



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DO SERTÃO PERNAMBUCANO
CAMPUS PETROLINA ZONA RURAL**

CURSO DE BACHARELADO EM AGRONOMIA

**EFEITO DA MICROBIOLIZAÇÃO SOBRE A QUALIDADE
FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE FEIJÃO-CAUPI (*Vigna
unguiculata* L. Walp.)**

LEIDE PRISCILLA SANTANA SANTOS

**PETROLINA, PE
2017**

LEIDE PRISCILLA SANTANA SANTOS

**EFEITO DA MICROBIOLIZAÇÃO SOBRE A QUALIDADE
FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE FEIJÃO-CAUPI (*Vigna
unguiculata* L. Walp.)**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao IF SERTÃO-PE Campus
Petrolina Zona Rural, exigido para a
obtenção de título de Agrônomo.

**PETROLINA, PE
2017**

LEIDE PRISCILLA SANTANA SANTOS

**EFEITO DA MICROBIOLIZAÇÃO SOBRE A QUALIDADE
FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE FEIJÃO-CAUPI (*Vigna
unguiculata* L. Walp.)**

Trabalho de Conclusão do Curso apresentado ao IF
SERTÃO-PE Campus Petrolina Zona Rural, exigido
para a obtenção de título de Agrônomo.

Aprovada em: ____ de _____ de ____.

Prof.^a Dr.^a Jéssica de Souza Lima
IF Sertão-PE
(Orientadora)

Prof. Dr^o. Eliel Ferreira do Nascimento
FPAG-BA
(1^o Examinador)

Prof. Dr^o. Fábio Nascimento de Jesus
IF Sertão-PE
(2^o Examinador)

RESUMO

O feijão-caupi tem grande importância como fonte de alimento e como gerador de emprego e renda. O uso de semente de feijão-caupi de alta qualidade é de fundamental importância para o sucesso da lavoura. Neste sentido, o tratamento de sementes através da microbiolização tem sido utilizado como alternativa ao uso de insumos químicos, visando a promoção de crescimento de plantas e controle de doenças. Pelo exposto, o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito da microbiolização sobre a qualidade fisiológica de sementes de feijão-caupi. Os experimentos foram realizados no laboratório de produção vegetal e no viveiro do IF Sertão-PE, campus Petrolina Zona Rural. Foram utilizadas as sementes de feijão-caupi variedade BRS-Pujante. Os microrganismos utilizados na microbiolização das sementes foram *Trichoderma* sp., *Bacillus* sp. (BMH) e *B. subtilis* (LCB30). Como testemunha as sementes foram imersas somente em água destilada esterilizada. Os parâmetros empregados para avaliar a qualidade das sementes foram: germinação de sementes (IVG), o índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento da parte aérea e da raiz, diâmetro do colo, peso da massa fresca e da massa seca da parte aérea e da raiz. Pelos resultados obtidos, verificou-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos utilizados para germinação de sementes de feijão-caupi. Analisando o índice de velocidade de germinação, comprimento da parte aérea, comprimento da raiz e diâmetro do colo, constatou-se que não houve diferença significativa para os tratamentos testados em todas as variáveis. Pode-se concluir que a microbiolização não parece ser viável para o incremento da germinação de sementes e emergência de plântulas de feijão-caupi variedade BRS-Pujante. É necessário continuar as investigações com a microbiolização de sementes de feijão-caupi na linha de biocontrole, com a finalidade de minimizar as perdas ocasionadas pelos patógenos de sementes.

Palavras-chave: germinação de sementes, emergência de plântulas, microrganismos.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por mais este passo concedido em minha vida e pela força nos momentos mais difíceis.

Aos meus pais Edna de Aguiar Santana Santos e Luiz Carlos dos Santos, que me ensinaram com palavras e exemplos de vida, a ter caráter, a ser uma pessoa honesta e a importância da educação, além de me darem apoio, incentivo nas horas difíceis, de desânimo e cansaço. Agradeço também a meu namorado Thiago Torres por toda paciência, compreensão, carinho e amor, e por me ajudar muitas vezes a achar soluções quando elas pareciam não aparecer.

Aos meus irmãos, tios (as) e primos (as), principalmente a minha prima Irai Manuela, pela sua grande contribuição em conhecimentos e suporte para a conclusão deste trabalho.

A esta instituição IF Sertão-PE campus Petrolina Zona Rural pelo ambiente, seu corpo docente, direção e administração que me proporcionaram a oportunidade de fazer o curso.

A minha orientadora Dr.^a Jéssica de Souza Lima os meus sinceros agradecimentos não só pela orientação, mas por sua amizade e por ter me dado a honra, em aceitar me ajudar neste trabalho. A sua confiança nas minhas possibilidades, o seu otimismo quando as dificuldades surgiam e a sua orientação segura permitiram-me chegar ao final.

Aos meus colegas de classe e amigos, aos amigos que fiz durante o desenvolver deste trabalho, pela contribuição na realização do trabalho, pelos momentos alegres, de tristeza e dores vividas e que vão continuar presentes em minha vida.

A todos os funcionários do Laboratório de Microbiologia e demais laboratório pela inestimável colaboração na realização deste trabalho.

E pra aqueles não citados nominalmente, mas que, de uma forma ou de outra, tornaram possível a conclusão deste importante passo na minha vida, meus sinceros agradecimentos.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

	Página
Tabela 1. Feijão Seco – Produção Mundial – 2012 a 2014	11
Tabela 2. Feijão Caupi Seco – Produção Mundial – 2012 a 2014	11
Tabela 3. Área, Produtividade e Produção de Feijão Caupi no Brasil	12
Figura 1. A) Isolados bacterianos, <i>Bacillus</i> sp. (BMH) e <i>Bacillus subtilis</i> (LCB 30), B) Suspensões bacterianas	21
Figura 2. A) Isolado de <i>Trichoderma</i> sp. em meio de cultura BDA (batata dextrose e ágar) e, B) Ajuste da concentração fúngica em câmara de Neubauer e preparação da suspensão	22
Figura 3. Desinfecção das sementes de Feijão-Caupi cv. BRS Pujante.....	22
Figura 4. Rolos de papel Germitest® contendo sementes Feijão-Caupi cv. BRS Pujante.....	23
Figura 5. Sementes de Feijão-Caupi cv. BRS Pujante dispostas em copos descartáveis contendo Substrato Comercial	24
Figura 6. A) Emergência de plântulas de Feijão-Caupi cv. BRS Pujante com 3 dias e, B) Emergência de plântulas de feijão-caupi com 7 dias.....	24
Figura 7. Plântulas de Feijão-Caupi cv. BRS Pujante para serem mensuradas	25
Figura 8. A) Avaliação do comprimento da parte aérea, B) Avaliação do comprimento da raiz principal e C) Avaliação do diâmetro do colo com auxílio de régua milimétrica e paquímetro digital	25
Figura 9. A) Plântulas de Feijão-Caupi cv. BRS Pujante em sacos de papel na estufa e B) Avaliação do peso da massa seca da parte aérea e da raiz	26

Tabela 4. Germinação de sementes de feijão – caupi (<i>Vigna unguiculata</i> L.) Walp.) cultivar BRS Pujante, em função da técnica de microbiolização	27
Tabela 5. Índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento da parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR) e diâmetro do colo (DC) de feijão – caupi (<i>Vigna unguiculata</i> L. Walp.), cultivar BRS Pujante, em função da técnica de microbiolização	29
Tabela 6. Massa fresca e seca da parte aérea (MFPA/MSPA), massa fresca e seca da raiz (MFR/MSR) de feijão – caupi (<i>Vigna unguiculata</i> L. Walp.), cultivar BRS Pujante, em função da técnica de microbiolização	30

SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO	07
2. REFERENCIAL TEORICO	09
2.1. A cultura do Feijão-Caupi	09
2.2. Importância Econômica	10
2.3. Qualidade de Sementes e sua Importância na Produtividade	13
2.4. Microbiololização de Sementes	14
2.4.1. <i>Trichoderma spp.</i>	15
2.4.2. <i>Bacillus subtilis</i>	17
2.5. Potencial Fisiológico de Sementes: Germinação de Sementes e Emergência de Plântulas	18
3. OBJETIVO	20
3.1. Objetivo geral	20
3.2. Objetivo específico	20
4. MATERIAL E MÉTODOS	21
4.1. Avaliação da Germinação de sementes de Feijão-Caupi (<i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp.), cv. BRS Pujante	23
4.2. Emergência das Plântulas	23
4.2.1. Índice de velocidade de germinação (IVG)	24
4.2.2. Comprimento da parte aérea e da raiz principal e diâmetro do colo ...	25
4.2.3. Matéria seca da parte aérea e da raiz	25
4.3. Análises estatísticas	26
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
6. CONCLUSÕES	32
REFERÊNCIAS	33

1. INTRODUÇÃO

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp.), comumente chamado de feijão-de-corda ou feijão-macassar é uma das fontes alimentares mais importantes e estratégicas para regiões tropicais e subtropicais do mundo (SILVA NETO et al., 2013). No Brasil, o cultivo ocorre, principalmente, nas regiões Norte e Nordeste, onde é uma das principais alternativas econômica, com consequente importância social para as populações rurais (TAGLIAFERRE et al., 2013), exercendo grande valor sob o ponto de vista alimentar (TEÓFILO et al., 2008).

Neste sentido, é essencial para o aumento da produtividade, a melhoria do nível tecnológico do feijão caupi, na qual inclui-se o emprego de sementes de alta qualidade (DUTRA et al., 2007). A qualidade de sementes compreende uma série de características ou de atributos que determinam o seu valor para semeadura, tais como os de natureza genética, fisiológica e sanitária (VIEIRA et al., 1999; CARVALHO et al., 2006).

