESULTADOS E DISCUSSÃO	IV
CONCLUSÃO	VIII
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	IX

ATRIBUTOS MICROBIOLÓGICOS DO SOLO CULTIVADO COM MILHO INOCULADO COM SOLUBILIZADORES DE FOSFATO EM DUAS FONTES DE FÓSFORO

RESUMO:

Microrganismos solubilizadores de fosfatos possuem importante função na liberação de formas inorgânicas de fósforo, disponibilizando maior conteúdo de P na solução, proporcionando melhor crescimento e maior rendimento das plantas. A utilização de bactérias que solubilizam o fosfato é capaz de potencializar os efeitos da fertilização fosfatada, influenciando na qualidade do solo. O objetivo do trabalho foi avaliar os atributos microbiológicos de um solo inoculado com microrganismos solubilizadores de fosfato em diferentes fontes de fósforo. A condução do experimento foi na área experimental da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul do Campus de Chapadão do Sul (CPCS/UFMS), em sistema convencional. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 2x4, em quatro repetições. O primeiro fator foi composto por duas fontes fosfato (ST – super triplo e PR- pó de rocha) e o segundo fator por quatro tipos distintos de inoculante (T1 - sem inoculação, T2- inoculação com *Azospirillum brasilense*, T3 - inoculação com bactérias do gênero *Bacillus* e T4 coinoculação *Azospirillum brasilense* + bactérias). Na fase de florescimento da cultura do milho foi realizada a amostragem de solo, na camada de 0-15 cm, sendo retirada uma amostra da linha e outra da entrelinha, em vários pontos da parcela, totalizando uma amostra composta, sendo no total 48 amostras do experimento. As amostras foram retiradas para análises de carbono da biomassa microbiana do solo (CBM), a respiração microbiana do solo (RBS), o quociente metabólico (qCO₂), porcentagem de micorrizas (MIC) e a densidade de esporos (DES). A utilização de adubação fosfatada com superfosfato triplo associada com a inoculação *Azospirillum brasilense* proporcionou melhores desempenhos nos atributos microbiológicos do solo. Esses atributos são indicadores da atividade biológica e da saúde do solo, pois refletem a presença e o funcionamento de microrganismos benéficos.

PALAVRAS-CHAVE: Macronutriente, *Azospirillum brasilense*, Interações planta-microrganismo.

INTRODUÇÃO

O milho desempenha um papel fundamental no agronegócio, pois é responsável por fornecer alimentos, gerar renda para agricultores e impulsionar a economia. Além disso, contribui de forma significativa para a balança comercial, através das exportações, e promove a sustentabilidade agrícola. A importância do milho é evidente não apenas na produção agrícola, mas também nos setores industrial, comercial e de exportação, sendo também de interesse de pesquisas e buscas por melhorias na produção, especialmente no melhor uso de insumos. Dentre os insumos mais requeridos na fertilização do milho, o fósforo (P) se destaca, devido à sua importância como nutriente essencial para o crescimento e desenvolvimento das plantas. O fósforo desempenha funções vitais no metabolismo do milho, sendo fundamental para a formação e transferência de energia, síntese de proteínas, divisão celular, transporte de nutrientes e desenvolvimento de raízes saudáveis. Além disso, o estudo de Richardson et al. (2009) aborda os mecanismos de retenção do fósforo no solo, e sua interação com os colóides do solo, esse fato dificulta a absorção do nutriente pelas plantas. Para aproveitar melhor o P no solo, transformações biológicas e químicas podem aumentar a disponibilidade do nutriente para as plantas (Batista et al., 2018).

Por exemplo, em um estudo conduzido por Silva et al. (2019), foi demonstrado que a inoculação de microrganismos solubilizadores promoveu um aumento significativo na disponibilidade de P no solo e, conseqüentemente, um maior teor de P nas plantas de milho. A associação de microrganismos, como as micorrizas arbusculares, com as raízes das plantas promoveu um aumento significativo na absorção de P. Essa associação permite uma maior superfície de absorção de nutrientes, resultando em um melhor aproveitamento do P no solo (Smith et al., 2019).

Microrganismos solubilizadores de fosfatos possuem importante função na liberação de formas inorgânicas de fósforo, disponibilizando maior conteúdo de P na solução, proporcionando melhor crescimento e maior rendimento das plantas. Esses organismos também atuam como indicadores da qualidade do solo, representada pela parte viva e ativa da matéria orgânica do solo, sendo bons indicadores no processo de solubilização e ciclagem dos nutrientes (Zilli et al., 2003).

A utilização de bactérias que solubilizam o fosfato é capaz de potencializar os efeitos da fertilização fosfatada (Zucareli et al., 2018). A ação dos microrganismos do solo está diretamente associada a intensa atividade biológica, de forma que quando

balanceada a quantidade de microrganismos, a mensuração de carbono do solo e a quantidade desses organismos é um indicador da qualidade do solo permitindo seu monitoramento (Hargreaves et al., 2003).

