



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

Influência do esterco bovino no desenvolvimento do feijão caupi (*Vigna unguiculata*) e no controle de *Sclerotium rolfsii* em feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris*) na presença ou não de *Trichoderma harzianum*

BERNARDO SOUZA MELLO VISCARDI

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM AGRONOMIA

BRASÍLIA/DF
ABRIL/2013



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

Influência do esterco bovino no desenvolvimento do feijão caupi (*Vigna unguiculata*) e no controle de *Sclerotium rolfsii* em feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris*) na presença ou não de *Trichoderma harzianum*

BERNARDO SOUZA MELLO VISCARDI

ORIENTADOR: LUIZ EDUARDO BASSAY BLUM

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM AGRONOMIA

PUBLICAÇÃO: 64/2013

BRASÍLIA/DF
ABRIL/2013



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

Influência do esterco bovino no desenvolvimento do feijão caupi (*Vigna unguiculata*) e no controle de *Sclerotium rolfsii* em feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris*) na presença ou não de *Trichoderma harzianum*

BERNARDO SOUZA MELLO VISCARDI

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO SUBMETIDA AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA, COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS À OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM AGRONOMIA.

APROVADA POR:

LUIZ EDUARDO BASSAY BLUM (orientador), Doutorado/Universidade de Brasília/CPF:333.965.071-34/luizblum@unb.br

MARIA LUCRÉCIA GEROSA RAMOS (examinadora), Doutorado/Universidade de Brasília/CPF:002904438-12/lucrecia@unb.br

HELSON MÁRIO MARTINS DO VALE (examinador), Doutorado/Universidade de Brasília/CPF:810.503.803-04/helson@unb.br

BRASÍLIA/DF, 25 DE ABRIL DE 2013.

FICHA CATALOGRÁFICA

Viscardi, Bernardo Souza Mello.

Influência do esterco bovino no desenvolvimento do feijão caupi (*Vigna unguiculata*) e no controle de *Sclerotium rolfsii* em feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris*) na presença ou não de *Trichoderma harzianum* / Bernardo Souza Mello Viscardi – 2013. 95 p. : il.

Dissertação de Mestrado (M) – Universidade de Brasília/Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2013.

Orientação: Prof. Dr. Luiz Eduardo Bassay Blum, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária.

1. Feijão. 2. Podridão de esclerócio. 3. Resíduos orgânicos. 4. Adubação. 5. Controle biológico. I. Blum, Luiz Eduardo Bassay. II. Universidade de Brasília. III. Título

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

VISCARDI, B. S. M. **Influência do esterco bovino no desenvolvimento do feijão caupi (*Vigna unguiculata*) e no controle de *Sclerotium rolfsii* em feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris*) na presença ou não de *Trichoderma harzianum*.** Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2013, 97 p. Dissertação de Mestrado.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Bernardo Souza Mello Viscardi

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: Influência do esterco bovino no desenvolvimento do feijão caupi (*Vigna unguiculata*) e no controle de *Sclerotium rolfsii* em feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris*) na presença ou não de *Trichoderma harzianum*

GRAU: Mestrado

ANO: 2013

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta dissertação de mestrado para única e exclusivamente propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva para si os outros direitos autorais, de publicação. Nenhuma parte desta dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor. Citações são estimuladas, desde que citada à fonte.

Nome: Bernardo Souza Mello Viscardi

CPF: 017.550.521-70

Endereço: SHIN QI 01 conjunto 04 casa 16 – Lago Norte/DF

Tel: (61) 9951-0955

Email: brviscardi@gmail.com

Dedico esta obra a minha família e amigos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus todo poderoso, por guiar meus caminhos, provendo-me com forças para superar os desafios.

Meu pai Renato Camargo Viscardi pelo apoio constante e auxílio nos momentos de necessidade, minha mãe Cláudia Lúcia Souza Mello, meus irmãos e irmãs e aos meus avós (*in memoriam*).

As estagiárias do Laboratório de Micologia, Nathália Medeiros e Natasha Ohanny, pela ajuda na execução dos trabalhos. A Klênia Pacheco e ao Thiago Gomes pelo conhecimento técnico passado. A Ítala Cavalli pelo amor, paciência e ajuda na formatação desta dissertação.

Aos colegas e técnicos do Laboratório de Fitopatologia e da Estação Biológica da Universidade de Brasília pelo suporte e companheirismo. Aos professores da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Carlos Spehar e Marcelo Fagioli, pelo auxílio na aquisição das cultivares de feijoeiro e ao Dr. Francisco Rodrigues Freire Filho da Embrapa Meio-Norte, pelo envio das sementes de feijão-caupi.

Ao meu orientador Luiz Eduardo Bassay Blum pela ajuda e pelos ensinamentos passados ao longo desses dois anos.

Aos membros da banca examinadora Maria Lucrecia Gerosa Ramos, Helson Mário Martins do Vale e Carlos Hidemi Uesugi, pela disponibilidade de avaliar este trabalho.

A todos aqueles que de alguma forma colaboraram com a execução deste trabalho e não foram aqui mencionados.

A Universidade de Brasília e a CAPES pelo apoio material e financeiro.

“Não a nós, Senhor, não a nós,
mas ao teu nome dá glória,
por amor da tua misericórdia
e da tua fidelidade.”
(Salmos 115, 1)

“Valeu a pena? Tudo vale a pena
Se a alma não é pequena.
Quem quer passar além do Bojador
Tem que passar além da dor.
Deus ao mar o perigo e o abismo deu,
Mas nele é que espelhou o céu.”
(Fernando Pessoa, Mar Português)

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	3
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	5
2.1. <i>Vigna unguiculata</i>	5
2.1.1. Taxonomia	5
2.1.2. Morfologia	5
2.1.3. Distribuição geográfica e importância socioeconômica	6
2.1.4. Aspectos agronômicos	7
2.2. <i>Phaseolus vulgaris</i>	8
2.2.1. Taxonomia	8
2.2.2. Morfologia	8
2.2.3. Distribuição geográfica e importância socioeconômica	9
2.2.4. Aspectos agronômicos	10
2.3. <i>Sclerotium rolfsii</i>	11
2.4. O GÊNERO <i>Trichoderma</i>	12
2.5. <i>Trichoderma harzianum</i>	13
2.6. CONTROLE DE DOENÇAS DE PLANTAS	14
2.7. CONTROLE BIOLÓGICO	15
2.7.1. Mecanismos de controle biológico	16
2.7.1.1. Antibiose e Parasitismo	16
2.7.1.2. Competição	17
2.7.1.3. Resistência sistêmica adquirida e induzida	17
2.8. BENEFÍCIOS FISIOLÓGICOS	18
2.9. CONTROLE QUÍMICO	18
2.10. INFLUÊNCIA DA ADIÇÃO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS NA SUPRESSÃO DE PATÓGENOS DO SOLO	19
2.11. INFLUÊNCIA DA ADUBAÇÃO COM ESTERCO NO CULTIVO DE <i>V. unguiculata</i> e <i>P. vulgaris</i>	20
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	22
3. INTERAÇÃO ENTRE DOSES DE ESTERCO E MÉTODOS DE CONTROLE DE DOENÇAS SOBRE CARACTERÍSTICAS BIOMÉTRICAS DE <i>Vigna unguiculata</i> ...	36
RESUMO	36
3.1. INTRODUÇÃO	36

3.2. MATERIAL E MÉTODOS	37
3.2.1 Adubação	37
3.2.2. Tratamento de sementes	38
3.2.3. Delineamento experimental e análises estatísticas	39
3.3. RESULTADOS	40
3.3.2. Altura de plantas	41
3.3.3. Massa de grãos	42
3.3.4. Massa de parte aérea	43
3.3.5. Massa de raízes	44
3.4. DISCUSSÃO	46
3.4.1. Germinação	46
3.4.2. Altura de plantas	46
3.4.3. Massa de grãos	47
3.4.4. Massa fresca da parte aérea	47
3.4.5. Massa fresca das raízes	48
3.5. CONCLUSÕES	48
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49
4. AVALIAÇÃO DE <i>Trichoderma harzianum</i> E PROCIMIDONA EM DIFERENTES NÍVEIS DE ADUBAÇÃO COM ESTERCO BOVINO NO CONTROLE DE <i>Sclerotium rolfsii</i> EM FEIJOEIRO	52
RESUMO	52
4.1 INTRODUÇÃO	52
4.2. MATERIAIS E MÉTODOS	53
4.2.1. Obtenção, multiplicação do inóculo de <i>S.rolfsii</i> e preparo do solo	54
4.2.2. Inoculação do solo e aplicação dos métodos de controle	54
4.2.3. Plantio e análises	55
4.2.4. Delineamento experimental e análises estatísticas	55
4.3. RESULTADOS	55
4.3.1. Severidade e incidência de doença	55
4.3.2 Germinação	58
4.3.3 Altura de plantas	59
4.3.4. Massa de grãos	61
4.3.5. Massa de parte aérea	66
4.3.6. Massa de raízes	68

4.4. DISCUSSÃO	72
4.4.1. Severidade de sintomas e incidência de doença	72
4.4.2 Germinação.....	73
4.4.3. Altura de plantas	73
4.4.4. Massa de grãos	74
4.4.5. Massa de parte aérea	75
4.4.6. Massa de raízes.....	75
4.5. CONCLUSÕES	75
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	78

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Componentes nutricionais de algumas das principais cultuas graníferas para a alimentação humana (valores para cada 100g de grãos crus).....	7
Tabela 2: Quadros de análises de variância para as características avaliadas: Germinação, Altura de Plantas, Massa de Grãos, Massa de Parte Aérea, Massa de Raízes.....	40
Tabela 3: Germinação de sementes (%) de <i>Vigna unguiculata</i> tratadas com esterco bovino, <i>Trichoderma</i> e procimidona	41
Tabela 4: Altura (cm) de <i>Vigna unguiculata</i> submetida a diferentes doses de esterco bovino e métodos de controle de doenças.....	42
Tabela 5: Massa de grãos (g), por vaso, de <i>Vigna unguiculata</i> submetida a diferentes doses de esterco e métodos de controle de doenças.	42
Tabela 6: Massa (g), por vaso, de parte aérea de <i>Vigna unguiculata</i> em diferentes doses de esterco bovino e métodos de controle de doenças.	44
Tabela 7: Massa (g) de raízes, por vaso, de <i>Vigna unguiculata</i> em diferentes doses de esterco bovino e métodos de controle de doenças.	45
Tabela 8: Severidade (0-5)* da doença por <i>Sclerotium rolfsii</i> (UB 193) em feijoeiro sob diferentes doses de esterco bovino e tratamentos de solo.	56
Tabela 9: Incidência (%) da doença por <i>Sclerotium rolfsii</i> (UB 193) em feijoeiro sob doses de esterco bovino e tratamentos de solo.....	56
Tabela 10: Severidade (0-5)* da doença por <i>Sclerotium rolfsii</i> (UB 228) em feijoeiro sob diferentes doses de esterco bovino e tratamentos de solo.	57
Tabela 11: Incidência (%) da doença por <i>Sclerotium rolfsii</i> (UB 193) em feijoeiro sob doses de esterco bovino e tratamentos de solo.	57
Tabela 12: Germinação de sementes (%) em solo com esterco bovino <i>Trichoderma</i> e procimidona, mas sem <i>Sclerotium rolfsii</i>	58