A utilização de sementes de qualidade é fundamental para a obtenção de semeaduras uniformes, além de minimizar a entrada de fitopatógenos, que comprometem o estágio inicial de desenvolvimento das plântulas. Em diversas culturas, estudos vêm demonstrando a capacidade de microrganismos de incrementar o potencial fisiológico de sementes microbiolizadas com bactérias (BERTELLA, 2016). De igual modo, a microbiolização com microrganismos antagonistas, tem-se apresentado como uma técnica promissora para o controle de patógenos associados às sementes, produzindo plântulas saudáveis e vigorosas (JUNGES, 2014).

Nos dias atuais, a microbiolização de sementes é o método de controle biológico bastante atrativo e de grande sucesso no mundo (FRIGHETTO, 2000). A microbiolização de sementes é definida como a aplicação de microrganismos vivos

às sementes para o controle de doenças e/ou para promover o crescimento de plantas, sendo um método muito utilizado em trigo, milho, milho doce, ervilha, tomate, pêsego, cenoura e beterraba açucareira (LUZ, 1993).

Em termos mundiais, os bioprotetores mais utilizados englobam as espécies *Agrobacterium radiobacter*, *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas fluorescens*, *Trichoderma harzianum* e *Gliocladium roseum* (LUZ, 1993, LAZZARETTI; BETTIOL 1997).

Além disso, o revestimento de sementes com microrganismos pode maximizar a absorção de nutrientes e/ou a fixação de nitrogênio, controlar patógenos, melhorar a taxa de germinação e vigor das sementes, além de promover o crescimento das plantas (HUANG, 1992).

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da microbiolização sobre a qualidade fisiológica de sementes de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp.).

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. A Cultura do Feijão-Caupi

O feijão-caupi é uma cultura de origem africana, a qual foi introduzida no Brasil na segunda metade do século XVI pelos colonizadores portugueses no Estado da Bahia (FREIRE FILHO, 1988), de onde se expandiu por todo o País. É amplamente cultivado nas regiões Norte e Nordeste, e vem se expandindo para o Centro-Oeste, principalmente para o Estado de Mato Grosso (FREIRE FILHO et al., 2011, OLIVEIRA et al., 2001).

O feijão-caupi, também denominado de feijão-de-corda ou feijão macassar, é uma dicotiledônea pertencente à ordem Fabales, família Fabaceae, subfamília Faboideae, tribo *Phaseoleae*, subtribo *Phaseolinae*, gênero *Vigna*, espécie *Vigna unguiculata* (ONOFRE, 2008).

O feijão-caupi é uma cultura anual, apresentando germinação epígea, com os cotilédones inseridos no primeiro nó do ramo principal. Seu sistema radicular é do tipo axial, relativamente superficial, embora algumas raízes possam atingir a profundidade de 2,0 m, característica que a torna uma espécie com capacidade de manter-se por longos períodos sem irrigação. Em suas raízes é comum encontrar nódulos que auxiliam na absorção de nitrogênio através da fixação biológica de nitrogênio (FBN) realizada por micro-organismos genericamente conhecidos como rizóbios (CHAGAS JÚNIOR et al., 2009).

A inflorescência é do tipo cimeira e está localizada na axila da folha, em um pedúnculo que varia de tamanho dentro e entre cultivares. O fruto é uma vagem de tamanho e forma variáveis, contendo, no seu interior, sementes dispostas em

fileiras, podendo apresentar diversas formas, tamanho e cor do tegumento (MAFRA, 1979).

No Brasil, há cerca de 63 cultivares comerciais de feijão-caupi, como BR 17-Gurguéia, BRS Novaera, BRS Paraguaçu, BRS Guariba, Miranda IPA 207, entre outras (FREIRE FILHO et al. 2011, MARSARO JÚNIOR; VILARINHO 2011, AGEITEC, 2011). Os mais cultivados, são os cultigrupos Unguiculata para produção de grãos secos e feijão-verde, e sesquipedalis, conhecido como feijão-de-metro, para produção de vagem (FREIRE FILHO et al., 2011).

A cultivar BRS Pujante é do tipo feijão sempre verde, com grãos e vagens compridas, é recomendada para plantio de sequeiro, no primeiro semestre, e irrigado, no segundo semestre. Com ciclo médio, de 70 dias até a primeira colheita, tem hábito de crescimento indeterminado, porte semiramador, com inserção da vagem acima da folhagem (EMBRAPA, 2017). A propagação do feijão-caupi é feita exclusivamente por sementes e a semeadura é direta no campo (OLIVEIRA, 2010).

2.2. Importância Econômica

O agronegócio do feijão-caupi estende-se por quase todos os continentes, predominando na África Ocidental e Central, Sul da Ásia e Nordeste da América do Sul (MATEUS, 2015).

Segundo dados da FAO (2016), a média da produção mundial de feijão seco total de 2012 a 2014 foi de 23,8 milhões de toneladas. Os sete principais países produtores de feijões secos e que juntos respondem por cerca de 64% da produção média mundial são: Índia e Mianmar (16%), Brasil (13%), EUA, México e Tanzânia (5%), e China (4%) (Tabela 1).

Tabela 1. Feijão Seco – Produção Mundial – 2012 a 2014 (toneladas)

Países	2012	2013	2014	Média	% Media
Índia	3.710.000	3.630.000	4.110.000	3.816.667	16
Mianmar	3.650.000	3.700.000	3.737.320	3.695.773	16
Brasil	2.794.854	2.892.599	3.294.586	2.994.013	13
EUA	1.448.090	1.114.750	1.324.760	1.295.867	5
México	1.080.857	1.294.634	1.273.957	1.216.483	5
China	1.139.300	1.027.800	1.035.000	1.067.367	4
Tanzânia	1.199.267	1.113.141	1.025.930	1.112.779	5
Outros	8.807.894	9.057.339	8.028.711	8.631.317	36
Total	23.830.262	23.830.263	23.830.264	23.830.265	100

Fonte: FAO em 05 Out 2016

Com relação à média da produção mundial somente de feijão-caupi, neste mesmo período, a FAO (2016) afirmou que foi de 7,32 milhões de toneladas. Os três principais produtores mundiais foram a Nigéria, o Níger e Burkina Faso, que responderam, respectivamente, por 54%, 21% e 8% da produção mundial, representando cerca de 83% da produção mundial de feijão-caupi seco (Tabela 2).

Tabela 02. Feijão Caupi Seco – Produção Mundial – 2012 a 2014 (toneladas)

Países	2012	2013	2014	Média	Part. %
Nigéria	5.146.000	4.630.540	2.137.900	3.971.480	54
Néger	1.329.514	1.633.700	1.586.446	1.516.553	21
Burkina Faso	598.524	580.000	571.310	583.278	8
Outros	1.205.475	1.258.079	1.293.291	1.252.282	17
Total	8.279.513	8.102.319	5.588.947	7.323.593	100

Fonte: FAO em 05 Out 2016

O feijão-caupi tem grande importância como fonte de alimento e como gerador de emprego e renda. É rico em proteínas, minerais e fibras (FROTA et al., 2008; SINGH, 2007) e constitui alimento básico das populações urbanas e rurais das regiões Norte e Nordeste (FREIRE FILHO, et al., 2011).

No Brasil, o feijão-caupi vem se destacando, tanto no setor produtivo, com a expansão do cultivo para outras regiões, quanto no setor comercial, com uma melhor padronização do produto, com o início do processamento industrial e com a entrada do produto em novos mercados do País e do exterior. (FREIRE FILHO et al., 2011). Sua produção ocorre especialmente em primeira e segunda safra nas regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste. A expansão da cultura tem ocorrido principalmente para as regiões de cerrado, no período de safrinha, devido principalmente a precocidade e a tolerância ao déficit hídrico em relação a outros

cultivos como milho, soja etc., além do porte ereto e adaptação ao cultivo mecanizado. Por fim, o baixo custo e a possibilidade de bons rendimentos são os principais atrativos para o cultivo desta leguminosa (SILVA et al., 2016).

A região Nordeste destaca-se como a maior produtora e consumidora de feijão-caupi no Brasil. O estado de Mato Grosso, embora não apresente a maior área colhida atinge a maior produção, devido a maior produtividade, resultado direto do emprego de tecnologias adequadas no sistema de produção da cultura. Em contraste, estados como Ceará e Piauí, maiores consumidores desta leguminosa no Brasil, alcançam baixíssimos níveis de produtividade, em função do baixo emprego de tecnologia, irregularidades pluviométricas, etc. (SILVA et al., 2016).

A área, produtividade e produção de feijão-caupi no Brasil, safra 2016/2017, é mostrada na Tabela 3. Observe que a região Nordeste é responsável por praticamente 80% da área cultivada, contudo, na produção total, contribui com menos de 60%, evidentemente, em decorrência de menores produtividades obtidas na região. Vale ressaltar, portanto, que as estimativas atuais não levam em consideração a produção de feijão-caupi dos estados do Tocantins, Distrito Federal e Goiás, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais e São Paulo, embora, de fato, sabe-se da existência de produção nestes estados (SILVA et al., 2016).

Tabela 3. Área, Produtividade e Produção de Feijão Caupi no Brasil

Região/UF	Área (mil ha)	Produtividade (kg.ha ⁻¹)	Produção (mil ton)
Norte	72,7	1077	78,3
RR	2,4	650	1,6
AC	2,0	630	1,3
PA	27,2	862	25,1
TO	41,1	1265	52,0
Nordeste	1104,6	386	426,5
MA	87,8	646	56,7
PI	231,8	395	91,6
CE	399,9	332	132,8
RN	35,8	408	14,6
PB	65,6	317	20,8
PE	91,9	133	12,2
AL	10,3	605	6,2
BA	181,5	504	91,6
Centro-Oeste	196,5	1084	213,0
MT	196,2	1083	212,5
DF	0,3	1500	0,5
Sudeste	14,4	523	7,5
MG	14,4	523	7,5
Brasil	1388,2	522	725,3

Fonte: CONAB (2017)

Diante deste cenário a obtenção de elevadas produtividades vem-se tornando essencial na prospecção desta cultura através da interação entre os fatores ambientais, técnicas de manejo, utilização de cultivares mais produtiva e o uso de sementes de alta qualidade (BINOTTI et al., 2008).