Bactérias utilizadas na inoculação das culturas agrícolas como *Azospirillum spp.* e *Bacillus spp.* compõem um grupo de microrganismos benéficos para o desenvolvimento e crescimento das plantas por meio de diversos mecanismos como na produção de fitohormônios que estimulam a ramificação das raízes, aumentando a biomassa radicular, melhorando a permeabilidade e absorção de minerais pela planta (Bashan e Bashan, 2005; Hungria et. al., 2010; Juge et. al., 2012).

O objetivo do trabalho foi avaliar os atributos microbiológicos de um solo inoculado com microrganismos solubilizadores de fosfato em diferentes fontes de fósforo

MATERIAL E MÉTODOS

A condução do experimento foi na área experimental da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul do Campus de Chapadão do Sul, MS, localizado nas coordenadas geográficas 18°46'17,7" S e 52°37'27,7" W, com altitude de 813 m. Segundo a classificação de Köppen o clima da região é do tipo tropical úmido (Aw), caracterizado por estação chuvosa no verão e seca no inverno. A precipitação média anual é de 1.850 mm, com temperatura média anual variando de 13°C a 28°C. O solo do local é identificado como Latossolo Vermelho distrófico (Santos et al, 2018). Antes da implementação do experimento foi realizada a amostragem da área na camada de 0-20 cm para identificar as características químicas do solo, sendo obtido os valores de: 8,9 mg dm⁻³ P (mel); 27,7 g dm⁻³ M.O; 4,7 pH (CaCl₂); K, Ca, Mg e H+Al = 0,26, 2,70, 0,50 e 4,7 (cmolc dm⁻³) respectivamente; Cu, Fe, Mn e Zn (Mehlich 1) = 0,8, 85, 16,2 e 5,7 (mg dm⁻³) respectivamente; 0,12 mg dm⁻³ de B (água quente) e 42,4 de saturação de bases (Raij et al. 2001). Os dados médios de precipitação e temperatura do ar, referentes ao período de condução do experimento, estão apresentados na Figura 1.

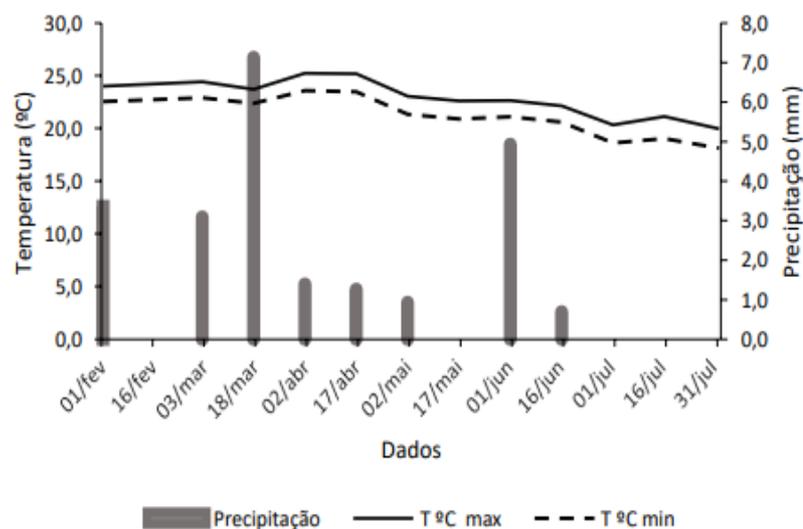


Figura 1. Dados climáticos mensais da precipitação pluvial, temperatura máxima e mínima no município de Chapadão do Sul-MS, período da segunda safra 2021. Fonte: UFMS-Universidade Federal do Mato Grosso do Sul.

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 2x4. O primeiro fator foi composto por duas fontes fosfato (ST – super triplo e PR- pó de rocha) e o segundo fator por quatro tipos distintos de inoculante (T1 - sem inoculação, T2- inoculação com *Azospirillum brasilense*, T3 - inoculação com bactérias do gênero *Bacillus* e T4 coinoculação (*Azospirillum brasilense* + *Bacillus*).

Os tratamentos com *A. brasilense* foram utilizados como produto comercial Maxterfix Gramíneas (estirpes Abv5 e Abv6 - 2×10^8 células viáveis por mL) na dose de 100 mL ha⁻¹. O consórcio de bactérias, foi utilizado o produto comercial o Profix, que continha as bactérias *Bacillus amyloliquafaciens*, *Bacillus licheniformis* e *Bacillus subtilis*, com concentração de $1,0 \times 10^{10}$ esporos mL⁻¹ (contagem microbiana total), na dose de 200 mL por 100 kg de sementes. A inoculação com *A. brasilense* e consórcio de bactérias solubilizadoras de fosfato, isoladas ou em coinoculação foi realizada na semente, duas horas antes da semeadura, em laboratório.