Tabela 13: Germinação de sementes (%) em solo infestado com <i>Sclerotium rolfsii</i> (UB 193) e com esterco bovino, <i>Trichoderma</i> e procimidona.	58
Tabela 14: Germinação de sementes (%) em solo infestado com <i>Sclerotium rolfsii</i> (UB 228) e com esterco bovino, <i>Trichoderma</i> e procimidona.	58
Tabela 15: Altura (cm) de plantas em solo com esterco bovino <i>Trichoderma</i> e procimidona, mas sem <i>Sclerotium rolfsii</i>	59
Tabela 16: Altura (cm) de plantas em solo com <i>Sclerotium rolfsii</i> (UB 193) e com esterco bovino, <i>Trichoderma</i> e procimidona.	59
Tabela 17: Altura (cm) de plantas em solo com <i>Sclerotium rolfsii</i> (UB 228) e com esterco bovino, <i>Trichoderma</i> e procimidona.	60
Tabela 18: Altura (cm) de plantas em solo com <i>Sclerotium rolfsii</i> (UB 193) e com esterco bovino, <i>Trichoderma</i> e procimidona.	60
Tabela 19: Altura (cm) de plantas em solo com <i>Sclerotium rolfsii</i> (UB 228) e com esterco bovino, <i>Trichoderma</i> e procimidona.	61
Tabela 20: Massa grãos (g), por vaso, em solo com esterco bovino <i>Trichoderma</i> e procimidona, mas sem <i>Sclerotium rolfsii</i>	62
Tabela 21: Massa (g) de grãos, por vaso, em solo com <i>Sclerotium rolfsii</i> (UB 193) e com esterco bovino, <i>Trichoderma</i> e procimidona.	63
Tabela 22: Massa (g) de grãos, por vaso, em solo com <i>Sclerotium rolfsii</i> (UB 193) e com esterco bovino, <i>Trichoderma</i> e procimidona e perda de massa (%).	64
Tabela 23: Massa (g) de grãos, por vaso, em solo com <i>Sclerotium rolfsii</i> (UB 228) e com esterco bovino, <i>Trichoderma</i> e procimidona.	65
Tabela 24: Massa (g) de parte aérea, por vaso, em solo com <i>Sclerotium rolfsii</i> (UB 228) e com esterco bovino, <i>Trichoderma</i> e procimidona.	65
Tabela 25: Massa de parte aérea (g), por vaso, em solo com esterco bovino <i>Trichoderma</i> e procimidona, mas sem <i>Sclerotium rolfsii</i>	66
Tabela 26: Massa (g) de parte aérea, por vaso, em solo com <i>Sclerotium rolfsii</i> (UB 193) e com esterco bovino, <i>Trichoderma</i> e procimidona.	66
Tabela 27: Massa (g) de parte aérea, por vaso, em solo com <i>Sclerotium rolfsii</i> (UB 193) e com esterco bovino, <i>Trichoderma</i> e procimidona.	67
Tabela 28: Massa (g) de parte aérea, por vaso, em solo com <i>Sclerotium rolfsii</i> (UB 228) e com esterco bovino, <i>Trichoderma</i> e procimidona.	67
Tabela 29: Massa (g) de parte aérea, por vaso, em solo com <i>Sclerotium rolfsii</i> (UB 228) e com esterco bovino, <i>Trichoderma</i> e procimidona.	68
Tabela 30: Massa (g) de raízes, por vaso, em solo com esterco bovino <i>Trichoderma</i> e procimidona, mas sem <i>Sclerotium rolfsii</i>	69
Tabela 31: Massa (g) de raízes, por vaso, em solo com <i>Sclerotium rolfsii</i> (UB 193) e com esterco bovino, <i>Trichoderma</i> e procimidona.	69

Tabela 32: Massa (g) de raízes, por vaso, em solo com <i>Sclerotium rolfsii</i> (UB 193) e com esterco bovino, <i>Trichoderma</i> e procimidona.....	70
Tabela 33: Massa (g) de raízes, por vaso, em solo com <i>Sclerotium rolfsii</i> (UB 228) e com esterco bovino, <i>Trichoderma</i> e procimidona.....	70
Tabela 34: Massa (g) de raízes, por vaso, em solo com <i>Sclerotium rolfsii</i> (UB 228) e com esterco bovino, <i>Trichoderma</i> e procimidona.....	71

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Betoneira utilizada para mistura do esterco ao solo.....	39
Figura 2: Aspecto geral do experimento no plantio de feijão-caupi.....	39
Figura 3: Massa de grãos (g) de <i>Vigna unguiculata</i> em função de doses (0 a 160 g/kg) de esterco bovino incorporado ao solo.....	43
Figura 4: Massa de parte aérea (g) de <i>Vigna unguiculata</i> em função de doses (0 a 160 g/kg) de esterco bovino incorporado ao solo.....	44
Figura 5: Massa de raízes (g) de <i>Vigna unguiculata</i> em função de doses (0 a 160 g/kg) de esterco bovino incorporado ao solo.....	45
Figura 6: Comparação da produção da massa de grãos (g) entre diferentes métodos de controle de doenças em tratamentos livres de <i>S. rolfsii</i>	62
Figura 7: Massa de grãos (g) de <i>Phaseolus vulgaris</i> em função de doses (0 a 160 g/kg) de esterco bovino incorporado ao solo nos tratamentos sem <i>S. rolfsii</i>	63
Figura 8: Aspecto geral do experimento com feijoeiro-comum durante a floração.....	76
Figura 9: Raízes de feijoeiro apresentando hifas de <i>S. rolfsii</i>	76
Figura 10: Micélio de <i>S. rolfsii</i> parasitando o colo de feijoeiro comum.....	77
Figura 11: Produção de escleródios no inóculo adicionado à superfície do solo.....	77

RESUMO

O feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris*) e o caupi (*Vigna unguiculata*) são culturas de grande importância para o Brasil. Doenças, cujos patógenos sobrevivem e se multiplicam no solo, como a podridão radicular causada por *Sclerotium rolfsii*, é um dos principais fatores que limitam a produtividade dessas culturas. O alto custo do uso de fungicidas e os problemas ambientais associados ao uso de agroquímicos levaram a um incremento na pesquisa de métodos alternativos para o controle de doenças. Na primeira parte deste trabalho foi testada a eficiência do esterco bovino (0, 10, 20, 40, 80 e 160 g/kg de solo) e a combinação destas com a inoculação de sementes de feijão-caupi com *Trichoderma harzianum* e procimidona, na produção de massa de grãos, massa de parte aérea, massa de raízes e altura de plantas. A segunda parte avaliou a eficiência da aplicação de *T. harzianum* e procimidona ao solo no controle de *S. rolfsii* e o impacto dessas técnicas combinadas com esterco bovino (0, 40, 80 e 160g/kg de solo), nas características biométricas do feijoeiro comum. Nos dois experimentos as doses crescentes de esterco foram favoráveis ao desenvolvimento da massa de parte aérea, de raízes e de grãos. *Trichoderma harzianum* mostrou ter influência positiva na produtividade de grãos de caupi e na redução da podridão em *P. vulgaris* contaminadas com *S. rolfsii* (UB 193).

Palavras-chave: Feijão, Podridão de esclerócio, Resíduos orgânicos, Adubação, Controle biológico.

ABSTRACT

The common bean (*Phaseolus vulgaris*) and the cowpea (*Vigna unguiculata*) are important crops in Brazil. Soil-borne diseases, such as the southern blight (*Sclerotium rolfsii*), is among the causes of yield reduction. The high costs of fungicide applications and the environmental problems, the chemicals might cause, led to an increase in research of alternative methods for disease control. Therefore, in the first part of this work, cattle manure (0, 10, 20, 40, 80 and 160 g/kg of soil) was added to soil. *Vigna* seeds were treated with *Trichoderma harzianum* or procimidone and sowed in soil with or without cattle manure. The following variables were evaluated for each combination of treatment: seed germination, total grain weight, fresh plant weight, fresh root weight, and plant height of cowpea. The second part of the study was conducted to measure the effects of *T. harzianum* and procimidone applied on soil amended with cattle manure (0, 40, 80, and 160 g/kg of soil) on southern-blight of common bean. The same biometric variables were evaluated as in the first part of the study. The increasing manure doses resulted in greater fresh weight of grains, plants, and roots. The application of *T. harzianum* into soil had a positive impact on the cowpea yield and in the decrease of disease (*S. rolfsii* UB 193) on *P. vulgaris*.

Keywords: Beans, Southern blight, Organic residues, Fertilization, Biological control

1. INTRODUÇÃO

Os feijões são um alimento de grande importância nutricional pelo seu alto teor de aminoácidos. O teor de proteína dos grãos varia entre 20 a 25% de proteínas e em alguns países da África, América Latina e Ásia são a fonte de mais de 10% das calorias consumidas (Akibode & Maredia, 2011). O consumo de feijão *per capita* do brasileiro entre os anos de 2008 e 2010 foi de, em média 17 kg por ano, 8% maior em relação à quantidade registrada no período de 2002 a 2003 (Wander & Chaves, 2011).

O Brasil é o maior produtor e consumidor de feijão comum (*Phaseolus vulgaris*) e está entre os três maiores produtores de feijão-caupi (*Vigna unguiculata*) junto a Nigéria e o Níger. A maior parte da produção abastece o mercado interno, sendo que nos últimos anos o país tem importado grãos, principalmente de variedades com tegumento preto. (Cabral et al., 2011 ; Damasceno & Silva, 2011 ; Ferreira et al. 2008).

No Brasil, a produção de feijão caupi se concentra principalmente nas regiões Nordeste (1,2 milhão de hectares) e Norte (55.8 mil hectares). Recentemente o caupi vem sendo introduzido na região Centro-Oeste pelo desenvolvimento de cultivares apropriados para a colheita mecanizada. O caupi contribui com 35% do total da área plantada e com 15% da produção total de feijão (feijão comum + feijão caupi) no Brasil (Damasceno e Silva, 2011).

As doenças do feijoeiro são uma das principais causas da sua baixa produtividade no Brasil. Dependendo das condições climáticas alguns patógenos tem a capacidade de reduzir consideravelmente ou até inviabilizar a produção do grão. A utilização de inovações tecnológicas como o plantio direto e a irrigação trás novos desafios ao cultivo do feijoeiro, principalmente a respeito de doenças causadas por patógenos de solo (Paula Júnior & Zambolim, 2006).

Sclerotium rolfsii é um patógeno de solo que infecta mais de 500 espécies vegetais, causando perdas em culturas importantes, como o amendoim, soja, feijão, tomate e a pimenta. O fungo produz micélios de cor branca e textura cotonosa em grande quantidade, além de formar escleródios. A podridão de esclerócio causa amarelecimento e murcha das folhas, podridão no colo gerando escurecimento na base do caule, tombamento e morte. Um fator-chave na identificação da doença é o desenvolvimento de micélios e escleródios nos tecidos infectados que servem como fonte de inóculo para futuras infecções. O uso de fungicidas para

o controle de doenças de solo tem um custo elevado, portanto a integração com técnicas como o controle biológico e práticas culturais que inibam o patógeno são as melhores alternativas (Arunasri et al, 2011 ; Love & Beckerman, 2002).

A adição de matéria orgânica ao solo estimula a atividade microbiana e limita a atividade de patógenos por competição (Sanhueza, 1991). Os organismos que exercem controle biológico reduzem os efeitos negativos das doenças e podem conferir benefícios fisiológicos para as plantas. Fungos do gênero *Trichoderma* são habitantes do solo encontrados em várias partes do mundo, bastante estudados pela sua competência em colonizar diversos habitats. A eficiência desses organismos está relacionada às interações com outras espécies habitantes do solo como o micoparasitismo, a produção de antibióticos e a competição por nutrientes (Schuster & Schmoll, 2010; Shores et al., 2010). Sendo assim, o estudo de medidas de controle de doenças com baixo custo e alta eficiência é de suma importância para o desenvolvimento de sistemas de produção sustentáveis para a cultura do feijoeiro.

Os objetivos deste estudo foram: (a) Avaliar o efeito da adição de esterco bovino e do tratamento de sementes com procimidone e *Trichoderma harzianum*, sobre a germinação, altura, peso de parte aérea, raízes e grãos de feijão-caupi, e; (b) Avaliar o impacto causado pela adição de doses crescentes de esterco bovino e pelo tratamento do solo com procimidone e o *T. harzianum* sobre a germinação, altura, peso de parte aérea, raízes e grãos do feijoeiro comum, em solos infestados ou não com isolados de *Sclerotium rolfsii*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AKIBODE, S.; MAREDIA, M. **Global and regional trends in production, trade and consumption of food legume crops**. Department of Agricultural, Food and Resource Economics, Michigan State University, 2011, 83 p.

ARUNASRI, P. et al. **Collar rot disease of Crossandra induced by *Sclerotium rolfsii* and its management: a critical review**. International Journal of Applied Biology and Pharmaceutical Technology, Andhra Pradesh, v. 2, n. 2, p. 1-8, 2011.