2.3. Qualidade de Sementes e sua Importância na Produtividade

A qualidade da semente é definida pelo somatório dos atributos genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários, e quando esses atributos não expressam seu máximo afetam a sua capacidade de originar plantas de alta produtividade. A qualidade fisiológica da semente significa sua capacidade de desenvolver suas funções vitais, abrangendo germinação, tolerância à dessecação, vigor e longevidade (POPINIGIS, 1985).

O uso de sementes de boa qualidade é determinante para o sucesso da semeadura, estando diretamente relacionadas à produtividade e à lucratividade obtidas (SALUM et al., 2008). As sementes podem ser apontadas, inclusive, como promotoras do sucesso de áreas novas e extensas, com alta tecnologia e aprimoramento técnico, por ser o fator mais limitante nessas condições (BARROS, 2001).

A qualidade das sementes utilizadas no plantio condiciona o bom desenvolvimento da cultura, onde a capacidade germinativa e a produção de plântulas vigorosas constituem os pontos mais críticos para determinar o sucesso no estabelecimento da população de plantas (LIMA et al., 2002).

Sendo assim, sementes de baixa qualidade, com germinação e vigor reduzidos, originam lavouras com população inadequada de plantas acarretando em instabilidade e prejuízo econômico para o produtor, de modo que, para se obter altas produtividades de grãos ou sementes recomenda-se a utilização de sementes de qualidade comprovada. (YOKOYAMA et al., 2000).

2.4. Microbiolização de Sementes

A utilização de sementes de qualidade é fundamental para a obtenção de sementeiras uniformes, além de minimizar a entrada de fitopatógenos, que comprometem o estágio inicial de desenvolvimento das plântulas (JUNGES, 2014).

O tratamento de sementes com produtos químicos é uma tecnologia recomendada pela pesquisa, comprovadamente eficiente no controle de patógenos de sementes e conseqüentemente diminuindo as falhas na germinação. Entretanto, os fungicidas atualmente disponíveis para o tratamento de sementes têm apresentado eficiência variável e também devido aos grandes problemas de contaminação ambiental e humana, aliados a conscientização ecológica globalizada, tem se destacado as pesquisas com alternativas de controle natural relacionadas a preservação da fauna benéfica e dos inimigos naturais (SOFO et al., 2010).

Nesse sentido, a microbiolização com microrganismos antagonistas, tem-se apresentado como uma técnica promissora para o controle de patógenos associados às sementes, produzindo plântulas saudáveis e vigorosas (JUNGES, 2014).

A microbiolização consiste na utilização de microrganismos ou de seus metabólitos na proteção de sementes, sendo este método já utilizado na promoção de germinação e crescimento e no controle de diferentes patógenos (LAZZARETTI; BETTIOL, 1997; LUZ, 2003). Os microrganismos podem estimular a emergência das sementes e o enraizamento pela ação de hormônios de crescimento e outras substâncias secretados pelos mesmos (JAGADEESH et al., 2006).

O tratamento de sementes antes do plantio através da microbiolização tem sido utilizado com resultados satisfatórios e como alternativa ao uso de insumos químicos, visando o controle de doenças, além de promover o crescimento de plantas, através da aplicação de microrganismos vivos, como *Trichoderma* spp. e *B. subtilis* (MELO, 1996). Em termos mundiais, os bioprotetores mais utilizados englobam as espécies *Agrobacterium radiobacter*, *B. subtilis*, *Pseudomonas fluorescens*, *Trichoderma harzianum* e *Gliocladium roseum* (LUZ, 1993, LAZZARETTI; BETTIOL 1997).

2.4.1. *Trichoderma* spp.

Trichoderma spp. são fungos de vida livre, os quais possuem alta interatividade em ambientes radiculares, no solo e foliares. Estes fungos destacam-se, também, por produzirem uma ampla gama de antibióticos e substâncias capazes de parasitar outros fungos (SIVASITHAMPARAM; GHISALBERTI, 1998).

O gênero *Trichoderma* corresponde a fase anamórfica do gênero *Hypocrea*, pertencente à classe dos fungos Mitosporicos, subclasse Hifomicetos, ordem Moniliales, família Moniliaceae (SAMUEL, 1996). Dos fungos com potencial de antagonismo, este gênero é um dos mais pesquisados e estudados.

Trichoderma spp. destaca-se como bioprotetor por atuar como antagonista de alguns fitopatógenos de importância econômica e, também, por promover o crescimento e o florescimento de plantas (BAKER, 1989).

O tratamento de sementes com agentes de controle biológico, como os fungos do gênero *Trichoderma*, apresenta-se como uma alternativa útil para diminuir ou inibir a transmissão de doenças via sementes (CORRÊA et al., 2008; HARMAN, 2011; OLIVEIRA et al., 2012). Além de agir no controle de doenças de plantas, esses microrganismos benéficos podem estimular o enraizamento e o crescimento vegetal, promover a germinação de sementes e, ainda, acelerar o estabelecimento de mudas no campo após o transplante (LUZ, 1996). A aplicação de *Trichoderma* pode ser feita nas sementes, no substrato, no sulco de plantio ou em materiais orgânicos que serão incorporados antes do transplante das mudas (MACHADO et al., 2012).

O gênero *Trichoderma* é de fácil propagação, capaz de sobreviver em ambiente desfavorável como pH e temperaturas elevadas e atua eficientemente como agentes do controle biológico (BROTMAN et al., 2010; MASTOURI et al., 2010; MACHADO et al., 2011). São antagonistas de várias espécies de fitopatogênicos, promovendo melhorias no crescimento e na defesa das plantas contra populações de patógenos em diferentes tipos de solo sem ocasionar impacto negativo ao ambiente (VINALE et al., 2008; SILVA et al., 2011; ZHANG et al., 2012).

Entre os seus mecanismos de ação, pode-se mencionar o parasitismo (utiliza outros microrganismos como alimento); antibiose (secreção de antibióticos); e competição (por nutrientes, oxigênio e espaço), que são desenvolvidos para

promover seu nicho ecológico, tornando as raízes das plantas abundantes e saudáveis (HARMAN, 2000; BEDENDO et al., 2011).

Apresenta uma importante função ecológica, pois participa na mineralização dos restos de folhas, caules e raízes que já estão mortos, ajudando a manter o equilíbrio do ambiente (GAMS; BISSET, 1998). Além disso, podem competir com outros organismos, por exemplo, por exsudatos essenciais, expelidos pelas sementes, os quais são capazes de estimular, no solo, a germinação de propágulos de fungos patogênicos de plantas (HOOWELL, 2002) e, mais frequentemente, podem competir com microrganismos do solo por nutrientes e por espaço (ELAD, 1999).

Em solos pobres, com baixos níveis de fertilidade, a adição de espécies de *Trichoderma* pode representar um aporte significativo na nutrição das plantas, devido a sua capacidade de solubilização de fosfatos (KAPRI; TEWARI, 2010), micronutrientes, ferro, manganês e magnésio (HARMAN et al., 2004). Quanto mais baixos os níveis de tais nutrientes mais significativo será o aumento de produtividade (BENITEZ et al., 2004).

Trichoderma spp. promoveu incentivo da germinação, crescimento e desenvolvimento de plantas de feijão e maior índice de velocidade de germinação em sementes de soja (MENEZES, 1992), maior germinação, emergência e vigor de plântulas de berinjela (MARTIN-CORDER; MELO, 1997), melhoria na germinação, emergência e vigor em algodão (FARIA et al., 2003). (RESENDE et al. 2004) verificaram maior acúmulo de matéria seca nas raízes de milho provenientes de sementes inoculadas com este microrganismo.

No Brasil, diversos produtos à base de *Trichoderma* já foram lançados como, por exemplo: Biomix (mix de *Trichoderma* spp.), utilizado para o controle de Oídio, *Uncinula necator*, em videira; Binab T (a base de *T. harzianum*), utilizado contra *Botrytis cinerea* (SILVA-RIBEIRO et al, 2001), Biotrich (contendo *Trichoderma* spp.), com ação preventiva sobre os fungos fitopatógenos *Rizhoctonia*, *Sclerotina*, *Fusarium*, *Phytium*, *Phomopsis* e *Rosilinia*, entre outros produtos.

2.4.2. *Bacillus subtilis*

Na rizosfera, região do solo influenciada pelo sistema radicular, habitam uma infinidade de microrganismos, dentre estes se encontram os bacterianos de vida livre, que associados aos tecidos vegetais, podem desempenhar efeitos benéficos sobre as culturas atuando como promotores do crescimento de plantas (BPCP) (LUZ, 1996; HARTHMANN et al., 2009).

As bactérias do gênero *Bacillus*, estão entre as mais abundantes na rizosfera e sua atividade como promotora de crescimento vegetal vem sendo muito estudada, tendo-se em vista que a prática da inoculação com BPCP pode estimular mecanismos desejáveis aos cultivos como a nodulação de leguminosas, fixação biológica de N e absorção de nutrientes (SAHARAN, 2011).

As rizobactérias são capazes de colonizar rapidamente o sistema radicular das plantas, além de prevenir a invasão de patógenos mediante a produção de metabólitos secundários, uma importante estratégia de defesa vegetal para inibição de outros microrganismos deletérios (KLOEPPER, 2004).