O preparo da área experimental foi de forma convencional, com uma gradagem pesada, seguindo aplicação de calcítico, como fonte de calcário (1.400 kg ha⁻¹) e uma gradagem leve para que fosse incorporado antes do plantio. Uma segunda gradagem leve foi realizada para controle de planta daninha antes do plantio.

Na semeadura foi realizada uma adubação de acordo com as necessidades do solo expressas na análise do solo, seguindo recomendações (Souza & Lobato, 2004), seguindo às demandas nutricionais das plantas, fornecendo os nutrientes necessários. Foram utilizados 80 kg ha⁻¹ KCl, com a fonte óxido de potássio e 20 kg ha⁻¹ de nitrogênio, utilizando-se de ureia, ambos em área total e aplicados de forma mecanizada. O híbrido de milho utilizado foi o X30R1520VYH da Pioneer, semeado a um espaçamento de 0,50 m entre linhas e densidade de 4 sementes por metro linear, semeados manualmente. Nos estádios fenológicos da cultura V4, V8, V12, foi realizada uma adubação de cobertura, utilizando 20 kg ha⁻¹ de N, utilizando como fonte a ureia. A área útil foi constituída por duas linhas centrais de cada parcela, o restante sendo considerado a bordadura.

O controle de plantas daninhas e das pragas foi iniciado com 15 dias após emergência (DAE) e repetido aos 25 DAE para controle de plantas daninhas, onde predominavam o Capim-carrapicho (*Cenchrus echinatus*), e fedegoso (*Senna obtusifolia*) e para as pragas Percevejo Barriga Verde (*Dichelops melacanthus*), Lagarta do cartucho (*Spodoptera frugiperda*) utilizando Soberan, com uma dose de 200 L/ha, e Connect, com uma dose de 150 L/ha, respectivamente.

Na fase de florescimento da cultura do milho foi realizada a amostragem de solo representativas da área experimental, com o objetivo de obter informações detalhadas sobre suas características químicas e biológicas. na camada de 0-15 cm, sendo retirada uma amostra da linha e outra da entrelinha, em vários pontos da parcela, totalizando uma amostra composta. Foram avaliados o carbono da biomassa microbiana do solo (CBM), a respiração microbiana do solo (RMS), o quociente metabólico (qCO₂) e a densidade de esporos (DES). Nessa mesma data foi coletadas amostras de raízes, para avaliação da porcentagem de colonização micorrízica nas plantas (MIC)

A avaliação de carbono da biomassa microbiana do solo (CBM) foi realizada pelo método da fumigação-extração, conforme descrito por Vance et al. (1987), em que após incubação por 24 h, ocorreu a extração com K₂SO₄ 0,5 mol L⁻¹, oxidação com K₂Cr₂O₇ 0,0667 mol L⁻¹ e titulação com sulfato ferroso amoniacal 0,0333 mol L⁻¹.

A respiração microbiana do solo (RMS) foi mensurada pela liberação de CO₂ a partir de 10 g de solo durante dez dias, com extração através de NaOH 0,05 mol L⁻¹ e titulação com HCl 0,05 mol L⁻¹ (Alef e Nannipieri, 1995).

A determinação do quociente metabólico (qCO₂), ocorreu utilizando a metodologia de Anderson e Domsch (1993), conforme a equação: qCO₂= C-CO₂/C-BM;

em que, C-CO₂ é a taxa de respiração basal do solo (mg de C-CO₂ kg⁻¹), e C-BM é o carbono da biomassa microbiana (mg de CO₂ kg⁻¹).

Para a determinação da colonização micorrízica utilizou-se o método da placa quadriculada (Giovannetti e Mosse, 1980), onde com o auxílio de microscópio estereoscópico (40x) observou-se 0,5 g de raízes finas, clarificadas com KOH 25 g L⁻¹ (Koske & Gemma, 1989) e as estruturas fúngicas, coloridas com azul de metila 0,05% (Grace e Stribley, 1991).

A densidade de esporos no solo foi obtida separando-os de 50 dm³ de solo por peneiramento úmido em malhas de 0,710 mm e 0,053 mm (Gerdemann e Nicolson, 1963) e centrifugação a 3.000 rpm, em água e em sacarose (450 g L⁻¹), por três e dois minutos, respectivamente. Os esporos separados foram, então, contados com o auxílio de microscópio estereoscópico (40x).

Os dados obtidos neste estudo foram submetidos à análise de variância, e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, utilizando o software estatístico Sisvar (Ferreira, 2019). Esse procedimento estatístico permite identificar diferenças significativas entre os tratamentos e auxilia na interpretação dos resultados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a análise de variância (Tabela 1) o fator fósforo isolado proporcionou diferença entre os tratamentos para CBM. O fator inoculante influenciou estatisticamente para as variáveis CBM e RBS. A interação significativa entre as diferentes fontes de fósforo e os diferentes inoculantes proporcionaram influência para MIC e DES. O quociente metabólico (qCO₂) não sofreu influência das fontes de fósforo e nem das distintas inoculações realizadas.