CABRAL, P. D. S. et al. **Genetic diversity in local and commercial dry bean (*Phaseolus vulgaris*) accessions based on microsatellite markers**. Genetics and Molecular Research, Campos dos Goytacazes, v. 10 n. 1, p. 140-149, 2011.

DAMASCENO E SILVA, K. J. **Estatística da produção de feijão-caupi**. Brasília: Agência de Informação Embrapa, 2011. Disponível em: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/feijao-caupi/arvore/CONTAG01_16_510200683536.html. Acesso em: 23 de dez. 2012.

FERREIRA, C. M. **Mercado do feijão**. Brasília: Agência de Informação Embrapa, 2007. Disponível em: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia4/AG01/arvore/AG01_69_1162003151646.html. Acesso em: 04 de jan. 2013.

LOVE, J.; BECKERMAN, J. **Southern blight of vegetables and herbaceous plants**. Minnesota, University of Minnesota Extension Service, 2002. Disponível em: <http://www.extension.umn.edu/yardandgarden/ygbriefs/p152southernblight.html>. Acesso em: 26 de dezembro de 2012.

PAULA JÚNIOR, T. J. de.; ZAMBOLIM, L. Doenças. In: VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T. J. de.; BORÉM, A. (Org). **Feijão**. 2ª ed. Atual. Viçosa: UFV, 2006. p. 359-414.

SHORESH, M.; HARMAN, G. E.; MATSOURI, F. **Induced systemic resistance and plant responses to fungal biocontrol agents**. Annual Review of Plant Pathology, v. 48, p. 21-43, 2010.

SCHUSTER, A.; SCHMOLL, M. **Biology and biotechnology of *Trichoderma***. Applied Microbiology Biotechnology, Viena, v. 87, p.787-799, 2010.

SANHUEZA, R. M. V. Práticas agrícolas e sua influência no controle biológico de doenças. In: BETTIOL, W. (Org.). **Controle biológico de doença de plantas**. Campinas: Embrapa-CNPMA, 1991. p. 195-200.

WANDER, A. E.; CHAVES, M. O. **Consumo *per capita* de feijão no Brasil de 1998 a 2010: uma comparação entre o consumo aparente e o consumo domiciliar**. Goiânia: Embrapa Arroz e Feijão – Artigos em anais de congressos, 2011. 4 p.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. *Vigna unguiculata*

2.1.1. Taxonomia

Vigna unguiculata pertence à classe Magnoliopsida da subclasse Rosidae, ordem Fabales e família Fabacea (USDA¹, 2012). O gênero *Vigna* compreende entre 75 a 80 espécies divididas em subgêneros com origens, africana: *Vigna*, *Haydonia* e *Plectotropis*, asiática: *Ceratotropis* e americana com os subgêneros *Sigmoidotropisi* e *Lasiopron* (Dahmer et al., 2008). Esse gênero contém algumas espécies importantes para a alimentação humana como o feijão-caupi (*V. unguiculata*), feijão mungo (*V. mungo*) e feijão azuki (*V. angularis*) que constituem uma porção significativa da fonte de proteínas consumida em muitas sociedades (USDA¹, 2012).

2.1.2. Morfologia

Trata-se de uma planta herbácea e anual. O porte pode ser rasteiro, arbustivo ou trepador dependendo da cultivar e do sistema de cultivo adotado. Possui uma raiz central bem desenvolvida com inúmeras ramificações, apresentando nódulos formados pela interação simbiótica com bactérias do gênero *Rhizobium*. Os talos são longos e delgados e podem ser rugosos ou lisos e em alguns casos possuem uma coloração púrpura. As folhas são alternas, trifoliadas e apresentam o pecíolo longo, os folíolos são longos com coloração verde-escura. As flores são autógamas e podem ser brancas, amarelas, azuis claras, violetas ou rosas (Kay, 1979). As vagens se desenvolvem nas axilas das folhas, são delgadas, bivalvuladas e possuem de 8 a 12 centímetros de comprimento, contendo entre 6 e 13 sementes cada uma (USDA², 2012). Existe uma grande variedade quanto à cor, formato, tamanho dos grãos e disposição do hilo entre as variedades de caupi. A cor do grão pode ser branca, preta, vermelha, marrom verde ou azulada, ocorrendo também variações na rugosidade do tegumento (Freire Filho, 2011).

2.1.3. Distribuição geográfica e importância socioeconômica

O feijão-caupi é cultivado há cerca de 6500 anos e atualmente tem uma ampla distribuição geográfica (Beyra & Artiles, 2004). Existem divergências quanto ao seu centro de origem estar localizado na Ásia, África ou na América do Sul (Kay, 1979). Entretanto, a grande diversidade de variedades silvestres de *V. unguiculata* na bacia do rio Níger, localizado na África, reforça a hipótese deste ser o seu centro de origem e onde o seu cultivo ocorreu pela primeira vez (Beyra & Artiles, 2004). A introdução do caupi na América Latina ocorreu no século XVII, por mercadores vindos da costa oeste da África (Watt et al., 1985).

A produção estimada dos 20 maiores produtores mundiais no ano de 2010 foi de 3.473.104 toneladas gerando uma renda estimada em US\$ 1.175.666.000. Os cinco maiores produtores mundiais são Nigéria, Níger, Burkina Faso, Myanmar e Camarões (FAO, 2010). A produção brasileira de feijão-caupi em 2007 foi estimada em 411.832 toneladas o que colocou o Brasil como o terceiro maior produtor mundial do grão nesse ano. Entretanto os dados da produção brasileira não são computados pela Food and Agriculture Organization (FAO) pelo fato do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) não separar a produção de feijão comum (*Phaseolus vulgaris*) da produção de *V. unguiculata* (Damasceno & Silva, 2011).

As proteínas encontradas nas sementes de caupi são ricas em lisina e triptofano quando comparadas a outros grãos, porém são pobres em cistina e metionina quando comparadas com proteínas de origem animal. Portanto o caupi pode ser usado como suplemento junto a cereais e como uma fonte complementar de proteínas em combinação com alimentos de origem animal. No Brasil, cerca de 13% da proteína consumida por habitante tem origem em grãos de leguminosas, sendo a maior parte deste montante proveniente do feijão comum e do caupi (**Tabela 1**) (Davis et al., 1991 ; Akibode & Maredia, 2011).

Tabela 1: Componentes nutricionais de algumas das principais culturas graníferas para a alimentação humana (valores para cada 100g de grãos crus).

Cultura	Energia (kcal)	Proteínas (g)	Lipídios (g)	Carboidratos (g)
Leguminosas				
Caupi (<i>Vigna unguiculata</i>)	336	23,52	1,26	60,03
Feijão azuki (<i>Vigna angularis</i>)	329	19,87	0,53	62,90
Feijão mungo (<i>Vigna mungo</i>)	347	23,86	1,15	62,62
Feijão comum (<i>Phaseolus vulgaris</i>)	341	21,60	1,42	62,36
Feijão guandu (<i>Cajanus cajan</i>)	343	21,70	1,49	62,78
Grão de bico (<i>Cicer arietinum</i>)	364	19,30	6,04	60,65
Cereais				
Arroz (<i>Oryza sativa</i>)	365	7,13	0,66	79,95
Cevada (<i>Hordeum vulgare</i>)	352	9,91	1,16	77,72
Milho (<i>Zea mays</i>)	365	9,42	4,74	74,26
Sorgo (<i>Sorghum bicolor</i>)	339	11,30	3,30	76,63
Trigo (<i>Triticum aestivum</i>)	364	10,33	0,98	76,31

Fonte: USDA National Nutrient Database for Standard Reference (2011)

2.1.4. Aspectos agronômicos

O caupi pode ser usado na rotação ou sucessão de culturas comerciais, por trazer benefícios ao agrossistema como a fixação de nitrogênio, controle da erosão do solo, supressão de plantas invasoras, o estímulo da reprodução de insetos benéficos (inimigos naturais de pragas) e o aumento da população de fungos micorrízicos (Valenzuela & Smith, 2002). A espécie também pode ser usada para produção de silagem misturada ao sorgo ou milho, ou usada em pastagens. Algumas cultivares de caupi também são eficientes na solubilização de fosfatos do solo, deixando esse nutriente disponível para culturas subsequentes (Valenzuela & Smith, 2002).

O feijão-caupi é bem adaptado a regiões tropicais e subtropicais com verão úmido e inverno seco, onde eventuais secas e solos pobres em nutrientes limitam o desenvolvimento de outras culturas (Ehlers & Hall, 1997). Existem cultivares adaptados a altas temperaturas que permitem a obtenção de alta produtividade de grãos e forragem de qualidade mesmo em épocas pouco propícias a prática agrícola (Kiari et al, 2011). Trata-se, portanto, de uma espécie rústica muito cultivada e adaptada às regiões semiáridas do Nordeste brasileiro, onde o feijão é cultivado geralmente por pequenos produtores de forma solteira ou em consórcio com milho, mandioca, algodão ou cajueiro (Cardoso et al., 1999).

A produtividade média de caupi no Brasil é baixa (366 kg/ha) devido à incipiente tecnologia empregada no cultivo, entretanto, plantios no estado do Amazonas e no Centro-

Oeste apresentam produtividades maiores do que 1000 kg/ha (Damasceno & Silva, 2010). A introdução da cultura nos cerrados foi estimulada pela intensa migração de pessoas de origem nordestina para a região Centro-Oeste, criando um mercado com grande potencial. A falta de investimento em tecnologia cria uma demanda por pesquisas que possam maximizar a produção de feijão-caupi. (Teixeira et al., 2010).

2.2. *Phaseolus vulgaris*

2.2.1. Taxonomia

Phaseolus vulgaris pertence à classe Magnoliopsida, sub-classe Rosidae, ordem Fabales e à família Fabaceae (USDA³, 2012). Essa família possui mais de 21.000 espécies sendo que as produtoras de grãos pertencem a sub-família *Papilionidae* ou *Faboidae* divididas em 5 tribos: Phaseoleae, Viciae, Cicereae, Aeschynomeneae e Gemistae (Valizadeh, 2001).

Utilizando técnicas moleculares, Delgado-Salinas et al. (2006) dividiram o gênero *Phaseolus* em dois clados. O clado A é representado apenas por espécies selvagens limitadas aos Estados Unidos, México e América Central, incluindo os grupos *Pauciflorus*, *Pedicellatus* e *Tuerckheimii*. O clado B inclui os grupos *Filiformis*, *Vulgaris*, *Leptostachyus*, *Lunatus* e *Polystachios*. As espécies representantes desses grupos são encontradas desde o Sul do Canadá até os Andes, incluindo as cinco principais espécies de *Phaseolus* domesticadas, *P. acutifolius*, *P. coccineus*, *P. dumosus*, *P. lunatus* e *P. vulgaris*.

2.2.2. Morfologia

A espécie possui um sistema radicular que se assemelha ao fasciculado, pois a raiz primária não é uma pivotante típica. As maiores partes das raízes se situam na camada dos primeiros 20 cm de solo sendo 62 a 87% nos 10 cm superiores, portanto a planta explora a camada superficial do solo sendo muito suscetível a falta de umidade (Santos & Gavinales, 2008).

O caule é herbáceo e longo, composto de nós, onde ocorrem as inserções das folhas e internódios. O caule termina no ápice da planta onde se localiza a gema apical, gemas laterais são encontradas nas axilas das folhas acima dos nós (Koning, 1994).

Os pecíolos se assemelham ao caule, são alongados e caniculados na face superior. A lâmina foliar é composta por três folíolos, sendo o central, simétrico e acuminado e os laterais assimétricos e também acuminados. As flores são papilionadas, nascem das axilas das folhas e apresentam uma bráctea e duas bractéolas na base do pedúnculo floral. O fruto é em forma de legume aplanado, reto ou encurvado, com coloração variando de verde a arroxeado ou quase negro, dependendo do cultivar (Santos & Gavinales, 2008).