São diversos os mecanismos de ação das rizobactérias sobre as plantas, tais como: a indução de resistência, a antibiose, o parasitismo, a produção de sideróforos e fitohormônios (RAMAMOORTHY, 2001; TARNAWSKI, 2006).

As rizobactérias do gênero *Bacillus* têm potencial para serem utilizadas como inoculantes para as culturas, pois mantêm sua viabilidade quando estocadas por longos períodos (PETRAS; CASIDA, 1985). Por exemplo, em milho e ervilha, as espécies *B. circulans* (Jordan) e *B. megaterium* var. *phosphaticum* (Bary) aumentaram a massa de planta e a absorção de fósforo, respectivamente (RAJ et al., 1981). Do mesmo modo, GAIND e GAUR (1991) relataram que um inoculante de *B. subtilis* (Ehrenberg) aumentou a biomassa e a produção de grãos de feijão cultivado em uma área deficiente em fósforo. Em outro estudo, DATTA et al., (1982) constataram que uma estirpe de *B. firmus* (BREDEMANN; WERNER) aumentou a produção de arroz com maior absorção de fósforo.

O fósforo (P) é um nutriente de grande importância para o crescimento e desenvolvimento das plantas, pelo seu papel importante em biomoléculas (ácidos nucleicos, fosfolipídios e nucleotídios) (BARROSO; NAHAS, 2008). Para que a quantidade de fósforo liberado por esses organismos seja suficiente para promover

o crescimento vegetal, deve-se promover a inoculação desses organismos em concentrações elevadas. O principal mecanismo de ação na solubilização de fósforo mineral é por meio dos ácidos orgânicos sintetizados por microrganismos (OLIVEIRA et al., 2003).

Em especial a rizobactéria *B. subtilis*, em trabalhos realizados com inoculação em culturas como o milho (LIMA et al., 2011), a soja (ARAÚJO; HUNGRIA, 1999), o arroz (LUDWIG et al., 2009) e tomate (ARAUJO; MARCHESI, 2009), apresentaram bons resultados. Além disso, segundo a literatura, a espécie *B. subtilis* tem potencial de ação na germinação e emergência de plântulas, crescimento aéreo e radicular, na produtividade, no auxílio a superação das plantas frente as adversidade abióticas (LAZZARETI; BETTIOL, 1997; LIMA, 2010 citado por CERQUEIRA et al., 2015) e controle biológico de nematoides (ARAÚJO et al., 2012; FERNANDES et al., 2013).

RAASCH et al. (2013) avaliaram a inoculação de *B. subtilis* em miniestacas de eucalipto, onde se observou o aumento no crescimento das mudas, variando entre 20,3 a 37,2%. ARAÚJO; CARVALHO (2009), em seu estudo com tomateiro verificou-se que o tratamento com inoculação de *B. subtilis* aumentou a massa fresca da parte aérea e produção de frutos.

2.5. Potencial Fisiológico de Sementes: Germinação de Sementes e Emergência de Plântulas

A germinação de sementes é um fenômeno biológico que pode ser considerado pelos botânicos como a retomada do crescimento do embrião, com o subsequente rompimento do tegumento pela radícula, enquanto para os tecnólogos de sementes é definida como a emergência e o desenvolvimento das estruturas essenciais do embrião, manifestando a sua capacidade para dar origem a uma planta normal, sob condições ambientais favoráveis (MACHADO et al., 2002). O teste de germinação é um dos parâmetros mais importantes para dar suporte na instalação de uma cultura. De uma maneira geral, a finalidade desse teste é prestar informações sobre o potencial das sementes (POPINIGIS, 1985).

O uso de sementes com potencial fisiológico elevado é fundamental para o estabelecimento de qualquer lavoura, pois a utilização de sementes de baixo

potencial de germinação e vigor reduzido originam lavouras com baixa população de plantas (MEDEIROS FILHO; TEÓFILO, 2005) e, conseqüentemente, baixa produtividade.

A emergência de plantas no campo pode variar, mesmo para lotes de semente de alta germinação, em função do vigor das sementes (RAMOS et al., 2004), sendo os testes de vigor essenciais para a complementação das informações da qualidade do lote de sementes.

Sementes de baixo vigor podem provocar reduções na velocidade de emergência de plântulas, no tamanho inicial de plantas, na área foliar, nas taxas de crescimento das plantas e no acúmulo de massa de matéria seca, (SCHUCH, 1999; SCHUCH et al., 2000; MACHADO, 2002; HÖFS, 2003), podendo afetar além do estabelecimento da cultura, o seu desempenho ao longo do ciclo, bem como a produtividade final.

Os testes de vigor são utilizados para diferenciar os níveis de vigor entre as sementes, distinguindo-as também entre seus lotes. Estes testes são classificados em métodos diretos e métodos indiretos. Os diretos seriam os métodos que procuram simular as condições (às vezes adversas) que ocorrem no campo e os indiretos procuram avaliar atributos que indiretamente se relacionam com vigor (físicos, biológicos, fisiológicos) das sementes (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

Os testes de vigor com base no crescimento de plântulas estão inseridos nas duas classificações de testes de vigor, por serem realizados tanto em condições laboratoriais como no campo. (OLIVEIRA et al., 2009).

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo Geral

Avaliar o efeito da microbiolização sobre a qualidade fisiológica de sementes de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp.).

3.2. Objetivos específicos

Analisar o efeito da microbiolização com *Trichoderma* sp. *Bacillus* sp. (BMH) e *Bacillus subtilis* (LCB 30) na germinação de sementes de feijão-caupi;

Verificar a influência da microbiolização de sementes na emergência de plântulas de feijão-caupi;

Mensurar a massa fresca da parte aérea e da raiz, como, também, a massa seca da parte aérea e da raiz de plântulas de feijão-caupi tratadas com diferentes microrganismos.

4. MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados no Laboratório de Produção Vegetal e no Viveiro do Instituto Federal do Sertão Pernambucano, campus Petrolina Zona Rural, Petrolina-PE. Foram utilizadas as sementes de feijão-caupi variedade BRS-Pujante, adquiridas na Embrapa Semiárido, Petrolina-PE. Os microrganismos utilizados na microbiolização das sementes foram o fungo *Trichoderma* spp. e as bactérias *Bacillus* sp. (BMH) e *B. subtilis* (LCB30), oriundos da coleção de microrganismos do laboratório de controle biológico da Embrapa Semiárido, Petrolina-PE.

Para a obtenção da suspensão bacteriana, os isolados foram cultivados em placas de Petri contendo meio de cultura Ágar Nutriente (AN) a 28°C. Após 48 horas de crescimento, foi adicionada água destilada esterilizada nas placas e realizada a raspagem da cultura com alça de Drigalski, sendo a suspensão bacteriana coletada em tubos plásticos (Eppendorf®) esterilizados com capacidade de 1500 µL (Figura 1A e 1B).

A suspensão final foi padronizada em espectrofotômetro cuja a absorbância medida em 550 nm e as bactérias foram ajustadas numa densidade ótica (OD) de 0,5.



Figura 1: A) Isolados bacterianos, *Bacillus* sp. (BMH) e *Bacillus subtilis* (LCB 30), B) Suspensões bacterianas.

A suspensão fúngica foi obtida de placas de Petri contendo esporos de *Trichoderma* sp. crescido em meio BDA (Batata-dextrose-ágar) por 10 dias a 28°C. Os esporos foram coletados com a adição de 20 mL de água destilada esterilizada na placa e raspagem com uma alça de Drigalsky. Em seguida foi realizada a contagem dos esporos em câmara de Neubauer e ajuste para 10^7 esporos.mL⁻¹ (Figura 2A, 2B).

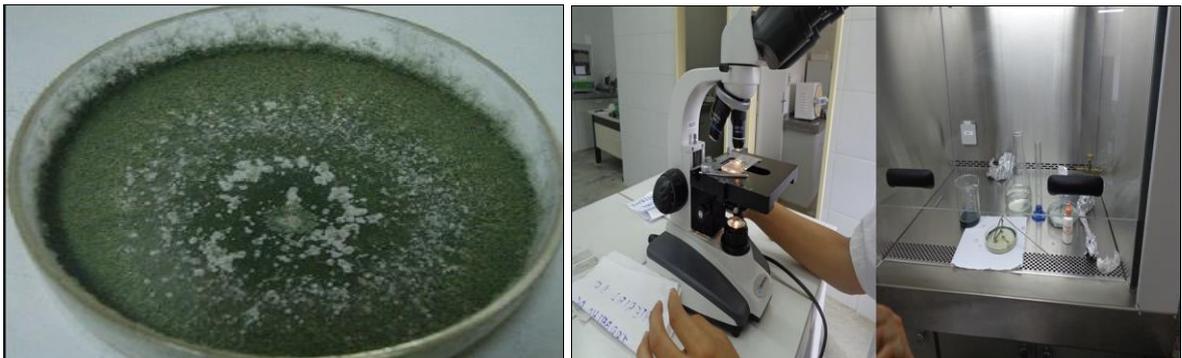


Figura 2: A) Isolado de *Trichoderma* sp. em meio de cultura BDA (batata dextrose e ágar) e, B) Ajuste da concentração fúngica em câmara de Neubauer e preparação da suspensão.

Antes da aplicação dos tratamentos, as sementes foram submetidas à desinfestação superficial, imergindo as sementes em álcool a 70% (1 min.) e hipoclorito de sódio a 1% (1 min.), seguida de tríplice lavagem com água destilada esterilizada e secagem em papel toalha (Figura 3).



Figura 3: Desinfecção das sementes de Feijão-Caupi cv. BRS Pujante.