Tabela 1. Análise de variâncias para as variáveis carbono da biomassa microbiana (CBM), respiração basal do solo (RBS), quociente metabólico (QCO₂), colonização micorrízicos (MIC) e densidade de esporos do solo (DES).

F.V.	G.L.	CBM	RBS	QCO ₂	MIC	DES
Fosfato	1	43404.63*	4668.17	0.7779	36.2030	0.0833
Inoculante	3	20301.61*	13185.15*	0.6930	129.9735	4270.8889
Fósforo*inoculant	3	1765.16	5235.31	1.5339	81.8003*	6506.3056*
e						
Bloco	5	7181.23	4688.93	1.9528	16.3328	443.1833
Erro	35	3793.45	3134.70	1.1243	13.9592	711.9166
C.V. (%)		16.77	25.16	28.78	5.24	13.57

Média geral	367.23	222.55	3.68	71.26	196.67
-------------	--------	--------	------	-------	--------

F.V.: Fonte de variação; G.L.: Graus de liberdade; C.V.: Coeficiente de variação.

A biomassa microbiana do solo sofreu influência das diferentes fontes de fósforo utilizada sendo maior na presença de ST (Tabela 2). A biomassa microbiana do solo é a parte viva e mais ativa existente na matéria orgânica do solo, sendo constituída de fungos bactérias e actinomicetos que atuam na intemperização biológica dos componentes do solo, sendo responsável pela decomposição e acúmulo de matéria orgânica (Reis Júnior, 2007). A CBM do solo representa de 2% a 5% do C orgânico presente do solo (Jenkinson e Ladd, 1981).

A importante ação de microrganismos solubilizadores que melhoram a disponibilidade de fósforo no solo (Goldstein, 1986; Kim et al., 1998; Rodriguez e Fraga, 1999), em que o ST proporcionou maior a ação da biomassa microbiana.

Tabela 2. Comparação de médias para a variável carbono da biomassa microbiana (CBM) para a fonte de variação fósforo significativa.

Fosfato	CBM
Pó de Rocha	337.15 b
Super Triplo	397.30 a

Letras iguais não se diferenciam entre si pelo teste de Tukey a 5%

A inoculação foi significativa para CBM e RBS, em que para ambas as variáveis o T2 (inoculação com *Azospirillum brasilense*) proporcionou melhores respostas (Tabela 3). As bactérias do gênero *Azospirillum*, são capazes de influenciar o milho na produção de hormônios vegetais como auxinas, giberelinas e citocininas e principalmente auxiliar na solubilização de fosfato que contribui com o aumento do desenvolvimento radicular (Gordillo-Delgado et al., 2016; Kazi et al., 2016) em que a maior quantidade de microrganismos influenciado pela inoculação explica a maior CBM.

A RBS também foi maior em presença de inoculação com *Azospirillum brasilense*. A RBS representa toda a atividade metabólica que ocorre no solo que tem como consequência a produção de CO₂ produzido por fungos e bactérias na degradação da matéria orgânica (Silva et al., 2007). Isso indica que provavelmente a maior CBM em presença de *Azospirillum brasilense*, resultou em maior RBS. Valores elevados RBS

sugerem maior atividade biológica acontecendo no solo, diretamente relacionada com a disponibilidade de carbono no solo (MERCANTE et al., 2006).

Tabela 3. Comparação de médias para as variáveis carbono da biomassa microbiana (CBM) e respiração basal do solo (RBS) para a fonte de variação inoculante significativa.

Inoculante	CBM	RBS
S/ Inoculação	325.71 b	184.65 b
<i>Azospirillum</i>	415.87 a	263.76 a
<i>Bacillus Spp</i>	341.76 b	212.05 ab
<i>Azos+Bacillus</i>	385.58 ab	229.71 ab

Letras iguais na coluna não se diferenciam entre si pelo teste de Tukey a 5%

A variável MIC demonstrou uma interação significativa entre as fontes de fósforo e os inoculantes avaliados (Tabela 4). Ao analisar os desdobramentos, verificou-se que o ST apresentou resultados superiores em relação à fonte de fósforo PR em todos os inoculantes testados. Além disso, ao analisar isoladamente a fonte de fósforo, observou-se que para a fonte PR, o inoculante T3 apresentou os melhores resultados de MIC, enquanto que no caso do ST, todos os inoculantes apresentaram resultados semelhantes. Portanto, pode-se afirmar que o uso da fonte de fósforo ST resulta em uma maior quantidade de microrganismos micorrízicos no solo, independentemente do inoculante utilizado.