2.2.3. Distribuição geográfica e importância socioeconômica

O feijoeiro tem origem na região tropical das Américas. Existe uma grande variedade de espécies selvagens de feijoeiro comum nas terras altas da Mesoamérica (região que se estende do México ao Panamá) e na América do Sul. Estima-se que a sua domesticação tenha ocorrido há aproximadamente 4000 anos, por povos da Mesoamérica e dos Andes de forma independente, dando origem a 4 raças mesoamericanas: Durango, Jalisco, Mesoamérica e Guatemala; e 3 raças andinas: Nueva Granada, Peru e Chile (Chacón et al., 2005).

O feijoeiro comum é uma das leguminosas mais importantes para a alimentação humana, superado apenas pela soja (*Glycine max*) e pelo amendoim (*Arachis hypogea*). O feijão pode ser consumido na forma de grãos secos ou verdes a maioria dos cultivares apresentam cerca de 25% de proteína, sendo ricos em lisina porém pobres em aminoácidos sulfurados que podem ser fornecidos por cereais ou outros alimentos ricos em carboidratos. Os grãos também conferem outros benefícios para a saúde, como fibras, substâncias antioxidantes e minerais, principalmente ferro e zinco. (USDA⁴, 2012, Gepts et al., 2008 ; Abreu, 2005).

O cultivo e o consumo de *P. vulgaris* ocorrem, em maior escala, nos países considerados em desenvolvimento, se concentrando na América Latina, onde o Brasil e México são os maiores produtores, na África, principalmente na região oriental, onde o consumo de feijão *per capita* é o mais alto do mundo e na Ásia, principalmente na China e em Myanmar. Em alguns países africanos como Burundi, Ruanda e Uganda, o feijão comum contribui respectivamente com 40%, 31% e 15% do consumo diário de proteínas da população (Gepts et al., 2008).

Estima-se, que no Brasil, foram semeados 3.67 milhões de hectares da cultura na safra 2011/2012, o que representa uma redução de 8% em relação à área cultivada no ano anterior, gerando uma produção prevista em 3.137 milhões de toneladas. A produtividade varia entre as

regiões por causa das condições edafoclimáticas e da tecnologia aplicada. No Centro-Oeste a produtividade média, atinge mais de 2000 kg/ha, no Sul 1500 kg/ha no Norte 700 kg/ha e no Nordeste 250 kg/ha (Conab, 2012).

O cultivo do feijoeiro se divide em três safras ao longo do ano, a primeira conhecida como safra das águas, se beneficia pelo alto índice de chuvas, indo de agosto a dezembro na região Centro-Sul e de outubro a fevereiro na região Nordeste. A segunda safra ocorre no período da seca, com a colheita entre os meses de abril e julho. A terceira safra se refere ao feijão cultivado sob irrigação e tem seu plantio concentrado nos estados do Centro-Sul e no oeste da Bahia entre abril e junho e a colheita entre julho e outubro. Na primeira safra de 2012 a produção se concentrou nos estados do Paraná, Bahia, Piauí e Minas Gerais onde ocorreu cerca de 70% da área plantada do país. Paraná, Minas Gerais, São Paulo e Goiás contribuíram com 72,87% de um total de 1,298 milhão de toneladas produzidos durante a primeira safra de 2012 (Conab, 2012 ; Brasil, 2012 ; Ferreira, 2007).

Comparando com outras culturas, o feijão possui a quarta maior área plantada e ocupa a sexta posição em valor de produção agrícola no Brasil. Existe cerca de 40 tipos de feijão, o feijão preto ocupa 21% da área plantada do país, sendo amplamente consumido no Rio Grande do Sul, Santa Catarina, sul e leste do Paraná, Rio de Janeiro, sudeste de Minas Gerais e sul do Espírito Santo. O tipo Carioca é aceito em praticamente todo o país ocupando 52% da área plantada com a cultura. O cultivo de feijões graúdos e coloridos ocorre em menor escala, com demanda regional, geralmente alcançando preços mais elevados no mercado. O desenvolvimento e a avaliação de novas cultivares que ampliem a oferta de tipos de grãos visa a agregação de valor em um produto com cor e tamanho diferenciados em relação às cultivares tradicionais (Carvalho & Albrecht, 2003 ; Brasil 2012).

2.2.4. Aspectos agronômicos

O feijoeiro é cultivado em praticamente todas as regiões brasileiras, em sistemas de produção diversificados. O ciclo da cultura varia de 65 a 100 dias, dependendo da temperatura e da cultivar utilizada, tornando o cultivo viável tanto em sistemas sob irrigação, com grande aporte tecnológico, como em sistemas de subsistência com baixo nível tecnológico. A preferência do tipo de grão varia entre os consumidores das regiões brasileiras e é basicamente, o que norteia as pesquisas, a produção e a comercialização de feijão (Aidar, 2003).

As doenças estão entre os principais fatores que reduzem a produtividade do feijoeiro no Brasil. Portanto os programas de melhoramento do feijão visam principalmente à resistência genética a doenças, por se tratar de uma estratégia de fácil adoção pelos agricultores e contribuir para a redução do uso de defensivos químicos (Peloso et al., 2003).

O uso de sementes melhoradas de feijão não é uma prática comum entre os produtores brasileiros, a maior parte deles utiliza “grãos próprios” oriundos da própria produção ou de vizinhos e cerealistas, resultantes de sucessivas multiplicações a partir de sementes fiscalizadas ou certificadas. Esses grãos-sementes não possuem o nível de qualidade adequado resultando em baixa germinação, baixo estande, desenvolvimento desuniforme, podendo servir ainda como veículos de disseminação e sobrevivência de patógenos tendo, portanto, influência direta sobre a produtividade (Aidar et al., 2002).

2.3. *Sclerotium rolfsii*

A espécie foi descrita pela primeira vez por Rolfs em 1892 causando podridão em tomateiros na Flórida. Esse patógeno do solo causa doenças numa ampla gama de hospedeiros com importância agrícola e possui alta diversidade geográfica incluindo regiões tropicais, subtropicais e temperadas que apresentam altas temperaturas ao longo do ano, como no Sul dos Estados Unidos e nas regiões europeias banhadas pelo Mediterrâneo (Aycock, 1966). O patógeno ataca mais de 500 espécies de plantas incluindo hortaliças, ornamentais, graníferas e forrageiras, causando podridões no colo (Anahosur et al., 2001).

O desenvolvimento micelial e a produção de esclerócios ocorrem entre 8 e 40°C tendo o crescimento máximo entre 27 e 30°C. O crescimento vegetativo é estimulado pela liberação de compostos voláteis por restos vegetais em decomposição e é inibido por concentrações de CO₂ acima de 1% e de O₂ abaixo de 15% em meio de cultura, portanto o fungo é estritamente aeróbio. (Punja, 1985).

Os escleródios são compostos por quatro camadas distintas, a mais exterior é formada por uma cutícula grossa, abaixo desta se encontra uma casca composta de 2 a 4 células achatadas, o córtex formado por uma camada de células de parede fina e na parte mais interior encontra-se a medula formada por filamentos de hifas soltas (Webster & Weber, 2007). A germinação dos escleródios ocorre na presença de umidade. A produção de escleródios é dependente de luz, sendo estimulada por condições de luz contínua e intensamente inibida por condições de escuro contínuo, portanto o desenvolvimento dessas estruturas ocorre

geralmente na superfície do solo (Serra & Silva, 2004; Punja, 1985). Outro fator que limita o desenvolvimento dos escleródios à região superficial, é a pressão exercida pelo solo que leva ao extravasamento de substâncias de reserva do córtex, atraindo microrganismos antagonistas (Smith et al., 1989).

O patógeno é disseminado principalmente por implementos, calçados sujos com solo e materiais de propagação contaminados. O ciclo da doença começa com a germinação do escleródio liberando hifas que crescem de forma radial pela superfície do solo. Ao identificar uma planta hospedeira o fungo inicia a secreção de ácido oxálico e enzimas que causam a degradação da parede celular das células vegetais (Edmund & Gleason, 2000). Os sintomas da doença começam com o surgimento de lesões marrons sobre o colo que avançam sobre o caule causando escurecimento, podridão e consequente destruição do córtex e da raiz principal. As plantas atacadas apresentam sintomas de murcha e amarelecimento que evolui das folhas baixas para as superiores podendo resultar na morte da planta em casos severos (Bianchini et al, 1997). Fery & Dukes (2001) relatam que certas cultivares de feijão-caupi chegam a ter perdas de até 53% da produção de grãos quando infestadas por *S. rolfsii*.

2.4. O GÊNERO *Trichoderma*

Trichoderma é um gênero composto por espécies habitantes do solo que possuem relevante importância para o homem pela sua capacidade de produzir enzimas de interesse industrial e biocontrole contra patógenos de plantas, apesar de algumas espécies causarem perdas na produção de cogumelos comestíveis (Kubicek et al., 2008). A produção de enzimas degradadoras de polissacarídeos como a celulase, é de suma importância para a indústria de biocombustíveis pelo seu potencial de decomposição da celulose presente em materiais como o bagaço de cana-de-açúcar e madeira, em cadeias de carboidratos menos complexas (Basso et al., 2010). A produção de enzimas celulolíticas também apresenta relevante importância ambiental, pela degradação de restos culturais atuando na ciclagem da matéria orgânica do solo (Lo et al., 2011).

O gênero foi descrito pela primeira vez a mais de 200 anos por Persoon como um fungo anamórfico isolado principalmente de matéria orgânica em decomposição. Isolados de *Trichoderma* são encontrados nos solos de vários ecossistemas, em praticamente todas as zonas climáticas. O fungo é facilmente isolado e mantido em meios de cultura, rapidamente

produzindo grande quantidade de conídios verdes ou brancos a partir de células conidiogênicas, localizadas nas extremidades dos conidióforos (Siddiquee et al., 2011).

O gênero possui uma grande variedade de espécies com potencial para o biocontrole. Através de análises filogenéticas, Hermosa et al., (2000) dividiram as espécies mais conhecidas em 4 grupos: o complexo *T. harzianum* / *T. inhamatum*, *T. longibrachiatum*, *T. asperellum* e complexo *T. artroviride* / *T. konigii*.

As espécies de *Trichoderma* são distintas quanto à temperatura favorável para o seu desenvolvimento, o que interfere diretamente na capacidade de controle de doenças. Widden & Hsu (1986), observaram o desenvolvimento de diferentes espécies em resíduos culturais entre 5°C e 25°C. A maior parte das linhagens de *Trichoderma* é intolerante ao estresse hídrico, portanto existe o interesse na obtenção de isolados resistentes a condições de seca (Kredics et al., 2003).

2.5. *Trichoderma harzianum*

Trichoderma harzianum é reconhecido pela capacidade de controle de patógenos de plantas, sendo usado na formulação de produtos comerciais. *T. harzianum* é um fungo assexuado cuja forma teleomórfica foi descrita como *Hypocreae lixii*, ambas as formas possuem uma ampla distribuição geográfica (Druzhinina et al., 2010, Chaverri et al., 2002).

O fungo possui conidióforos hialinos, com porte ereto, ramificados com massas de esporos no ápice das fiálides que são curtas e grossas. Os conídios são hialinos e podem ser globosos, subglobosos ou ovalados e são unicelulares. A espécie também produz clamidósporos marrons e subglobosos. Os conidióforos têm entre 60 e 110 µm, as fiálides medem de 7,2 a 9,8 µm x 2,4 a 2,7 µm. Os conídios globosos medem 2,2 µm de diâmetro e os ovalados tem entre 4 a 6 µm x 2,8 a 4,8 µm. Os clamidósporos têm entre 6,2 a 8,8 µm de diâmetro (Watanabe, 2002).

Trata-se de um micoparasita necrotrófico cuja ocorrência é comum, especialmente em solos orgânicos. A espécie é eficaz no controle de muitos fungos fitopatogênicos, inclusive daquelas que formam estruturas de resistência consideradas difíceis de serem atacadas por micoparasitas. A maior parte dos casos de sucesso dessa espécie foram no controle de *Rhizoctonia solani*, *Sclerotium rolfii*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Fusarium* spp. e *Pythium* spp (Melo, 1998). A temperatura ótima para o desenvolvimento *T. harzianum* se encontra entre

25° e 30°C enquanto o crescimento de *S. rolfsii* é ótimo entre 30° e 35°C, o que pode limitar a eficiência do biocontrole em regiões de temperatura elevada (Mukherjee & Raghu, 1997).