Para a microbiolização, as sementes de feijão-caupi foram imersas na suspensão de cada um dos microrganismos durante 30 minutos sob agitação, conforme a metodologia citada por Ludwig et al (2004) com modificações. Como testemunha as sementes foram imersas somente em água destilada esterilizada. Os parâmetros empregados para avaliar a qualidade das sementes foram:

4.1. Avaliação da germinação de sementes de Feijão-Caupi cv. BRS Pujante

Foram utilizadas quatro repetições contendo 50 sementes para cada tratamento, semeadas em papel toalha Germitest® umedecido com água na proporção de 2,5 vezes o peso do substrato seco (NAKAGAWA, 1999), (Figura 4). Os rolos de papel Germitest® contendo as sementes tratadas foram acondicionados em sacos plásticos e mantidos em BOD a 25°C. As contagens foram realizadas aos cinco e nove dias após a instalação do teste, seguindo os critérios estabelecidos em BRASIL (1992).



Figura 4: Rolos de papel Germitest® contendo sementes Feijão-Caupi cv. BRS Pujante.

4.2. Emergência das plântulas

As sementes foram dispostas em copos descartáveis de 200 mL, contendo Substrato Comercial para plantas (casca de arroz carbonizado e calcário calcítico), e avaliados diariamente até o décimo quarto dia (Figura 5). As variáveis analisadas para esse experimento foram:



Figura 5: Sementes de Feijão-Caupi cv. BRS Pujante dispostas em copos descartáveis contendo Substrato Comercial.

4.2.1. Índice de velocidade de germinação (IVG)

Foram realizadas contagens diárias das plântulas normais e mensuradas durante 14 dias dispostos em copos descartáveis. Utilizou-se a fórmula definida por Maguire (1962). $IVG = G1/N1 + G2/N2 + \dots + Gn/Nn$, onde; IVG= Índice de velocidade de germinação; G1, G2, Gn= número de plântulas germinadas, dias após a semeadura e N1, N2, Nn= número de dias após o início do teste (Figuras 6A, 6B).



Figura 6: A) Emergência de plântulas de Feijão-Caupi cv. BRS Pujante com 3 dias e, B) Emergência de plântulas de Feijão-Caupi cv. BRS Pujante com 7 dias.

4.2.2. Comprimento da parte aérea e da raiz principal e diâmetro do colo

Foram mensuradas 10 plântulas coletadas aleatoriamente de cada repetição por tratamento aos 14 dias após a semeadura em copos plásticos de 200 mL (Figura 7). Para a realização das avaliações foi utilizado régua graduada em cm e paquímetro digital e os resultados expressos em cm.plântula^{-1} (Figura 8A, 8B e 8C).



Figura 7: Plântulas de Feijão-Caupi cv. BRS Pujante para serem mensuradas.



Figura 8: A) Avaliação do comprimento da parte aérea, B) Avaliação do comprimento da raiz principal e C) Avaliação do diâmetro do colo com auxílio de régua milimétrica e paquímetro digital.

4.2.3. Matéria seca da parte aérea e da raiz

Foram separadas a parte aérea e a raiz de cada plântula por repetição. Em seguida, foram acondicionadas em saco de papel (Kraft), pesando-se a massa fresca e colocadas para secar em estufa com circulação de ar a $65 \pm 3^\circ\text{C}$, durante 48 horas e depois foram pesadas novamente para a determinação do peso da massa seca total das plântulas da repetição; dividindo pelo número de plântulas

componentes, fornecendo o peso por plântula, expressa em mg.plântula^{-1} (Figura 9A e 9B).



Figura 9: A) Plântulas Feijão-Caupi cv. BRS Pujante em sacos de papel na estufa e B) Avaliação do peso da massa seca da parte aérea e da raiz.

4.3. Análises estatísticas

Para as análises foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições contendo 50 sementes. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o software Sisvar (FERREIRA, 2000).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pelos resultados obtidos, verifica-se na Tabela 4, que não houve diferença significativa entre os tratamentos utilizados para germinação de sementes de feijão-caupi, sendo que a porcentagem de germinação para os tratamentos contendo os isolados bacterianos *Bacillus* sp. (BMH) e *B. subtilis* (LCB30) foram 99,5% e 98,5%, respectivamente. As sementes tratadas com o isolado fúngico *Trichoderma* sp. mostrou um percentual de germinação de 100%.

Tabela 4. Germinação de sementes de feijão – caupi (*Vigna unguiculata* L.) Walp.) cultivar BRS Pujante, em função da técnica de microbiolização.

TRATAMENTOS	MÉDIAS (%)
<i>Bacillus</i> sp. (BMH)	99,5 a
<i>Bacillus subtilis</i> (LCB30)	98,5 a
<i>Trichoderma</i> sp.	100 a
Testemunha	100 a
CV(%)	1,0

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os valores obtidos para as porcentagens de germinação das sementes foram acima de 80%, que é o percentual mínimo recomendado para a comercialização de sementes de feijão pelo Ministério da Agricultura (BRASIL, 2008). Conforme Goulart (1998), o tratamento de sementes é uma tecnologia recomendada pela pesquisa devido contribuir na diminuição de falhas na germinação, entretanto, podem apresentar resultados variados. Neste sentido, o sucesso na microbiolização de sementes visando à promoção de crescimento vegetal depende das propriedades e mecanismos de ação do microrganismo (MELO, 1998).

Fungos do gênero *Trichoderma* tem se destacado como agentes promotores da germinação de sementes e no crescimento de plantas. Alguns estudos vêm mostrando que a promoção de crescimento de plantas por espécies de *Trichoderma* spp. se deve a produção de hormônios vegetais ou por solubilização de nutrientes e resistência de plantas as doenças (CARVALHO FILHO et al., 2008).

Em estudos realizados por Paludo e Nozaki (2015) foram observados que a maior porcentagem de sementes de feijão cultivar IPR 81 ocorreu quando tratadas com *Trichoderma* spp. (5×10^4 conídios/mL⁻¹) e, além disso, mostraram menor incidência de patógenos nas sementes. König et al. (2011), concluíram que a aplicação de isolados de *Trichoderma* aumentou a taxa de germinação das sementes de feijão em 10%. Resultado semelhante obtidos neste trabalho foi verificado por Okoth (2011), que verificou que o tratamento de sementes de feijão com *Trichoderma* não influenciou significativamente na taxa de germinação.

De acordo com Junges (2012), o recobrimento de sementes de cinco variedades de feijão (preto lote 1, preto lote 2, carioca branco, carioca vermelho e guabiju vermelho) com *Trichoderma* spp. e *B. subtilis* promoveram maior percentual de germinação e de plântulas fortes e anormais, proporcionando maior segurança na utilização da microbiolização com esse organismo.

A emergência teve início no 1º dia após a semeadura, sendo à avaliação finalizada com 10 dias. Analisando o índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR) e diâmetro do colo (DC), constatou-se que não houve diferença significativa para os tratamentos testados em todas as variáveis (Tabela 5).

Tabela 5. Índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento da parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR) e diâmetro do colo (DC) de feijão – caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp.), cultivar BRS Pujante, em função da técnica de microbiolização.

TRATAMENTOS	MÉDIAS			
	IVG	CPA (cm)	CR (cm)	DC (mm)
<i>Bacillus</i> sp. (BMH)	8,2 a	6,8 a	12,7 a	2,7 a
<i>Bacillus subtilis</i> (LCB30)	7,0 a	6,6 a	14,2 a	2,8 a
<i>Trichoderma</i> sp.	8,6 a	6,4 a	12,2 a	2,7 a
Testemunha	11,4 a	6,7 a	14,9 a	3,1 a
CV(%)	25,8	4,3	8,1	5,1

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Esses resultados podem ter sido influenciados pela composição química do substrato comercial, novos estudos deverão ser realizados a fim de verificar apenas a influência dos microrganismos na emergência de plântulas de feijão-caupi.

Estudos realizados por Bertolin et al., (2016) mostraram, também, que o desenvolvimento do tomateiro em função de tratamento biológico de sementes em relação ao parâmetro comprimento de raiz, houve igualdade estatística entre os tratamentos avaliados, com o uso de *B. subtilis*, *Trichoderma* spp.

Conforme Marcarello et al., (2012) os índices de velocidade de germinação e emergência são baseados no princípio que aquelas cultivares que apresentam maior velocidade de germinação e emergência são as mais vigorosas. Neste sentido, cultivares com percentuais de germinação e emergência semelhantes, frequentemente mostram diferenças em suas velocidades de germinação e emergência, caracterizando que existem diferenças de vigor entre elas.

Em outros estudos, Junges (2014) verificou que *Trichoderma* sp. incrementou a germinação das sementes e o desempenho inicial de plântulas de milho. Por outro lado, Resende (2004) constatou que a inoculação de *T. harzianum* reduziu o índice de velocidade de emergência em plântulas de milho. Araújo et al., (2008), observou que sementes de algodão e soja tratadas com bioformulado a base de *B. subtilis* houve um incremento na emergência de plântulas sugerindo que esse microrganismo possui potencial para promover o crescimento de plântulas.

Para a massa fresca da parte aérea (MFPA) a aplicação dos tratamentos *Bacillus* sp. (LCB 30) e *Trichoderma* spp. nas sementes de feijão-caupi diferiram estatisticamente dos resultados obtidos no tratamento testemunha, exceto o tratamento *Bacillus* sp. (BMH). Com relação à massa fresca da raiz (MFR), todos os tratamentos apresentaram valores inferiores ao tratamento testemunha (Tabela 6).

Tabela 6. Massa fresca e seca da parte aérea (MFPA/MSPA), massa fresca e seca da raiz (MFR/MSR) de feijão – caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp.), cultivar BRS Pujante, em função da técnica de microbiolização.