O desenvolvimento dos fungos micorrízicos são diretamente influenciados pela adubação de P, em que altas concentrações de tais nutrientes limitam a colonização de fungos micorrízicos nas raízes (Bressan e Vasconcelos, 2002). Ambos os fatores possuem efeitos diferentes na planta em que a inoculação com fungos micorrízicos tende a aumentar a produção, peso, comprimento e ramificação de raízes (Hodge et al., 2000; Mane et al., 1993; Hernandez e Cárdenas, 1994; Isopi et al., 1995; Berta et al., 1990). Já o comprimento total das raízes é estimulado pelo fósforo (Elwan, 1993), e a colonização radicular por comprimento de raiz pode ou não ser influenciada pelo nutriente (Thomson et al., 1990). A redução dos pelos absorventes e a diminuição do comprimento das raízes de milho que receberam inoculação tem relação negativamente com a concentração de P nos tecidos das plantas (Kothari et al., 1990), ou seja, a planta absorveu menos P.

Entretanto, os efeitos da inoculação de fungos micorrízicos e da aplicação de P sobre a morfologia do sistema radicular e o teor de P na planta de milho ainda é pouco estudado (Bressan e Vasconcelos, 2002). O que pode ser afirmado com os resultados encontrados aqui, é que a utilização de ST com a inoculação, independente da fonte do inoculante, proporcionou maior MIC no solo que segundo Hodge et al. (2000) e Prasad et al. (2000), a quantidade de fungos micorrízicos beneficia a planta em maior absorção de P especialmente plantas que possuem poucos pêlos absorventes que necessitam de tais fungos para maior absorção de nutrientes e que o teor de P no solo influencia positivamente na atividade micorrízica e ambos influenciam na morfologia radicular do milho (Bressan e Vasconcelos, 2002).

Tabela 4. Desdobramento para a interação significativa entre fontes de fósforo e inoculantes para a variável colonização micorrízica (MIC).

	PR	ST
S/ Inoculação	67.92 bAB	74.03 aA
<i>Azospirillum</i>	64.58 bB	60.21 aA
<i>Bacillus Spp</i>	71.88 bA	77.52 aA
<i>Azos+Bacillus</i>	71.57 aB	73.42 aA

Letras minúsculas iguais na linha não se diferenciam entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Outra variável a ser avaliada é a dependência dos fatores estudados devido à interação significativa entre eles, como a densidade de esporos do solo (DES). Avaliando o efeito de cada inoculação observa-se que para PR os tratamentos T1 (tratamento sem inoculante) e T4 coinoculação (*Azospirillum brasilense* + *Bacillus*) foram melhores. Para ST o tratamento com inoculantes *Bacillus* foi melhor que obteve o mesmo resultado no tratamento onde não foi feita a inoculação. Comparando o efeito de cada inoculante o T1 (tratamento sem inoculante) e T4 coinoculação (*Azospirillum brasilense* + *Bacillus*) apresentaram maiores resultados para Pó de Rocha do que para Super Triplo. Já o terceiro tratamento, onde foram feitas a inoculação com bactérias do gênero *Bacillus* apresentou maiores resultados para ST do que para PR e o tratamento 2, onde a inoculação com *Azospirillum brasilense*, apresentou o mesmo resultado para as duas fontes de fósforo (Tabela 5).

A interação entre microrganismos e as raízes do milho disponibilizou o aumento da capacidade de absorção de água e nutrientes da planta, especialmente o fósforo, apresentando maior eficiência na absorção do nutriente (Moreira e Siqueira, 2002). O

sistema radicular do milho aumenta o número de raízes laterais tanto primárias quanto secundárias, que aumenta a absorção de P pela planta (Bressan e Vasconcelos, 2002). A utilização da coinoculação obteve as mesmas respostas que o tratamento sem inoculação para DES, nesse sentido é mais viável não utilizar a inoculação. Todavia, a utilização de *Azospirillum brasilense* proporcionou as mesmas respostas para ambas fontes de fósforo utilizado. Esses microrganismos são importantes na solubilização de fosfato além de poderem atuar como antagonistas a espécies patogênicas, sendo consideradas como rizobactérias promotoras do crescimento de plantas (James e Baldani, 2012).

Tabela 5. Desdobramento para a interação significativa entre fontes de fósforo e inoculantes para a variável densidade de esporos do solo (DES).

	PR	ST
S/ Inoculação	224.33 aA	192.33 bAB
<i>Azospirillum</i>	158.00 aB	179.33 aB
<i>Bacillus Spp</i>	174.50 bB	229.83 aA
<i>Azos+Bacillus</i>	229.67 aA	185.33 bB

Letras minúsculas iguais na linha não se diferenciam entre si pelo teste de Tukey a 5%; Letras maiúsculas iguais na coluna não se diferenciam entre si pelo teste de Tukey a 5%.

A utilização de adubação fosfatada com superfosfato triplo associada com a inoculação *Azospirillum brasilense* proporcionou melhores desempenhos nos atributos microbiológicos do solo.

CONCLUSÃO

A inoculação com *Azospirillum brasilense* desempenhou um papel significativo na melhoria dos atributos microbiológicos do solo. A utilização de superfosfato triplo como fonte de fósforo resultou em um melhor desempenho. Esses atributos são indicadores da atividade biológica e da saúde do solo, pois refletem a presença e o funcionamento de microrganismos benéficos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALEF, K.; NANNIPIERI, P.; 1995. Methods in applied soil microbiology and biochemistry. **Academic Press**, 1995. 576p.