2.6. CONTROLE DE DOENÇAS DE PLANTAS

As doenças de plantas causam prejuízos na exploração agrícola de várias espécies vegetais de interesse econômico. Estima-se que os problemas fitossanitários causam perdas de mais de 30% da produção agrícola mundial a cada ano. Levando em conta a constante expansão demográfica e a diminuição das áreas agricultáveis, esse cenário não deve ser menosprezado, portanto o desenvolvimento de conhecimentos que aprimorem a mitigação de danos e aumentem a eficiência produtiva são de extrema importância para a agricultura (Kimati et al., 2011).

O objetivo do controle de doenças é diminuir os danos econômicos e estéticos causados por patógenos. Programas de manejo de doenças devem levar em conta certas especificidades como o agente causal, a severidade da doença, o estágio e o manejo da cultura, o ambiente, fatores legislativos, entre outros aspectos. As técnicas para o controle de doenças se baseiam em dois princípios: a prevenção que consiste em táticas usadas antes que ocorra a infecção e a terapia que incluem medidas aplicadas após a infecção da planta pelo patógeno (Maloy, 2005).

Para organizar os métodos de controle de doenças, Whetzel et al.(1925) e Whetzel (1929) dividiram as táticas em quatro grupos: (a) **exclusão** que consiste no uso de métodos que previnam a entrada do patógeno numa área não infestada; (b) **erradicação** que visa a eliminação patógeno em uma área onde ele se instalou; (c) **proteção** que consiste na formação de barreiras em regiões suscetíveis da planta, a fim de evitar a infecção pelo patógeno, e; (d) **imunização** que procura desenvolver cultivares resistentes às doenças ou utilizar métodos naturais ou artificiais, que tornem uma população de plantas resistentes ao ataque de patógenos.

Posteriormente se adicionou os conceitos de **terapia**, que visa reestabelecer a sanidade da planta infectada, a **regulação** de fatores ambientais como umidade, temperatura, luminosidade, propriedades do solo e do ar, desfavoráveis ao patógeno e a **evasão**, que se constitui no plantio da cultura em épocas ou áreas onde o patógeno é menos eficiente, ou sua população é menor (Michereff, 2001).

2.7. CONTROLE BIOLÓGICO

As raízes das plantas e as sementes em processo de germinação liberam substâncias que causam a ativação de propágulos de microrganismos ao seu redor criando o efeito de rizosfera. Esse estímulo beneficia organismos saprófitos e espécies que estabelecem relações de simbiose como ocorre entre bactérias do gênero *Rhizobium* e as fabáceas e entre micorrizas e seus hospedeiros (Whipps, 2000). Entretanto, organismos antagonistas como os patógenos também são ativados por esses sinais e podem causar doenças nas plantas (Whipps, 2000). Pesquisas vêm mostrando que o estudo de atividades simbióticas entre certos microrganismos e plantas pode resultar em técnicas baratas e de baixo impacto ambiental (Barea et al. 2005). O controle biológico utiliza organismos benéficos e os produtos do metabolismo destes, para reduzir os danos causados por patógenos e promover efeitos positivos nas plantas (Vinale et al., 2008).

O uso de fungicidas para o controle de doenças de solo é frequentemente associado à falha no controle de patógenos, contaminação ambiental, a danos à saúde humana e ao surgimento de patógenos resistentes a certos produtos, tornando-os ineficientes no controle de doenças. Por esses motivos existe uma pressão da sociedade por produtos livres de agroquímicos, o que leva os pesquisadores e a indústria a se empenharem em programas voltados para o controle biológico. O controle alternativo de doenças pode ser alcançado por meio de práticas culturais que favoreçam organismos antagonistas nativos e também pela introdução de organismos selecionados com alta eficiência para o biocontrole (Melo, 1998; Bettioli & Ghini, 2001).

Esses fungos possuem diversas enzimas que proporcionam a obtenção de nutrientes através da decomposição de substratos, além de produzirem compostos secundários com ação antibiótica e serem parasitas de outras espécies de fungos. Portanto o gênero apresenta um grande potencial para o desenvolvimento de produtos para o controle biológico de patógenos e de biofungicidas (Schuster & Schmoll, 2010).

A eficiência do biocontrole depende do conhecimento sobre os mecanismos de ação e as limitações do fungo, além do desenvolvimento de técnicas apropriadas para aplicação, armazenamento e da sua multiplicação (Howell, 2003). Existem técnicas como a fusão de protoplasmas intra e extraespecíficas que visam à formação de estirpes melhoradas para as características de controle de patógenos e produção de enzimas (Balasubramanian & Lalithakumari, 2008).

A aplicação de *Trichoderma* pode ser feita de várias maneiras, como, aplicação direta no solo, tratamento de sementes ou adicionado a fertilizantes orgânicos. Como efeito de curto prazo os agentes de biocontrole promovem a redução da incidência de doenças e aumentam a produtividade. O efeito de longo prazo é obtido pela redução do inóculo doenças na área de cultivo (Ha, 2010).

2.7.1. Mecanismos de controle biológico

2.7.1.1. Antibiose e Parasitismo

O uso do *Trichoderma* como agente de controle biológico em potencial foi descrito pela primeira vez por Weindling em 1932, que demonstrou a atividade hiperparasítica de hifas de *Trichoderma lignorum* parasitando hifas de *Rhizoctonia solani* que infestavam plântulas de citrus (Howell, 2003). De modo geral, o fungo *Trichoderma* tem sido relatado como parasita de vários patógenos, inclusive daqueles que formam estruturas difíceis de serem parasitadas como os escleródios (Melo, 1991).

Ao analisar escleródios de *S. rolfsii* e *R. solani* parasitadas por *T. harzianum*, *T. virens* e *T. viridae* em microscópio eletrônico, Rawat & Tewari (2011), observaram que os antagonistas quebravam a camada externa dos escleródios causando sua destruição em conjunto com outras alterações histológicas das hifas, como a degradação do material citoplasmático, deformação e lise das paredes celulares. Yaqub & Shazhad (2011), relataram hifas de *T. harzianum* e *T. pseudokonigii* envolvendo hifas de *S. rolfsii* resultando na lise das células do patógeno.

A degradação da parede celular de fungos parasitados está ligada à produção de enzimas extracelulares como β -1,6-glucanases, quitinases e outras hidrolases que prestam um papel crucial na atividade micoparasitária de *T. harzianum* (Cruz et al.,1995). Viterbo et al. (2001), relataram a descoberta de uma quitinase produzida por *T. harzianum* denominada chit36, que inibiu a germinação de *Botrytis cinerea* e o crescimento de *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* e *Sclerotium rolfsii*. Lobo Júnior & Abreu (2000) relataram a inibição do desenvolvimento micelial de *Sclerotinia sclerotiorum* ao utilizarem metabólitos de *T. viride*, *T. aureoviride*, *T. konigii* e *T. pseudokonigii* em experimentos *in vitro*.

2.7.1.2. Competição

Os isolados de *Trichoderma* mais eficientes possuem alta competência rizosférica, pois são capazes de colonizar a superfície radicular e às vezes o córtex da raiz promovendo melhorias fisiológicas na planta, e o controle de patógenos (Harman, 2012).

Ao comparar a colonização de sementes de quiabo por *S. rolfsii* e *T. harzianum* em substrato estéril adicionado pelos dois organismos, Kapoor (2007), constatou a colonização entre 70 e 82% das sementes pelo agente de controle em comparação a um nível de 10 a 13% de colonização pelo patógeno. Yaqub & Shahzad (2011), mediram a agressividade de isolados de *Trichoderma* e de *S. rolfsii* na colonização de palha de trigo, e constataram que o agente de biocontrole coloniza a matéria orgânica mais rapidamente do que o patógeno, o que mostra a eficiência de *Trichoderma* na competição por nutrientes em resíduos culturais.

2.7.1.3. Resistência sistêmica adquirida e induzida

A interação entre plantas e microrganismos inicia a produção de mecanismos de defesa nas plantas que envolvem a síntese de proteínas relacionadas à patogênese, produção de fitoalexinas e deposição de lignina nas paredes celulares. Os dois mecanismos mais conhecidos são a “resistência sistêmica adquirida” (RSA) e a “indução de resistência sistêmica” (IRS) (Vallad & Goodman, 2004). A RSA está relacionada ao acúmulo endógeno de ácido salicílico e ativa os mecanismos de defesa em locais distantes de onde ocorreu a infecção e contra patógenos diferentes daquele que ativou o mecanismo (Oliveira, 2010). Na IRS a sinalização sistêmica ocorre pela rota do ácido jasmônico e do etileno (Shoresh et al., 2010).

Estudos mostram que a inoculação de *Trichoderma* spp. e de algumas bactérias promotoras de crescimento como *Pseudomonas fluorescens* ativam a IRS e resultam na síntese de substâncias anti-fúngicas, como quitinases e β -1,3-glucanase (Shoresh et al., 2010; Henkes et al., 2012).

No conceito geral, a indução de resistência a patógenos está ligada ao decréscimo do desenvolvimento vegetal, pelo fato da planta despende energia para a elaboração de proteínas envolvidas na defesa. Entretanto estudos realizados com *Trichoderma*, *Pseudomonas* e *Bacillus* mostraram que além de conferir resistência, esses agentes não causaram redução e em alguns casos promoveram o crescimento das plantas (Shoresh & Harman, 2008).

2.8. BENEFÍCIOS FISIOLÓGICOS

Além de reduzirem os efeitos negativos causados por patógenos os fungos usados no controle biológico, promovem melhorias na fisiologia da planta, como a mitigação de estresses em sementes e plantas adultas, aumento da atividade fotossintética e incremento na eficiência do uso de nitrogênio. Como resultado, plantas tratadas com fungos benéficos tendem a ser mais saudáveis e produtivas (Shoresh et al., 2010).

Algumas linhagens de *Trichoderma* são promotoras de crescimento de raízes e frequentemente também estão relacionadas ao aumento do diâmetro e do comprimento do caule, aumento de clorofila e da área foliar e da produtividade. Esses fatos estão possivelmente relacionados à maior disponibilidade de nutrientes e a produção de fitohormônios de origem vegetal e fúngica. (Lorito et al., 2010). Existem espécies que são capazes de solubilizar fosfatos inorgânicos e torna-los disponíveis para as plantas (Tallapragada & Gudimi, 2009), inclusive em ambientes com altas concentrações de cádmio, um metal pesado que é adicionado aos solos agrícolas através da adubação fosfatada e de defensivos, e em altas concentrações pode comprometer o desenvolvimento da cultura (Rawat & Tewari, 2011).

T. harzianum tem a capacidade de degradar formas reativas de oxigênio que causam danos às sementes, promovendo a germinação mais rápida, de maneira mais uniforme e com maior vigor sob estresse hídrico, salínico e em temperaturas baixas (Matsouri et al., 2010).

2.9. CONTROLE QUÍMICO

O controle químico é a forma mais usada para supressão de patógenos em campos, estufas e em alguns casos em produtos armazenados. Esses químicos atuam inibindo a germinação, o crescimento e a multiplicação de patógenos (Agrios, 2004). A escassez de terras agricultáveis e o alto investimento em tecnologias como pivô central reduzem as alternativas economicamente rentáveis para a rotação de culturas, formando um ambiente propício aos patógenos existentes na área. Portanto, neste quadro, os defensivos químicos desempenham um papel crucial na garantia da colheita e de uma produção mais estável (Kimati, 2011).

Em 2008 o Brasil assumiu o posto de maior consumidor de agrotóxicos do mundo somando o valor de US\$ 7,125 bilhões em vendas desses produtos (ANDEF, 2009; IBAMA,

2010). Em 2010 foram comercializadas 790 mil toneladas de produtos comerciais atingindo um valor de venda de US\$ 7,3 bilhões, correspondendo a 7% do total de vendas de produtos da agropecuária nesse ano. Os herbicidas representam a maior parcela desse montante com 59%, seguido pelos inseticidas e acaricidas com 21%, os fungicidas representam 12% e os demais produtos que representam 8%. Atualmente, no mercado interno, estão registrados 1500 produtos comerciais (432 ingredientes ativos), sendo 383 fungicidas (106 ingredientes ativos) (Silva & da Costa, 2011; Menten et al., 2012).