Tratamentos	Médias			
	MFPA (g)	MFR (g)	MSPA (g)	MSR (g)
<i>Bacillus</i> sp. (BMH)	15,8 a	5,3 b	4,3 a	3,3 ab
<i>B. subtilis</i> (LCB30)	12,7 b	4,0 c	4,1 a	3,1 b
<i>Trichoderma</i> sp.	14,3 ab	4,5 bc	4,3 a	3,3 ab
Testemunha	17,0 a	7,3 a	4,5 a	3,4 a
CV(%)	7,1	6,2	4,2	3,2

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A produção de matéria seca tem sido considerada como um dos melhores parâmetros para caracterizar a qualidade de mudas (WALTERS; KOZAK, 1965). Quando se refere ao peso de matéria seca da muda como parâmetro de qualidade, há que se considerar separadamente, o total, da parte aérea e das raízes (CARNEIRO, 1995).

Neste estudo, não houve diferença significativa entre os tratamentos para a massa seca da parte aérea (MSPA) (Tabela 6). Contudo, em outras culturas, as respostas à aplicação de *Trichoderma* spp. são caracterizadas por aumentos significativos na porcentagem de germinação, na massa seca da parte aérea e na altura de plantas (MELO, 1998). Conforme Harman (2000), a colonização de raízes por *Trichoderma* spp. pode promover o crescimento vegetal e, conseqüentemente, aumentar a produtividade em várias culturas.

Para a variável massa seca da raiz (MSR), as sementes tratadas com *B. subtilis* (LCB 30) apresentaram o valor médio inferior ao tratamento testemunha (Tabela 6). Em estudos realizados por Lazzaretti e Bettiol (1997) foi verificado que tratamento de semente com o *B. subtilis* sobre a massa seca da parte aérea e da

raiz de soja e de feijão, não apresentaram diferenças estatísticas entre os tratamentos.

6. CONCLUSÕES

1. A microbiolização com *Bacillus* sp. (BMH), *Bacillus subtilis* (LCB30) e *Trichoderma* sp. não promoveu um incremento significativo na germinação de sementes e na emergência de plântulas de feijão-caupi;
2. Novos estudos deverão ser realizados para investigar a eficiência da técnica de microbiolização para diminuir ou erradicar as perdas das sementes de feijão-caupi ocasionados pela ação de patógenos.

REFERÊNCIAS

AGEITEC. **Agência Embrapa de Informação Tecnológicas** (2011). Disponível em:<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/feijao-caupi/arvore/CONTAG01_72_510200683537.html#>. Acesso em: 22 nov. 2017.

ARAÚJO, F. F.; HUNGRIA, M. Nodulação e rendimento de soja co-infectada com *Bacillus subtilis* e *Bradyrhizobium japonicum/Bradyrhizobium elkanii*. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 34, n. 9, p. 1633-1643, 1999.

ARAÚJO, F.F. Inoculacao de sementes com *Bacillus subtilis*, formulado com farinha de ostras e desenvolvimento de milho, soja e algodao. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 2, p. 456-462, 2008.

ARAÚJO, F. F.; CARVALHO, M. H. M. Crescimento de tomateiro após tratamento de mudas com *Bacillus subtilis* e Carbofuran/Growth of tomato after treatment of plants with *Bacillus subtilis* and carbofuran. **Bioscience Journal**, v. 25, n. 4, 2009.

ARAÚJO, F. F.; MARCHESI, G. V. P.; Uso de *Bacillus subtilis* no controle da meloidoginose e na promoção do crescimento do tomateiro. 1558 Araújo & Marchesi. **Ciência Rural**, v.39, n.5, ago, 2009.

ARAÚJO, F.F.; BRAGANTE, R. J.; BRAGANTE, C. E. Controle genético, químico e biológico de meloidoginose na cultura da soja. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia-GO, vol.42 n.2 Apr./Jun, 2012.

BAKER, R. Improved *Trichomonas* spp. for promoting crop productive. **Trends in Biotechnology**, v. 7, n. 2, p. 34-38, 1989.

BARROS, A. C. S. A. Produção de Sementes de Alta Qualidade, **Seed News**, Pelotas, 2001.

BARROSO, C. B.; NAHAS, E. Solubilização do fosfato de ferro em meio de cultura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 4, p. 529-535, 2008.

BEDENDO, I. P.; JÚNIOR, N. S. M. AMORIM, L. Controles cultural, físico e biológico de doenças de plantas. In: AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; FILHO, A. B (Ed.). **Manual de Fitopatologia**: volume 1: princípios e conceitos. São Paulo: Agronômica Ceres, p. 367-388, 2011.

BENÍTEZ, T. et al. Biocontrol mechanisms of *Trichoderma* strains. **International Microbiology**, Barcelona-Spain, v.7, p.249-260, 2004.

BERTELLA M. et al., Microbiolização e peliculização: efeitos sobre a qualidade fisiológica e sanitária de sementes de soja e trigo. In: **VI Jornada de Iniciação Científica e Tecnológica**; UFFS-Campus Chapecó, 2016.

BERTOLIN, E. M.; SALLES, R. F. de M.; AUGUSTIN, C. Análise do desenvolvimento do tomateiro em função de tratamento biológico em substrato. In: congresso técnico científico da engenharia e da agronomia, 73., 2016, Foz do Iguaçu. **CONTECC**. Foz do Iguaçu: Soeea, 2016. p. 1 - 5.

BINOTTI, F. F. DA S.; HAGA, K. I.; CARDOSO, E. D.; ALVES, C. Z.; SÁ, M. E.; ARF, O. Efeito do período de envelhecimento acelerado no teste de condutividade elétrica e na qualidade fisiológica de sementes de feijão. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.30, p.247-254, 2008.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF: SNDA/ DNDV/CLAV, 1992.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 12 de 28 de março de 2008. **Regulamento Técnico do Feijão, definindo o seu padrão oficial de classificação, com os requisitos de identidade e qualidade, a amostragem, o modo de apresentação e a marcação ou rotulagem.** Diário Oficial [da] União. Brasília, DF, mar. 2008.

BROTMAN, Y.; KAPUGANTI, J.G.; VITERBO, A. Trichoderma. **Current Biology**, Madison, v.20, p.R390-R391, 2010.

CARNEIRO, J. G. A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais.** Curitiba: UFPR-FUPEF, 451 p. 1995.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção.** Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588p.

CARVALHO, M. L. M.; FRANÇA NETO, J. de B.; KRYZANOWSKI, F. C. Controle de qualidade na produção de sementes. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.27, n. 232, p.52 – 58, 2006.

CARVALHO FILHO, M. R.; MELLO, S. C. M.; SANTOS, R. P.; MENÊZES, J. E. Avaliação de isolados de Trichoderma na promoção de crescimento, produção de ácido indolacético in vitro e colonização endofítica de mudas de eucalipto. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2008. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 226).

CHAGAS JÚNIOR, A. F.; OLIVEIRA, L. A.; OLIVEIRA, A. N.; WILLERDING, A. L. Efetividade de rizóbios e caracterização fenotípica dos isolados que nodulam feijão-caupi em solos da Amazônia Central. *Acta Amazônica* vol. 39 p. 489 – 494. 2009.

CERQUEIRA, W. F.; MORAIS, J. S.; MIRANDA, J. S.; MELLO, I. K. S.; SANTOS, A. F. J. Influência de bactérias do gênero *Bacillus* sobre o crescimento do feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.). **Enciclopédia Biosfera, Centro científico conhecer.** Goiânia – GO, v.11, n.20. p.82. 2015.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento da safra brasileira de grãos: safra 2016/17, décimo levantamento, v. 4, n. 10. Brasília, DF, 2017. 170 p.

CORRÊA, B.O.; MOURA, A.B.; DENARDIN, N.D.; SOARES, V.N.; SCHÄFER, J.T.; LUDWIG, J. Influência da microbiolização de sementes de feijão sobre a transmissão de *Colletotrichum lindemuthianum* Sacc. & Magn. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.30, p.156-163, 2008.

DATTA, M.; BANIK, S.; GUPTA, R.K. Studies on the efficacy of a phytohormone producing phosphate solubilizing *Bacillus firmus* in augmenting paddy yield in acid soils of Nagaland. **Plant and Soil**, v.69, p.365 – 373, 1982.

DUTRA, A. S. et al. Qualidade fisiológica de sementes de feijão caupi em quatro regiões do Estado do Ceará. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, n. 02, p. 111-116, 2007.

ELAD, Y., DAVID, D.R., LEVI, T., KAPAT, A. & KIRSHNER, B. *Trichoderma harzium* T-39-mechanisms of biocontrol of foliar pathogens. In: **Modern fungicides and antifungal compounds II** (Eds. H. Lyr, P.E. Russel, H.W. Dehne & H.D. Sisler). Andoverm Hants, UK: Intercept, pp.459-67, 1999.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/445/feijao-caupi-brs-pujante>. Acesso: 05/12/2017.

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Dados da produção mundial de feijão-seco total e feijão-caupi de 2012 a 2014**. 2016.

FARIA, A. Y. K.; ALBUQUERQUE, M. C. de F.; CASSETARI NETO, D. Qualidade fisiológica de sementes de algodoeiro submetidas a tratamentos químico e biológico. **Revista brasileira de sementes**, Pelotas, v. 25, n. 1, jul. 2003.

FERREIRA, D.F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In... **REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA**, 45, 2000. Anais... São Carlos, SP: SIB, p. 255-258, 2000.

FERNANDES, R. H.; VIEIRA, B. S.; FUGA, C. A. G.; LOPES, E. A. Pochonia chlamydosporia e Bacillus subtilis no controle de Meloidogyne incognita e M. javanica em mudas de tomateiro, **Bioscience Journal**, v. 30, n. 1, 2013.