ANDERSON, J. P. E.; DOMSCH, K. H. The metabolic quotient (qCO_2) as a specific activity parameter to assess the effects of environment conditions, such as pH, on the microbial biomass of forest soils. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 25, n. 1, p. 393-395, 1993.

BATISTA, M. A.; INOUE, T. T.; ESPER NETO, M.; MUNIZ, A. S. Princípios de fertilidade do solo, adubação e nutrição mineral. In: BRANDÃO FILHO, J. U. T.; FREITAS, P. S. L.; BERIAN, L. O. S.; GOTO, R., comps. Hortaliças-fruto [online]. Maringá: EDUEM, 2018, pp. 113-162.

BASHAN, Y.; BASHAN, L.E. de. Bacteria/Plant Growth-Promoting. In: HILLEL, D. (Ed.) Encyclopedia of soils in the environment. Oxford: Elsevier, 2005. v.1, p.103-115.

BERTA, G.; FUSCONI, A.; TROTTA, A.; SCANNERINI, S. Morphogenetic modifications induced by the mycorrhizal fungus *Glomus* strain E3 in the root system of *Allium porrum* L. **New Pathologist**, v. 114, p. 207-215, 1990.

BRESSAN, W.; VASCONCELLOS, C. A. Alterações morfológicas no sistema radicular do milho induzidas por fungos micorrízicos e fósforo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 37, 509-517, 2002.

ELWAN, I. M. Response of nutrient status of plants in calcareous soils receiving phosphorus fertilization and mycorrhiza. **Annals of Agricultural Science**, v. 38, n. 2, p. 841-849, 1993.

GERDEMANN, J.W., NICOLSON, T.H. Spores of mycorrhizae *Endogone* species extracted from soil by wet sieving and decanting. **Transactions of the British Mycological Society**, v. 46, n. 1, p. 235-244, 1963.

GIOVANNETTI, M.; MOSSE, B., 1980. An evaluation of techniques to measure vesicular-arbuscular mycorrhizal infection in roots. **New Phytologist**, v. 84, n. 1, p. 484-500, 1980.

GOLDSTEIN, A. H. Bacterial solubilization of mineral phosphates: historical perspective and future prospects. **American Journal of Alternative Agriculture**, v.1, p. 51-57, 1986.

GORDILLO-DELGADO, F.; MARÍN, E.; CALDERÓN, A. Effect of *Azospirillum brasilense* and *Burkholderia unamae* Bacteria on Maize Photosynthetic Activity Evaluated Using the Photoacoustic Technique. **International Journal of Thermophysics**, v. 37, n.q, p. 1-11, 2016.

GRACE, C.; STRIBLEY, D.P. A safer procedure for routine staining of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. **Mycological Research**, v. 95, n. 1, p. 1160-1162, 1991.

HARGREAVES, P. R.; BROOKES, P. C.; ROSS, G. J. S.; POULTON, P. R. Evaluating soil microbial biomass carbon as an indicator of longterm environmental change. **Soil Biol.& Bioch.**, v. 35, p. 401-407, 2003.

HERNANDEZ, M.; CARDENAS, M. Efecto de la inoculación con micorriza en Guinea cv. Likoni. **Pastos y Forrajes**, v. 17, n. 1, p. 51-54, 1994

HODGE, A.; ROBINSON, D.; FITTER, A. H. An arbuscular mycorrhizal inoculation enhances root proliferation in, but not nitrogen capture from, nutrient rich patches in soil. **New Phytologist**, v. 154, n. 3, p. 575-584, 2000.

HUNGRIA, M. Co-inoculation of soybeans and common beans with rhizobia and azospirilla: strategies to improve sustainability. **Biology Fertility Soils**, , v. 49, p.791–801, 2013.

ISOPI, R.; FABBRI, P.; PUPPI, G.; DEL-GALLO, M. Dual inoculation of Sorghum bicolor (L.) Moench ssp. bicolor with vesicular arbuscular mycorrhizas and Acetobacter diazotrophicus. **Symbiosis**, v. 18, n. 1, p. 43-55, 1995.

JAMES, E. K.; BALDANI, J. I. The role of biological nitrogen fixation by non-legumes in the sustainable production of food and biofuels. **Plant and Soil**, v. 356, n. 1/2, p. 1- 3, 2012.

JENKINSON, D. S.; POWLSON, D. S. The effect of biocidal treatment on metabolism in soil. V. A method of measuring soil biomass. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 8, p. 209-213, 1976.

JUGE, C.; PRÉVOST, D.; BERTRAND, A.; BIPFUBUSA, M.; CHALIFOUR, F. P. Growth and biochemical responses of soybean to double and triple microbial associations with Bradyrhizobium, Azospirillum and arbuscular mycorrhizae. **Applied Soil Ecology**, v. 61, p. 147-157, 2012.