A procimidona é um fungicida sistêmico pertencente ao grupo químico Dicarboximida, indicado para o controle de patógenos de solo como *Sclerotinia sclerotiuorum*, *Rhizoctonia solani* e *Sclerotium cepivorum*. A sua aplicação pode ser feita diretamente no solo ou em sementes e materiais de propagação como bulbilhos de alho (IHARA, 2013).

Alguns estudos demonstram a eficiência da procimidona no controle de *S. rolfsii* em condições de campo em culturas como tomate, pimentão, feijão e amendoim (Brenemman, 1991; Akgul et al., 2011). Duarte et al. 2006, relatam que a procimidona possui certa eficiência na redução da germinação de escleródios e na supressão do crescimento micelial de *S. rolfsii*.

2.10. INFLUÊNCIA DA ADIÇÃO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS NA SUPRESSÃO DE PATÓGENOS DO SOLO

O desenvolvimento da população microbiana do solo depende, em grande parte, da disponibilidade de energia do solo. A maior parte dos microrganismos utilizam resíduos vegetais e animais para a obtenção de energia. Outros fatores como suprimento de água, aeração, temperatura, pH e a oferta de nutrientes, também exercem papel fundamental na ecologia microbiana (Troeh & Thompson, 2007).

Solos com altos teores de matéria orgânica tendem a ser mais supressivos a patógenos, devido à capacidade de suportar maior atividade microbiana, melhorar a estrutura do solo propiciando melhor aeração e aumentar a retenção de umidade (Bettiol & Ghini, 2005). O esterco bovino, por exemplo, é rico em fibras e ajuda no desenvolvimento de organismos antagonistas de fungos causadores de doenças de solo (Weinärter et al., 2006).

Aplicações de materiais orgânicos ao solo aceleram a morte dos propágulos de patógenos devido à germinação e ao estímulo de organismos antagonistas como fungos e

bactérias que passam a utilizar os nutrientes liberados pelos resíduos (Homechin, 1991). A adição de resíduos orgânicos ao solo como restos do processo de descaroçamento de algodão, esterco de aves, de suínos e restos culturais de aveia e ervilhaca são indicados como supressores da podridão de *S. rolfsii* em tomateiro. O aumento de potássio, cálcio e o coeficiente de troca catiônica estão relacionados à redução da incidência dessa doença (Liu et al, 2007; Bulluck III & Ristaino, 2001). Da mesma forma, Gorodeki & Hadar (1991) obtiveram menor mortalidade de plântulas de feijoeiro (*P. vulgaris*) e grão de bico (*Cicer arietinum*) causadas por *S. rolfsii*, em substratos contendo esterco bovino composto, do que em substratos contendo apenas turfa.

Tomazeli et al. (2011), observaram menores índices de tombamento, incidência e severidade de doença causada por *S. rolfsii*, e maior germinação de sementes de feijoeiro em glebas adubadas com cama de aviário. Já, Perereira Neto & Blum (2010), observaram redução da severidade da podridão causada por *S. rolfsii* em feijoeiro ao adicionar doses equivalentes a 10, 20 e 30 ton/ha de palhada de milho ao solo.

2.11. INFLUÊNCIA DA ADUBAÇÃO COM ESTERCO NO CULTIVO DE *V. unguiculata* e *P. vulgaris*

As plantas superiores absorvem compostos orgânicos liberados pela decomposição da matéria orgânica do solo. Uma parcela do nitrogênio e do fósforo absorvido pelas raízes pode estar na forma orgânica, assim como outros compostos importantes como vitaminas, aminoácidos, auxinas e giberelinas. A matéria orgânica também pode fornecer alguns micronutrientes como ferro e zinco (Brady & Weil, 2008). Apesar de fertilizantes orgânicos como restos culturais, esterco ou compostos, serem essenciais em sistemas de produção sustentáveis, eles são incapazes de prevenir a depleção de nutrientes nas culturas (Bationo et al., 2002). Segundo Averbeke & Yoganathan (2012), o esterco bovino possui todos os nutrientes necessários para o desenvolvimento vegetal, porém, nem sempre nas proporções desejadas.

Cerca de 75% do nitrogênio, 80% do fósforo e 90% do potássio ingeridos pelos animais passam pelo trato digestivo e terminam em suas fezes, portanto os esterco são considerados uma fonte de macro e micronutrientes para as plantas. A proporção de nutrientes depende da espécie do animal, do manejo nutricional ao qual ele foi submetido, da compostagem e do armazenamento do material (Brady & Weil, 2008).

Adeoye, et al. (2011), que constataram que a adição de esterco bovino e frango aumentaram a área foliar, altura, diâmetro de caule e a produtividade de feijão caupi, além de aumentar o teor de matéria orgânica e a condutividade elétrica do solo. Abebe et al., (2005), constataram correlações positivas entre a adição de doses crescentes, equivalentes a 20, 40, 60, 80 e 100 toneladas de esterco bovino por hectare com a massa seca, no número de folhas, ramos e vagens, tamanho de vagens e altura de plantas de feijão caupi. A correlação também foi positiva entre as doses de esterco e o teor de macro e micronutrientes do solo.

Taura & Fátima (2008) identificaram o aumento da altura de plantas, diâmetro de caule, vagens por planta e área foliar em feijoeiros cultivados em vasos com uma mistura de 1104.37g de solo arenoso e 524g de esterco bovino em comparação com tratamentos cultivados na ausência do esterco. Ao estudar a resposta de caupi a adubação com esterco bovino variando de 0 a 40 toneladas/ha, Oliveira et al. (2001) relatam o ganho na proporção de 47.9 kg de grãos verdes por tonelada de esterco adicionado ao solo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, A. F. B. de. **Cultivo do feijão de primeira e segunda safras na região Sul de Minas Gerais**. Embrapa Arroz e Feijão-Sistemas de Produção nº 6, 2005. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao/FeijaoPrimSegSafrasulMG/index.htm>. Acesso em: 04 de jan. 2013.

ADEOYE, P. A.; ADEBAYO, S. E.; MUSA, J. J. **Growth and response of cowpea (*Vigna unguiculata*) to poultry and cattle manure as amendments on sandy loam soil plot**. Agricultural Soil, v. 6, n. 5, p. 218-221, 2011.

AGRIOS, G. N. **Plant Pathology - 5th edition**. Elsevier Academic Press, 2004. 948 p.

AIDAR, H. **Cultivo do feijão comum: características da cultura**. Embrapa Arroz e Feijão-Sistemas de Produção 2, 2003. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao/CultivodoFeijoeiro/index.htm>. Acesso em: 07 de jan. 2013.

AIDAR, H.; KLUTHCOUSKI, J.; THUNG, M. Estabelecimento da cultura. In: AIDAR, H.; KLUTHCOUSKI, J. STONE, L. F. (editores) **Produção do feijoeiro comum em várzeas tropicais**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2002. p. 103-119.

AKGUL, D. S.; OZGONEN, H.; ERKILIC, A. **The effects of seed treatments with fungicides on stem rot caused by *Sclerotium rolfsii* Sacc., in peanut**. Pakistan Journal of Botany, v. 43, n. 6, p. 2991-2996, 2011.

AKIBODE, S.; MAREDIA, M. **Global and regional trends in production, trade and consumption of food legume crops**. Department of Agricultural, Food and Resource Economics, Michigan State University, 2011, 83 p.

ANAHOSUR, K. H. **Integrated management of potato *Sclerotium* wilt caused by *Sclerotium rolfsii***. Indian Phytopathology, n. 54, p. 158-166, 2001.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE DEFESA VEGETAL (ANDEF). **Tecnologia em primeiro lugar:** o Brasil a caminho de se tornar o maior produtor mundial de grãos. Defesa Vegetal, 2009. 60 p.

AVERBEKE, W.; YOGANATHAN, S. **Using kraal manure as fertilizer.** Pretoria: Department of Agriculture and the Agricultural and Rural development Research Institute, 2003. 20 p.

AYCOCK, R. **Stem rot and other diseases caused by *Sclerotium rolfsii*.** North Carolina Agricultural Experimental Station Technical Bulletin, 1966. 202 p.

BALASUBRAMANIAN, N.; LALITHAKUMARI, D. **Characteristics of protoplast inter, intra-fusant and regeneration of antagonistic fungi *Trichoderma harzianum* and *Trichoderma viride*.** African Journal of Biotechnology, v. 7, n. 18, p. 3235-3243, 2008.

BARAKAT, R. M.; AL-MAHAREEQ, F.; AL-MASRI, M. I. **Biological control of *Sclerotium rolfsii* by using indigenous *Trichoderma* spp. isolates from Palestine.** Hebron: Hebron University Research Journal, v. 2, n. 2, p. 27-47, 2006.

BAREA, J. M. et al. **Microbial cooperation in the rhizosphere.** Journal of Experimental Botany, n. 56, p. 1761-1778, 2005.

BASSO, E. T.; GALLO, C. R.; BASSO, L. C. **Atividade celulolítica de fungos isolados de bagaço de cana-de-açúcar e madeira em decomposição.** Brasília: Pesquisa agropecuária brasileira, v. 45, n. 11, p. 1282-1289, 2010.

BATIONO, A. et al. Soil fertility management and cowpea production in the semiarid tropics. In: FATOKUN, C. A., TARAWALI, S. A., SINGH, B. B., KORMOWAMA, P. M., TAMÒ, M. (editores). **Challenges and opportunities for enhancing sustainable cowpea production.** Ibadan: International Institute of Tropical Agriculture (IITA), 2002. 433 p.

BETTIOL, W.; GHINI, R. Proteção de plantas em sistemas agrícolas alternativos. In: MICHEREFF; S. J.; BARROS, R. **Proteção de plantas na agricultura sustentável**. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, p. 1-15, 2001.

BETTIOL, W.; GHINI R. Solos supressivos. In: MICHEREFF, S. J. ANDRADE, D. E. G. T.; MENEZES, M. (editores) **Ecologia manejo de patógenos radiculares em solos tropicais**. Recife: UFRPE - Imprensa Universitária, p. 125-153, 2005.

BEYRA, A.; ARTILES, G. R. **Revisión toxonómica de los generos *Phaseolus* y *Vigna* (Leguminosae-Papilionoideae) en Cuba**. Anales del Jardín Botánico de Madrid. v. 61, n. 2, p. 135-154, 2004.

BRADY, N. C.; WEIL R. R. **The nature and proprieties of soils**. 14th edition. Phoenix: Pearson Prattice Hall, 2008. 980 p.

BRASIL, MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). **Perfil do feijão no Brasil**. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/feijao/saiba-mais>. Acesso em: 04 de jan. 2013.

BRENEMMAN, T. B.; MURPHY, A. P.; CSINOS, A. S. **Activity of tebuconazole on *Sclerotium rolfsii* and *Rhizoctonia solani*, two soil borne pathogens of peanut**. Plant Disease, v. 75, p. 744-747, 1991.

BULLUCK III, L. R.; RISTAINO, J. B. **Effects of synthetic and organic soil fertility amendments on southern blight, soil microbial communities, and yield of processing tomatoes**. Phytopathology, v. 92, n. 2, p. 181-189, 2002.

CABRAL, P. D. S. et al. **Genetic diversity in local and commercial dry bean (*Phaseolus vulgaris*) accessions based on microsatellite markers**. Campos dos Goytacazes: Genetics and Molecular Research, v.10, n. 1, p. 140-149, 2011.

CARDOSO, M. J.; FREIRE FILHO, F. R.; SOBRINHO, C. A. **Cultura do feijão macassar (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) no Piauí. Aspectos técnicos.** Teresina: Circular Técnica nº 9, 1-43 p., 1999.

CARVALHO, W. P.; ALBRECHT, J. C. **BRS Radiante: nova cultivar precoce de feijoeiro comum com tipo de grão rajado para o Distrito Federal e Nordeste mineiro.** Planaltina: Embrapa - Comunicado Técnico 94, p. 1-3, 2003.