FREIRE FILHO, F. R. Origem, evolução e domesticação do caupi. In: ARAÚJO, J. P. P. de; WATT, E. E. (Org.). **O caupi no Brasil**. Brasília, DF: IITA: EMBRAPA, 1988. p. 26-46.

FREIRE FILHO FR, RIBEIRO VQ, CARDOSO MJ, AZEVEDO JN, RAMOS SRR, ROCHA MM AND SILVA KJD (2011) **Coleção ativa de germoplasma de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) e de outras espécies do gênero *Vigna***. Teresina:Embrapa Meio-Norte (Embrapa Meio-Norte. Documentos, 209).

FREIRE FILHO, F. R.; ROCHA, M. de M.; SILVA, K. J. D. e.; NOGUEIRA, M. do S. da R.; RODRIGUES, E. V. **Feijão-Caupi no Brasil Produção, melhoramento genético, avanços e desafios**. Teresina: Embrapa Meio-norte, 2011. 84 p.

FRIGHETTO, R. T. S. Influência do manejo de agrotóxicos no meio ambiente. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.25 (suplemento), p. 271-274, 2000.

FROTA, K.M.G.; MENDONÇA, S.; SALDIVA, P.H.N.; CRUZ, R.J.; ARÊAS, J.A.G. Cholesterol-lowering properties of whole cowpea seed and its protein isolate in hamsters. **Journal of Food Science**, Chicago, v.73, n.9, p.235-240, 2008.

GAIND, S; GAUR, A.C. Thermotolerant phosphate solubilizing microorganisms and their interaction with mung bean. **Plant and Soil**, v.133, p.141-149, 1991.

GAMS W, BISSETT J. Morphology and Identification of *Trichoderma* . In: Kubicek CP, Harman GE, editors. *Trichoderma and Gliocladium*. Vol. 1. **Basic Biology, Taxonomy and Genetics**. London: Taylor and Francis Ltd.; 1998. pp. 3–34.

GOULART, A.C.P. Tratamento de sementes com fungicidas. In: EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária do Oeste. Algodão: informações técnicas. Dourados: **EMBRAPA-CPAO**: Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 1998. p.71-84.

HARMAN, G. E. Myths and dogmas of biocontrol: Changes in perceptions derived from research on *Trichoderma harzianum* T-22. **Plant Disease**, v. 84, p. 377-393, 2000.

HARMAN, G.E. et al. *Trichoderma* species – opportunistic, avirulent plant symbionts. **Nature Reviews Microbiology**, v.2, p. 43-56, 2004.

HARMAN, G.E. Multifunctional fungal plant symbionts: new tools to enhance plant growth and productivity. **New Phytologist**, Londres, v.189, p.647–649, 2011.

HARTHMANN, O. E. L.; MÓGOR, A. F.; WORDELL FILHO, J. A.; LUZ, W. C.; BIASI, L. A. Tratamento de sementes com rizobactérias na produção de cebola. **Ciência Rural**, Santa Maria-RS, v.39, n.9, p.2533-2538, dez, 2009.

HÖFS, A. **Vigor de sementes de arroz e desempenho da cultura**. 2003. 44p. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Sementes) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2003.

HOOWELL, C.R. Cotton seedling preemergence damping-off incited by *Rhizopus oryzae* and *Pythium* spp. and its biological control with *Trichoderma* spp. **Phytopathology**, 92(2): 177-180, 2002.

HUANG, H. C. Ecological basis of biological control of soilborne plant pathogens. **Canadian Journal of Plant Pathology**, Morden, v. 14, n. 1, p. 86-91, 1992.

JAGADEESH, K.S.; KRISHNARAJ, P.U.; KULKARNI, J.H. Suppression of deleterious bacteria by rhizobacteria and subsequent improvement of germination and growth of tomato seedlings. *Current Science*, v.91, n.11, p.1458-1459, 2006.

JUNGES, E. **TÉCNICAS DE MICROBIOLIZAÇÃO DE SEMENTES DE MILHO, FEIJÃO, NABO FORRAGEIRO E AVEIA PRETA.: TÉCNICAS DE MICROBIOLIZAÇÃO DE SEMENTES DE FEIJÃO COM *Trichoderma* spp. E *Bacillus subtilis*.** 2012. 161 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria Centro de Ciências Rurais Programa de Pós-graduação em Agronomia, Santa Maria, 2012.

JUNGES, E. et al. Restricao hidrica e peliculizacao na microbiolizacao de sementes de milho com *Trichoderma* spp. **Comunicata Scientiae**, v. 5, n. 1, p. 18-25, 2014.

KAPRI, A.; TEWARI, L. Phosphate solubilization potential and phosphatase activity of rhizospheric *Trichoderma* spp. **Brazilian Journal Microbiologi**, v. 41, n. 3, Oct. 2010.

KLOEPPER, J.W. et al. Induced systemic resistance and promotion o plant growth by *Bacillus* spp. **Phytopathology**, v.94, p.1259-1266, 2004.

KÖNIG, Falko et al. GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE FEIJÃO POR DIFERENTES ISOLADOS TRICHODERMA SP. In: SEMANA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, 15., 2011, ParanÁ. **EDUCAÇÃO E CIÊNCIA NA ERA DIGITAL**. ParanÁ: Sepe, 2011. p. 1 - 7.

LAZZARETTI, E.; BETTIOL, W. Tratamento de sementes de arroz, trigo, feijão e soja com um produto formulado à base de células e de metabólitos de *Bacillus subtilis*. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 54, n. 1-2, 1997.

LIMA, Julião Soares de Souza et al. Qualidade fisiológica de sementes de feijão produzidas em solo compactado. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 24, n. 2, p. 111-117, 2002.

LIMA, F. F.; NUNES, L. A. P. L.; FIGUEIREDO, M. V. B.; ARAÚJO, F. F.; LIMA, L. M.; ARAÚJO, A. S. F. *Bacillus subtilis* e adubação nitrogenada na produtividade do milho. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 6, n. 3, p. 544-550, 2011.

LUDWIG, J.; MOURA, A. B.; SANTOS, A. S.; LORENSI, J. Incidência de *Gerlachia oryzae* em lotes de sementes microbiolizadas com isolados de bactérias biocontroladoras. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PATOLOGIA DE SEMENTES, 8, 2004, João Pessoa, Anais...João Pessoa, 2004. p. 184.

LUDWIG J, MOURA AB, SANTOS AS, RIBEIRO AS. Microbiolização de sementes para o biocontrole da mancha-parda e da escaudadura em arroz irrigado. **Tropical Plant Pathology** 34:322-328, 1999.

LUZ, W. C. Microbiolização de sementes para o controle de doenças de plantas. **Revista Anual de Patologia de Plantas**, Passo Fundo, v. 1, p. 33-70, 1993.

LUZ, W. C. Rizobactérias promotoras de crescimento de plantas e de bioproteção. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, Passo Fundo, v. 4, p. 1-49, 1996.

LUZ, W. C. Combinação dos tratamentos biológico e químico de sementes de milho. *Fitopatol. Bras.*, 2003, 28(1): 37-40.

MACHADO, R.F. **Desempenho de aveia-branca (*Avena sativa* L.) em função do vigor de sementes e população de plantas**. 2002. 46p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Sementes) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2002.

MACHADO, C. F.; OLIVEIRA, J. A.; DAVIDE, A. C.; GUIMARÃES, R. M. Metodologia para a condução do teste de germinação em sementes de ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia* (Vahl) Nicholson). **Revista Cerne**, Piracicaba, SP, v. 8, n. 2, p. 17-25, 2002.

MACHADO, R.G.; SÁ, E.L.S.; DAMASCENO, R.G.; HAHN, L.; ALMEIDA, D.; MORAES, T.; CAMARGO, F.A.O.; REARTES, D.S. Promoção de crescimento de

Lotus corniculatus L. e Avena strigosa Schreb pela inoculação conjunta de Trichoderma harzianum e rizóbio. **Ciência e Natura**, Santa Maria, v.33, n.2, p.111-126, 2011.

MACHADO, D. F. M.; PARZIANELLO, F. R.; SILVA, A. C. F.; ANTONIOLLI, Z. I. *Trichoderma* no brasil: o fungo e o bioagente. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 5, p. 74-288, jun. 2012.

MAFRA, R. C. **Contribuição ao estudo do “feijão massacar”:** fisiologia, ecologia e tecnologia de produção. In: Curso de treinamento para pesquisadores de feijão-caupi, 1, 1979, Goiânia. Assuntos abordados. Goiânia: EMBRAPA-CNPAF/IITA, 1979. p.01-39.

MARCARELLO, A.; YAMASHITA, O. M.; CARVALHO, M. A. C. Qualidade fisiológica de sementes de feijoeiro em função da aplicação foliar de cobalto e molibdênio. **Global Science Technology**, v. 5, n. 2, p. 121-132, 2012.

MARSARO JÚNIOR AL and Vilarinho AA. Resistência de cultivares de feijão-caupi ao ataque de *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae) em condições de armazenamento. **Revista Acadêmica Ciências Agrárias e Ambientais 9**: 51-55, 2011.

MASTOURI, F.; BJÖRKMAN, T.; HARMAN, G.E. Seed treatment with *Trichoderma harzianum* alleviates biotic, abiotic, and physiological stresses in germinating seeds and seedlings. **Phytopathology**, Minnesota, v.100, n.11, p.1213-1221, 2010.

MATEUS, A. M. **Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de feijão-caupi [Vigna unguiculata (L.) Walp.] pelo teste de condutividade elétrica.** 2015. 26f. Monografia (Graduação em Agronomia) - Universidade de Brasília - UnB.

MARTIN-CORDER, M.P.P.; MELO, I.S. de. Influência de *Trichoderma viride* e *T. koningii* na emergência de plântulas e no vigor de mudas de berinjela. **Revista Brasileira de Biologia**, v.57, n.1, p.39-45, 1997.