KAZI, N.; DEAKER, R.; WILSON, N.; MUHAMMAD, K.; TRETOWAN, R. The response of wheat genotypes to inoculation with Azospirillum brasilense in the field. **Field Crops Research**, v.196, n. 1, p. 368-378, 2016.

KIM, K.Y.; JORDAN, D.; McDONALD, G.A. Effect of phosphatesolubilizing bacteria and vesicular-arbuscular mycorrhizae on tomato growth and soil microbial activity. **Biology and Fertility of Soils**, v. 26, p. 79-87, 1998.

KOTHARI, S. K.; MARSCHNER, H.; GEORGE, E. Effect of VA mycorrhizal fungi and rhizosphere microorganisms on root and shoot morphology, growth and water relations in maize. **New Phytologist**, v. 116, p. 303-311, 1990.

KOSKE, R.E., GEMMA, J.N. A modified procedure for staining roots to detect VA mycorrhizas. **Mycological Research**, v. 92, n. 1, p. 486-488, 1989.

MERCANTE, F.M.; OTSUBA, A.A.; SILVA, R.F.; HERNANI, L.C.; OLIVEIRA, H. **Monitoramento de parâmetros microbiológicos em área manejadas sob plantio**

direto na Bacia Hidrográfica do Alto Taquari, MS. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, Boletim Informativo 38, 2006.

MOREIRA, F.M.S.; J. O. SIQUEIRA. **Microbiologia e bioquímica do solo.** Lavras: UFLA, 2002. 626p

PEREIRA, R. G.; SILVA, G. F.; OLIVEIRA, F. H. T.; DIÓGENES, T. B. A.; MEDEIROS, P. V. Q. de. Desempenho agronômico do sorgo granífero adubado com nitrogênio e fósforo no semiárido do Rio Grande do Norte. **Revista Caatinga**, v. 27, n. 2, p. 24 – 36, 2014.

REIS JUNIOR, F. B.; MENDES, I. D. C. Biomassa microbiana do solo. Planaltina – DF: Embrapa Cerrados, 40 p. 2007.

RODRÍGUEZ, H.; FRAGA, R. Phosphate solubilizing bacteria and their role in plant growth promotion. **Biotechnology Advances.**, v. 17, p. 319-339, 1999.

SILVA, E. E.; DE AZEVEDO, P. H. S.; DE-POLLI, H. (2007). **Determinação da respiração basal (RBS) e quociente metabólico do solo (qCO₂).** Seropédica-RJ: Embrapa agrobiologia (Comunicado Técnico 99), p. 4.

ZUCARELI, C.; BARZAN, R. R.; SILVA, J. B.; CHAVES, D. P. Associação de fosfatos e inoculação com *Bacillus subtilis* e seu efeito no crescimento e desempenho produtivo do feijoeiro. **Revista Ceres**, v. 65, n.2, p. 189-195, 2018.

COMPONENTES DA REDAÇÃO DO TCC

1. INTRODUÇÃO

A presente norma trata da elaboração do Trabalho de Conclusão de Curso de Agronomia da UFMS, que deve ser redigida dentro dos padrões exigidos para a integralização da carga horária e obtenção do grau de Bacharel em Agronomia.

2. FORMA E PREPARAÇÃO DO TCC

O texto deve ser digitado no editor de texto Microsoft Word seguindo as normas editoriais do periódico científico escolhido pelo orientador.

2.1 Numeração das Páginas

A partir da página de rosto até a última página antes da Introdução, deve-se numerar com algarismos romanos. As demais páginas, inclusive as do Apêndice (se houver), devem ser numeradas com algarismos arábicos. A numeração deve ser colocada no canto direito superior, obedecendo-se a margem direita e 2,0 cm abaixo do início da folha. Não numerar página inicial de capítulo.

A ordenação do TCC deve ser feita da seguinte forma caso seja artigo científico:

- ✓ CAPA
- ✓ PÁGINA DE ROSTO, COM FICHA CATALOGRÁFICA IMPRESSA NO VERSO (obrigatório)
- ✓ CERTIFICADO DE APROVAÇÃO COM AS RESPECTIVAS ASSINATURAS
- ✓ DEDICATÓRIA
- ✓ AGRADECIMENTOS
- ✓ EPÍGRAFE
- ✓ RESUMO (obrigatório)
- ✓ ABSTRACT (o título, o resumo e os termos para indexação devem ser vertidos fielmente para o inglês)
- ✓ LISTA DE FIGURAS
- ✓ LISTA DE TABELAS
- ✓ SUMÁRIO
- ✓ 1. INTRODUÇÃO
- ✓ 2. OBJETIVOS
- ✓ 3. REVISÃO DE LITERATURA
- ✓ Capítulo 1. (caso o TCC seja em forma de artigo científico o mesmo seguirá as normas de redação do periódico científico escolhido)

- ✓ 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS
- ✓ 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