CHACÓN, M. I.; PICKERSGILL, S. B.; DEBOUCK, D. G. **Domestication patterns in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) and origin of the Mesoamerican and Andean cultivated races.** Theoretical and Applied Genetics, v. 110, p. 432-444, 2005.

CHIAVERRI, P.; CASTLEBURRY, L. A.; SAMUELS, G. J.; GEISER, G. M. **Multilocus phylogenetic structure within the *Trichoderma harzianum* / *Hypocrea lixii* complex** Molecular Phylogenetics and Evolution, n. 27, p. 302-313, 2003.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos, oitavo levantamento.** Brasília: Companhia Nacional de Abastecimento, 2012. 36 p.

DAHMER, N.; CONTERATO, I. F.; SCHIFINO-WITTMAN, M. T. **Considerações sobre o controverso e enigmático complexo *Phaseolu-Vigna* e suas espécies economicamente importantes.** Pelotas: Revista Brasileira de Agrociência, v. 14, n. 4-4, p. 8-18, 2008.

DAMASCENO E SILVA, K. J. **Estatística da produção de feijão-caupi.** Brasília: Agência de Informação Embrapa, 2011. Disponível em: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/feijao-caupi/arvore/CONTAG01_16_510200683536.html. Acesso em: 23 de dez. 2012.

DAVIS, D. W.; OELKE, E. A.; OPLINGER, E. S.; DOLL, J. D.; HANSON, C. V.; PUTNAM, D. H. **Cowpea.** Madison: Alternative Field Crops Manual, 1991. Disponível em: <http://www.hort.purdue.edu/newcrop/afcm/cowpea.html>. Acesso em: 10 de ago. 2012.

DELGADO-SALINAS, A.; BILBLER, R.; LAVIN, M. **Phylogeny of the genus *Phaseolus* (Leguminosae): a recent diversification in an ancient landscape.** Systematic Botany, v. 31, n. 4, p. 779-791, 2006

DRUZHININA, I.; KUBICEK, C. P.; KOMON-ZELAZOWSKA, M.; MULAW T. B.; BISSET, J. **The *Trichoderma harzianum* demon: complex speciation history resulting in coexistence of hypothetical biological species, recent agamospecies and numerous relict lineages.** BMC Evolutionary Biology, v. 10 n. 94, p. 1-14, 2010.

DUARTE, M. L. R. de; FERREIRA, M. G. T.; DE ALBUQUERQUE, F. A. B.; MORAES, A. J. G. **Redução de perdas de estacas de pimenta-do-reino casadas por *Sclerotium rolfsii* no pré-enraizador.** Belém: Embrapa-Amazônia Oriental: Boletim de Pesquisa 54, 2006. 18 p.

EDMUND, B.; GLEASON, M. **Crown rot: A serious disease of *Hosta* and other ornamentals.** 2000. Iowa State University. 8p. Disponível em: <http://www.extension.iastate.edu/publications/sul8.pdf>. Acesso em: 02 de jan. 2013.

EHLERS, J. D.; HALL, A. E. **Cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.)** Riverside, Field Crops Research, v. 53, p. 187-204, 1997.

FERREIRA, C. M. **Mercado do feijão.** Brasília, 2007. Agência de Informação Embrapa. Disponível em: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia4/AG01/arvore/AG01_69_1162003151646.html. Acesso em: 04 de jan.2013.

FERREIRA, C. M.; DOS SANTOS, M. L.; BRAGA, M. J.; PELOSO, M. J. D. Aspectos econômicos. In: VIEIRA, C.; DE PAULA JÚNIOR, J.; BORÉM, A. **Feijão: 2ª edição - atualizada e ampliada.** Viçosa: Ed. UFV, 2006. p. 19-40.

FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q.; ROCHA, M. M. de; DAMASCENO E SILVA, K. J.; NOGUEIRA, M. S. R.; RODRIGUES, E. V. **Produção, melhoramento genético e potencialidades do feijão-caupi no Brasil**. Teresina, IV Reunião de Biofortificação, p. 1-21. 2011.

GEPTS, P. et al. Genomics of *Phaseolus* beans, a major source of dietary Proteins and micronutrients in the tropics. In: Moore, P. H.; Ming, R. (editores) **Genomics of tropical crop plants**. Springer, 2008, p.113-143.

GEPTS, P. *Phaseolus vulgaris* (Beans). Academic Press, Davis, Department of Agronomy and Range Sciences, University of California, p. 1-2, 2001.

HADAR, Y.; GORODECKI, B. **Suppression of germination of sclerotia of *Sclerotium rolfsii* in compost**. Soil Biology and Biochemistry, v. 23, n. 3, p. 303-306, 1990.

HARMAN, G. E. *Trichoderma spp., including T. harzianum, T. viride, T. koningii, T. hamatum and other spp. Deuteromycetes, Moniliales (asexual classification system)*. Biological Control: A Guide to Natural Enemies in North America, Geneva, Cornell University, 2012. Disponível em: <http://www.biocontrol.entomology.cornell.edu/pathogens/trichoderma.html>. Acesso em: 22 de dez. 2012.

HENKES, G. J.; JOUSSET, A.; BONKOWSKI, M.; Thorpe, M. R.; SCHEU, S.; LANOUE, A.; SCHURR, U.; RÖSE, U. S. R. ***Pseudomonas fluorescens* CHA0 maintains carbon delivery to *Fusarium graminearum*-infected roots and prevents reduction in biomass of barley shoots through systemic interactions**. Journal of Experimental Botany, v. 62, n. 12, p. 4337-4344, 2011.

HERMOSA, M. R.; GRODONA, I.; ITURRIAGA, E. A.; DIAZ-MINGUEZ, J. M.; CASTRO, C.; MONTE, E.; GARCIA-ACHA, I. **Molecular characterization and identification of biocontrol isolates of *Trichoderma* isolates**. Applied Environmental Microbiology, v. 66, n. 5, p. 1890-1898, 2000.

HOMENCHIN, M. Controle biológico de patógenos do solo. In: BETTIOL, W (Organizador). **Controle biológico de doenças de plantas**. Jaguariúna: EMBRAPA-CNPDA, 1991. 388 p.

HOWEL, C. R. **Mechanisms employed by *Trichoderma* species in the biological control of plant diseases: the history and evolution of current concepts**. Plant Disease, v. 87, n. 1, p. 4-10, 2003.

IBAMA. **Produtos agrotóxicos e afins comercializados em 2009 no Brasil: uma abordagem ambiental**. Brasília: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, 2010, 84 p.

IHARA. **Sumilex® 500wp**. Indicações. Disponível em: <http://www.ihara.com.br/defensivos/fungicidas/sumilex-500-wp/78/>. Acesso em 26 de abril de 2013.

KAPOOR, A. S. **Competitive saprophytic ability of *Trichoderma harzianum* compared with *Sclerotium rolfsii***. Plant Disease Resistance, v. 22, n. 1, p. 8-11, 2007.

KAY, D. E. **Legumbres alimentícias**. Zaragoza: Acribia S. A., 1979. 437 p.

KIARI, S. A.; AJEUGBE, H. A.; OMAE, H.; TOBITA, S.; SINGH, B. B. **Potentials of cowpea (*Vigna unguiculata*) for dry season feed and fodder production in sahelian sandy soil of Niger**. American-Eruasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences, v. 11, n. 1, p. 71-78, 2011.

KIMATI, H. Controle químico. In: AMORIN, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A. **Manual de fitopatologia volume 1: princípios e conceitos – 4.ed**. Piracicaba: Editora Agronômica Ceres, 2011. p. 343-365.

KIMATI, H.; BERGAMIN FILHO, A.; AMORIN, L. Princípios gerais de controle. In: AMORIN, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A. **Manual de fitopatologia volume 1: princípios e conceitos** – 4.ed. Piracicaba: Editora Agronômica Ceres, 2011. p. 307-323.

KONING, R. E. **Morphology & anatomy**. Plant Physiology Information Website, 1994. Disponível em: http://plantphys.info/plants_human/labpdf/morphanat.pdf. Acesso em: 05 de jan. 2013.

KREDICS, L.; ANTAL, Z.; MANCZINGER, L.; SZEKERES, A.; KEVEI, F.; NAGY, E. **Influence of environmental parameters on *Trichoderma* strains with biocontrol potential**. Food Technology and Biotechnology, v. 41, n. 1, p. 37-42, 2003.

KUBICEK, C. P.; BISSET, J.; DRUZHININA, I.; KULLNIG-GRADINGER, C.; SZAKACS, G. **Genetic and metabolic diversity of *Trichoderma*: a case study on South-East Asian isolates**. Fungal Genetics and Biology, n. 38, p. 310-319, 2003.

CRUZ, J.; PINTOR-TORO, J. A.; BENÍTEZ, T.; LLOBELL, A. **Purification and characterization of an Endo- β -1,6-glucanase from *Trichoderma harzianum* that is related to its mycoparasitism**. Journal of Bacteriology, v. 177, n. 7, p. 1864-1871, 1995.

LIU, B.; GUMPERTZ, M. L.; HU, S.; RISTAINO, J. B. **Long term effects of organic and synthetic soil fertility amendments on soil microbial communities and the development of southern blight**. Soil Biology & Biochemistry, v. 39, p. 2302-2316, 2007.

LO, C.; HSIE, J.; PENG, K. **Screening strains of *Trichoderma* spp. For decomposition of agriculture wastes**. Phytopathology, v. 101, n. 6, p. 101-109, 2011.

LOBO JÚNIOR, M.; DE ABREU, M. S. **Inibição do crescimento micelial de *Sclerotinia sclerotiorum* por metabólitos voláteis produzidos por alguns antagonistas em diferentes temperaturas e PH's**. Ciência e agrotecnologia, Lavras, v. 24, n. 2, p. 521-526, 2000.

LORITO, M.; WOO, S. L.; HARMAN, G. E.; MONTE, E. **Translational research on *Trichoderma*: from 'omics to the field**. Annual Review of Phytopathology, v. 48, p. 395-417, 2010.

MALOY, O. C. **Plant disease management**. The plant health instructor, 2005. Disponível em: <http://www.apsnet.org/edcenter/intropp/topics/Pages/PlantDiseaseManagement.aspx>. Acesso em: 07 de jan. 2013.

MATSOURI, F., BJÖRKMAN, F., HARMAN, G. E. **Seed treatment with *Trichoderma harzianum* alleviates biotic, abiotic, and physiological stresses in germinating seeds and seedlings**. American Phytopathological Society. v. 100, n. 11, p. 1213-1221, 2010.

MELO, I. S de. Potencialidades de utilização de *Trichoderma* spp. no controle biológico de doenças de plantas. In: BETTIOL, W (Organizador). **Controle biológico de doenças de plantas**. Jaguariúna: EMBRAPA-CNPDA, 1991. 388 p.

MELO, I. S de. Agentes microbianos de controle de fungos fitopatogênicos. In: DE MELO, I. S.; DE AZEVEDO, J. L. **Controle biológico, volume 1**. Jaguariúna: Embrapa, 1998, p. 17-67.

MENTEN, J. O. M.; FLÔRES, D.; SAMPAIO, I.; MOREIRA, H.; MENTEN M.; CALAÇA, H. A. **O setor de defensivos agrícolas no Brasil**. 2012. 5 p.

MICHEREFF, S. J. Princípios gerais de controle de doenças de plantas. In: MICHEREFF, S. J. **Fundamentos de fitopatologia**. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2001, p. 103-109.

MUKHERJEE, P.; KANTHADAI, R. **Effect of temperature on antagonistic and biocontrol potential of *Trichoderma* sp. on *Sclerotium rolfsii***. Mycopathologia, v.139, p.151-155, 1997.

MULLEN, J. **Southern blight, Southern stem blight, white mold**. Auburn, The plant health instructor, 2006. Disponível em: <http://www.apsnet.org/edcenter/intropp/lessons/fungi/Basidiomycetes/Pages/SouthernBlight.aspx>. Acesso em: 26 de jun. 2012.