MEDEIROS FILHO, S., TEÓFILO, E.M. Tecnologia de produção de sementes. In.: FREIRE FILHO, F.R., LIMA, J.A.A., RIBEIRO, V.Q. (Ed.) **Feijão-caupi: avanços tecnológicos**, Brasília: EMBRAPA, 2005. p.487 - 497.

MELO, I. S. Trichoderma e Gliocladium como bioprotetores de plantas. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, v. 4, p. 261-295, 1996.

MELO, I. S. Agentes microbianos de controle de fungos fitopatogênicos. Cap. 1. In: MELO, I. S. de., AZEVEDO, J.L. (Ed.) - **Controle Biológico**, v.1. Jaguariúna, Embrapa, p.17–60, 1998.

MENEZES, M. Avaliação de espécies de *Trichoderma* no tratamento de feijão e do solo, visando o controle de *Macrophomina phaseolina*. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA**, 25, 1992, Gramado, RS. Resumos... Brasília: SBS, 159p, 1992.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p.2.1-2.24.

OLIVEIRA, Suene. **CULINÁRIA ÚTIL: SOBRE FEIJÕES**. 2010. Disponível em: <<https://culinariautil.wordpress.com/2010/07/01/sobre-feijoes/>>. Acesso em: 21 nov. 2017.

OLIVEIRA, A.C.; QUEIROZ, K. S.; HELBIG, E.; REIS, M. P. M.; CARRARO, F. **O processamento doméstico do feijão-comum ocasionou uma redução nos fatores antinutricionais fitatos e taninos, no teor de amido e em fatores de flatulência refinose, estaquiose e verbascose**. Archivos Latino Americanos de Nutrition, v. 51, n. 3, 2001.

OLIVEIRA, A.L.M.; URQUIAGA, S.; BALDANI, J.I. Processos e mecanismos envolvidos na influência de microrganismos sobre o crescimento vegetal. Seropédica: **Embrapa Agrobiologia**, 2003. 40 p. (Embrapa Agrobiologia. Documentos, 161).

OLIVEIRA, F. A.; CAVALCANTE, L. F.; SILVA, I. F.; PEREIRA, W. E.; OLIVEIRA, J. C.; FILHO, J. F. C. Crescimento do milho adubado com nitrogênio e fósforo em um latossolo amarelo. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 4, p. 238-244, 2009.

OLIVEIRA, A.G.; CHAGAS JUNIOR, A.F.; SANTOS, G.R.; MILLER, L.O.; CHAGAS, L.F.B. Potencial de solubilização de fosfato e produção de AIA por *Trichoderma* spp. **Revista Verde**, Mossoró, v.7, n.3, p.149-155, 2012.

OKOTH, S.A., OTADOH, J.A., OCHANDA, J.O. Improved seedling emergence and growth of maize and beans by *Trichoderma harzianum*. **Tropical and Subtropical Agroecosystems**, v. 13, n. 1, p. 65-71, 2011.

ONOFRE, A. V. C. **Diversidade genética e avaliação de genótipos de feijão-caupi contrastantes para resistência aos estresses bióticos e abióticos com marcadores SSR, DAF e ISSR**. Dissertação de Mestrado, UFPE, Recife, 2008.

PALUDO, J. J.; NOZAKI, M. de H. Tratamento sanitário de sementes de feijão com *trichoderma* spp. In: seminário de iniciação científica, 19., 2015, Paraná. **SEMIC**. Paraná: Pucpr, 2015. Disponível em: <<http://www2.pucpr.br/reol/index.php/SEMIC19?dd1=5510&dd99=view>>. Acesso em: 22 nov. 2017.

PETRAS, S. F.; CASIDA, L. E. J. Survival of *Bacillus thuringiensis* spores in soil. *Applied and Environmental Microbiology*, Washington, v. 50, p. 1496-1501, 1985.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. 2.ed. Brasília: AGIPLAN, 1985. 289p. Kloepper JW, Ryu C-M and Zhang SA (2004) Induced systemic resistance and promotion of plant growth by *Bacillus* spp. **Phytopathology** 94:1259-1266.

RAASCH, L. D.; BONALDO, S. M.; OLIVEIRA, A. A. F. *Bacillus subtilis*: enraizamento e crescimento de miniestacas de eucalipto em Sinop, norte de Mato Grosso, Brasil. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 29, n. 1, p. 1446-1457, 2013.

RAMAMOORTHY, V.; VISWANATHAN, R.; RAGUCHANDER, T.; PRAKASAM, V.; SAMIYAPPAN, R. Induction of systemic resistance by plant growth promoting rhizobacteria in crop plants against pests and diseases. **Crop Protection**, v.20, p.1-20, 2001.

RAMOS, N. P.; FLOR, E. P. O.; MENDONÇA, E. A. F.; MINAMI K. Envelhecimento acelerado em sementes de rúcula (*Eruca sativa* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 26, n. 01, p. 98-103, 2004.

RESENDE, M. L. Inoculação de sementes de milho utilizando o *trichoderma Harzianum* como promotor de crescimento, 2004. v. 28, n. 4 p. 793-798. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2004.

SAHARAN, B. S. Plant Growth Promoting Rhizobacteria: A Critical Review. **Life Sciences and Medicine Research**, 2011.

SAMUEL, G. J. *Trichoderma*: A review of biology and systematics of the genus. **Journal Of Mycology**, Columbus, v. 100, p. 923-935, 1996.

SCHUCH, L.O.B. **Vigor das sementes e aspectos da fisiologia da produção em aveia-preta (*Avena strigosa* Schreb.)**. 1999. 127p. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Sementes) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 1999.

SCHUCH, L.O.B.; NEDEL, J.L.; ASSIS, F.N. de; MAIA, M.S. Vigor de sementes e análise de crescimento de aveia preta. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.57, n.2, p.305- 312, 2000.

SILVA, V.N.; GUZZO, S.D.; LUCON, C.M.M.; HARAKAVA, R. Promoção de crescimento e indução de resistência à antracnose por *Trichoderma* spp. em pepineiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.46, p.1609-1618, 2011.

SILVA NETO, M. L. et al., Compatibilidade do tratamento de sementes de feijão-caupi com fungicidas e inoculação com estirpes de *Bradyrhizobium*. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.48, n.1, p.80-87, jan. 2013.

SILVA, K. J. D. e.; ROCHA, M. de M.; JÚNIOR, J. Â. N. de M. **A CULTURA DO FEIJÃO-CAUPI NO BRASIL**. Teresina: EditoraÇÃO Eletrônica, 2016. 12 p.

Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1065493/a-cultura-do-feijao-caupi-no-brasil>>. Acesso em: 28 out. 2017.

SILVA-RIBEIRO, R.T. et al Efeito letal de cinco linhagens de *Trichoderma* spp. sobre o fitopatogeno *Botrytis cinerea*. Summa **Phytopathologica** Dec 2001 v 27(4) p 364-369.

SINGH, B.B. **Recent progress in cowpea genetics and breeding**. Acta Horticulturae, The Hague, n.752, p.69-76, 2007.

SIVASITHAMPARAM K.; GHISALBERTI, E. L. Secondary Metabolism in *Trichoderma* and *Gliocladium* . In: Kubicek CP, Harman GE, editors. *Trichoderma* and *Gliocladium*. Vol. 1. **Basic Biology**, Taxonomy and Genetics. London: Taylor and Francis Ltd.; 1998. pp. 139–191.

SOFO, A.; MILELLA, L.; TATARANNI, G.; Effects of *Trichoderma harzianum* strain T-22 on the growth of two *Prunus* rootstocks during the rooting phase. **Journal of Horticultural Science & Biotechnology**, v.85, p.497-502, 2010.

TAGLIAFERRE, C. et al., Características agronômicas do feijão caupi inoculado em função de lâminas de irrigação e de níveis de nitrogênio **Rev. Ceres**, v. 60, n.2, 2013.

TARNAWSKI, S.; HAMELIN, J.; JOSSI, M.; ARAGNO, M.; FROMIN, N. Phenotypic structure of *Pseudomonas* populations is altered under elevated pCO₂ in the rhizosphere of perennial grasses. **Soil Biology & Biochemistry**, v.38, p.1193-1201, 2006.

TEÓFILO, E. M. et al. Potencial fisiológico de sementes de feijão caupi produzidas em duas regiões do Estado do Ceará. **Revista Ciência Agronômica**, v. 39, n. 03, p. 443-448, 2008.

VIEIRA, M. G. G. C.; et al. **Controle de qualidade de sementes**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1999. 113p.

VINALE, F.; SIVASITHAMPARAM, K.; GHISALBERTI, E.L.; MARRA, R.; WOO, S.L.; LORITO, M. Trichoderma-plant-pathogen interactions. **Soil Biology and Biochemistry**, Londres, v.40, p.1-10, 2008.

WALTERS, J., KOZAK, A. Effects of seedling size on survival and growth of plantations with particular reference to douglas fir. Vancouver: University of British Columbia, **(Research Paper, 72)**. 26p. 1965.

YOKOYAMA, L.P.; WETZEL, C.T.; VIEIRA, E.H.N.; PEREIRA, G.V. Sementes de feijão: produção, uso e comercialização. In: VIEIRA, E.H.N.; RAVA, C.A. (Eds.). **Sementes de feijão: produção e tecnologia**. Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA, 2000; p.249- 270.

ZHANG, F.; YUAN, J.; YANG, X.; CUI, Y.; CHEN, L.; RAN, W.; SHEN, Q. Putative Trichoderma harzianum mutant promotes cucumber growth by enhanced production of indole acetic acid and plant colonization. **Plant Soil**, Dordrecht, v.18, p.1-12, 2012.