A ordenação do TCC deve ser feita da seguinte forma caso seja estudo de caso:

- ✓ CAPA
- ✓ PÁGINA DE ROSTO, COM FICHA CATALOGRÁFICA IMPRESSA NO VERSO (obrigatório)
- ✓ CERTIFICADO DE APROVAÇÃO COM AS RESPECTIVAS ASSINATURAS
- ✓ DEDICATÓRIA
- ✓ AGRADECIMENTOS
- ✓ EPÍGRAFE
- ✓ RESUMO (obrigatório)
- ✓ ABSTRACT (o título, o resumo e os termos para indexação devem ser vertidos fielmente para o inglês)
- ✓ LISTA DE FIGURAS
- ✓ LISTA DE TABELAS
- ✓ SUMÁRIO
- ✓ 1. INTRODUÇÃO
- ✓ 2. OBJETIVOS
- ✓ 3. ESTUDO DE CASO
- ✓ 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS
- ✓ 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

A ordenação do TCC deve ser feita da seguinte forma caso seja revisão de literatura:

- ✓ CAPA
- ✓ PÁGINA DE ROSTO, COM FICHA CATALOGRÁFICA IMPRESSA NO VERSO (obrigatório)
- ✓ CERTIFICADO DE APROVAÇÃO COM AS RESPECTIVAS ASSINATURAS
- ✓ DEDICATÓRIA
- ✓ AGRADECIMENTOS

- ✓ EPÍGRAFE
- ✓ RESUMO (obrigatório)
- ✓ ABSTRACT (o título, o resumo e os termos para indexação devem ser vertidos fielmente para o inglês)
- ✓ LISTA DE FIGURAS
- ✓ LISTA DE TABELAS
- ✓ SUMÁRIO
- ✓ 1. INTRODUÇÃO
- ✓ 2. OBJETIVOS
- ✓ 3. REVISÃO DE LITERATURA
- ✓ 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS
- ✓ 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

3. DETALHAMENTO

3.1 CAPA

A capa deverá conter a identificação da instituição de ensino, campus e do curso na parte superior. Ao centro da página, o título do TCC em letras maiúsculas e em negrito, exceto nome científico, fonte 12 em Times New Roman. O nome do autor, na porção inferior da folha, como mostrado no Anexo.

3.2 PÁGINA DE ROSTO

Título

Deve ser centralizado e grafado em letras maiúsculas e em negrito, exceto nome científico, onde somente a letra inicial é maiúscula.

Nome do autor

Grafar o nome do autor com letra maiúscula e posicionado centralizado.

Nome do orientador

O nome do orientador deve ser grafado apenas na página de rosto e logo após o termo “Orientador:” com as letras iniciais maiúsculas e posicionado à direita.

Local e data

Deve ser grafados com as letras iniciais maiúsculas e centralizados. Para a data, constar apenas mês e ano, separados por travessão.

3.3 RESUMO

O resumo deve ser digitado em nova página. Deve ser inserido o título do trabalho à margem superior e centralizado. Após um espaço deve ser grafado em negrito o termo Resumo com letras minúsculas, exceto a letra inicial, na margem esquerda e

iniciada com parágrafo de 1,5cm, seguido do sinal de travessão e o texto iniciado logo após.

Palavras-chave

A expressão Palavras-chave, seguida de dois-pontos, deve ser grafada em letras minúsculas, exceto a letra inicial. Os termos devem ser separados por vírgula e iniciados com letra minúscula. Devem ser grafadas, no mínimo três e no máximo seis, considerando-se que um termo pode possuir duas ou mais palavras.

Devem conter o nome científico (só o nome binário) da espécie estudada e não devem conter palavras que componham o título.

3.4 ABSTRACT

O abstract deve ser digitado em nova página seguindo o mesmo modelo do resumo. O título, o resumo e as palavras-chave devem ser vertidos fielmente para o inglês.

3.5 TÍTULOS (Introdução, Material e Métodos, Resultados e Discussão, Conclusões e Referências Bibliográficas)

As palavras Introdução, Material e Métodos, Resultados e Discussão, Conclusões e literatura citada devem ser grafadas com letras minúsculas, exceto a letra inicial, e em negrito, na margem esquerda da página e 10 cm abaixo da margem superior.

3.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Devem ser redigidas de acordo com as normas do periódico científico escolhido.

3.8 FÓRMULAS, EXPRESSÕES E EQUAÇÕES MATEMÁTICAS

Devem ser redigidas de acordo com as normas do periódico científico escolhido.

3.9 TABELAS E FIGURAS

Devem ser redigidas de acordo com as normas do periódico científico escolhido.

3.10 FIGURAS

São consideradas figuras: gráficos, desenhos, mapas e fotografias usados para ilustrar o texto.

Devem ser inseridas de acordo com as normas do periódico científico escolhido.

Caso haja a necessidade de se usar figuras não originais, estas devem conter, após o título, a fonte de onde foram extraídas e estas devem ser referenciadas.