OLIVEIRA, A. P.; ARAÚJO, J. S.; ALVES, E. U.; NORONHA, M. A. S.; CASSIMIRO, C. M. ; MENDONÇA, F. G. **Rendimento de feijão-caupi cultivado com esterco bovino e adubo mineral**. Horticultura Brasileira, Brasília, v. 19, n. 1, p. 81-84, 2001.

PELOSO, M. J. D.; COSTA, J. G. P.; RAVA, C. A.; FARIA, L. C. **Cultivo do feijoeiro comum**: cultivares. Embrapa Arroz e Feijão- Sistemas de Produção 2, 2003. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao/CultivodoFeijoeiro/cultivares.htm>. Acesso em 07 de janeiro de 2013.

PEREIRA NETO, J. V.; BLUM, L. E. B. **Adição de palha de milho ao solo para redução da podridão do colo em feijoeiro**. Pesquisa Agropecuária Tropical, Goiânia, v. 40, n. 3, p. 354-361, 2010.

PUNJA, Z. K. **The biology, ecology and control of *Sclerotium rolfsii***. Annual Review of Phytopathology, 1985. Disponível em: www.annualreviews.org. Acesso em 28 de agosto de 2011.

RAWAT, R.; TEWARI, L. **Effect of abiotic stress on phosphate solubilization by biocontrol fungus *Trichoderma sp.*** Current Microbiology, v. 62, p. 1521-1526, 2011.

SANTOS, J. B. dos; GAVINALES, M. L. Botânica. In: VIEIRA, C.; DE PAULA JÚNIOR, J.; BORÉM, A. (editores) **Feijão** – 2^a ed. atual. Viçosa: Ed. UFV, 2008. 600 p.

SHORESH, M.; HARMAN, G. E. **The relationship between increased growth and resistance induced in plants by root colonizing microbes**. Plant Signaling and Behavior, v. 3, n .9, p. 737-739. 2008.

SHORESH, M.; HARMAN, G. E.; MATSOURI, F. **Induced Systemic Resistance and Plant Responses to Fungal Biocontrol Agents**. Annual Review of Plant Pathology, v. 48, p. 21-43, 2010.

SCHUSTER, A.; SCHMOLL, M. **Biology and biotechnology of *Trichoderma***. Applied Microbiology Biotechnology. v. 87, p. 787-799, 2010.

SERRA, I. M. R. S.; DA SILVA, G. S. **Caracterização biológica e fisiológica de isolados de *Sclerotium rolfii* obtidos de pimentão no estado do Maranhão**. Fitopatologia brasileira, v. 30, n. 1, p. 61-66, 2005.

SIDDIQUEE, S.; TAN, S. G.; YUSUF, U. K.; FATIHAH, N. H. N.; HASAN, M. M. **Characterization of Malaysian *Trichoderma* isolates using random amplified microsatellites (RAMS)**. Molecular Biology Reports, published online, 2011. Disponível em:

http://www.academia.edu/597389/Characterization_of_Malaysian_Trichoderma_isolates_using_random_amplified_microsatellites_RAMS. Acesso em: 04 de abr.2013.

SILVA, M. F. O.; COSTA, L. M. **A indústria de defensivos agrícolas**. BNDES Setorial, v. 35, p. 233-276, 2011.

SMITH, V.L.; JENKINS, F. L.; PUNJA, Z. K.; BENSON, D. M. **Survival of sclerotia of *Sclerotium rolfii*: influence of sclerotial treatment and depth of burial**. Soil Biology and Biochemistry, v. 21, n. 5, p. 627-632, 1989.

SOBRINHO, C. A.; BRUNELLI, K. L.; MORAES, H. M. D.; MENTEN, J. O M. **Deteção de *Macrophomina phaseolina* em sementes de feijão-caupi**. Embrapa-Cpamn, 2006. Disponível em: <http://www.cpamn.embrapa.br/anaisconac2006/resumos/FS13.pdf>. Acesso em: 2 de jan. 2013.

TALLAPRAGADA, P.; GUDIMI, M. **Phosphate solubility and biocontrol activity of *Trichoderma harzianum***. Turkish Journal of Biology, v. 35, p. 593-600, 2011.

TAURA, D. W.; FATIMA, M .S. **Effects of organic and inorganic fertilizers on the vegetative and reproductive of some selected varieties of cowpea (*Vigna unguiculata*)**. African Journal of General Agriculture, v. 4, n. 2, p. 79-86, 2008.

TEIXEIRA, I. R.; DA SILVA, G. C.; DEOLIVEIRA, J. P. R.; DA SILVA, A. G.; PÉLA, A. **Desempenho agronômico e qualidade de sementes de cultivares de feijão-caupi na região do cerrado**. Revista Ciência Agronômica, Fortaleza, v. 41, n. 2, p. 300-307, 2010.

TOMAZELI, V. N.; SANTOS, I.; MORALES, R. G. F. **Resíduos orgânicos para o controle das doenças do feijoeiro causadas por *Sclerotium rolfsii***. Ambiência – Revista do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais, v. 7, n. 1, p. 65-74, 2011.

TROEH, F. R.; THOMPSON, L. M. **Solos e Fertilidade do Solo**. São Paulo: Andrei Editora, 2007, 718 p.

USDA¹. **Cowpea, *Vigna unguiculata* (L.), plant guide**. United States Department of Agriculture: Natural Resources Conservation System, 2012. Disponível em: http://plants.usda.gov/plantguide/pdf/pg_viun.pdf. Acesso em 25 de abril de 2013.

USDA². **Plants profile: *Vigna unguiculata***. United States Department of Agriculture: Natural Resources Conservation System, 2012. Disponível em: <http://plants.usda.gov/java/profile?symbol=VIUN>. Acesso em 13 de setembro de 2012.

USDA³. **Plants profile: *Phaseolus vulgaris* L. kidney bean**. United States Department of Agriculture: Natural Resources Conservation System, 2012. Disponível em: <http://plants.usda.gov/java/profile?symbol=phvu>. Acesso em 21 de dezembro de 2012.

USDA⁴. **Common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) germplasm collection**. United States Department of Agriculture: Agricultural Research Service, 2012. Disponível em: www.ars.usda.gov/Main/site_main.htm?docid=9065. Acesso em 21 de dezembro de 2012.

VALIZADEH, M. **Seed storage protein profile of grain legumes grown in Iran using SDS-PAGE**. Journal of Agriculture Science and Technology, v. 3, p. 287-292, 2001.

VALLAD, G. E.; GOODMAN, R. M. **Systemic acquired resistance and induced systemic resistance in conventional agriculture: review and interpretation.** Crop Science, v. 44, p. 1920-1934, 2004.

VALENZUELA, H.; SMITH, J. **Cowpea.** Sustainable Agriculture Green Manure Crops. 2002. 3 p.

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

VITERBO, A.; HARAN, S.; FRIESEM, D.; RAMOT, O.; CHET, I. **Antifungal activity of a novel endochitinase gene (chit36) from *Trichoderma harzianum* Rifai TM.** FEMS Microbiology Letters, v. 200, p. 169-174, 2001.

YAQUB, F.; SHAZHAD, S. **Efficacy and persistence of microbial antagonists against *Sclerotium rolfii* under field conditions.** Pakistan Journal of Botany, v. 43, n. 5, p. 2627-2634, 2011.

WANDER, A. E.; CHAVES, M. O. **Consumo *per capita* de feijão no Brasil de 1998 a 2010: uma comparação entre o consumo aparente e o consumo domiciliar.** Goiânia: Embrapa Arroz e Feijão – Artigos em anais de congressos, 2011. 4 p.

WATANABE, T. **Pictorial atlas of soil and seed fungi: morphologies of cultured fungi and key to species- 2nd ed.** Boca Raton: CRC Press, 2002. 490 p.

WATT, E. E. ; KUENEMAN, E. A. ; DE ARAÚJO, J. P. P. Achievements in breeding cowpea in Latin America. In: SINGH, S. R. ; RACHIE, K. O (Editores). **Cowpea: Research, production and utilization.** Chichester: John Wiley & Sons, 1985. p. 125-128.

WEBSTER, J.; WEBER, R. **Introduction to fungi**. Cambridge: Cambridge University Press, 2007. 846 p.

WEINÄRTER, M. A.; ALDRIGHI, C. F. S.; MEDEIROS, C. A. B. **Práticas agroecológicas: adubação orgânica**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2006. 20 p.

WEINDLIG, R. *Trichoderma lignorum* as a parasite of other soil fungi. *Phytopathology*, n. 22, p. 827-845, 1932.

WHIPPS, J. M. **Microbial interactions and biocontrol in the rhizosphere**. *Journal of Experimental Botany*, v. 52, p. 487-511, 2000.

WIDDEN, P.; HSU, D. **Competition between *Trichoderma* species: effects of temperature and litter type**. *Soil Biology and Biochemistry*, v. 19, n. 1, p. 89-93, 1987.

3. INTERAÇÃO ENTRE DOSES DE ESTERCO E MÉTODOS DE CONTROLE DE DOENÇAS SOBRE CARACTERÍSTICAS BIOMÉTRICAS DE *Vigna unguiculata*

RESUMO

O uso de esterco de origem animal está relacionado à melhoria das condições físico-químicas dos solos, à maior disponibilidade de nutrientes para as plantas e ao aumento da atividade biológica de microrganismos benéficos às culturas como antagonistas de patógenos, fungos micorrízicos e fixadores de nitrogênio. Neste trabalho avaliou-se o impacto de doses crescentes de esterco bovino (0, 10, 20, 40, 80 e 160 g/kg de solo) e sua interação com o tratamento de sementes utilizando *Trichoderma harzianum* e procimidona, sobre as características agronômicas de *Vigna unguiculata*. As doses crescentes de esterco conferiram maior produtividade de grãos, altura de plantas, massa de parte aérea e de raízes. *T. harzianum* proporcionou aumentos na produtividade de grãos e massa de raízes em comparação aos demais tratamentos.

Palavras-chave: *Vigna unguiculata*, *Trichoderma harzianum*, Esterco bovino, Procimidona.

3.1. INTRODUÇÃO

O feijão-caupi é uma Fabacea utilizada para alimentação humana, animal e como adubo verde incorporado ao solo. Seu cultivo ocorre principalmente na África, Ásia e nas Américas, onde o seu alto conteúdo de proteínas, a adaptação a diferentes agrossistemas, a resistência à secas e ao sombreamento e a capacidade de melhorar a fertilidade dos solos, promovem uma alternativa interessante para agricultores de pequeno e grande porte (IITA 2009).

A Nigéria é o principal produtor mundial de caupi, correspondendo por 58% da produção mundial. No Brasil, seu cultivo concentra-se nas regiões Nordeste e Norte, na maior parte das vezes por pequenos produtores com baixo aporte tecnológico. Desde 2006 o cultivo vem se expandindo para os cerrados da região Centro-Oeste por produtores médios e grandes, incorporado aos sistemas agrícolas no período das safrinhas após o cultivo de arroz ou soja, alcançando preços competitivos no mercado (IITA, 2009; Freire Filho et al., 2011).

Embora seja uma cultura rústica, o caupi é suscetível a uma ampla gama de doenças responsáveis por comprometer o seu potencial produtivo. A escassez de fungicidas registrados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, fazem necessários estudos de métodos alternativos para mitigar os danos causados por microrganismos nocivos (Nechet & Halfeld-Vieira, 2006).

A aplicação de *Trichoderma harzianum* para o controle de doenças envolve um baixo custo, além de possuir algumas vantagens, como a sua adaptação a diversos patossistemas, a não agressão a outros organismos benéficos e a ausência de toxicidade a seres humanos e animais. Os mecanismos de controle do fungo funcionam pela competição de espaço junto às raízes, produção de enzimas degradadoras da parede celular de fungos patogênicos, produção de antibióticos, promoção de crescimento dos vegetais e indução de mecanismos de resistência sistêmica nas plantas (Monte & Lobell, 2003).

A quantidade de matéria orgânica nos solos está relacionada a uma série de fatores que interferem na qualidade do solo como retenção e infiltração de água e a retenção e liberação de nutrientes. A adição de resíduos orgânicos ao solo é uma prática que além de conferir melhorias físicas e químicas, aumenta a sua supressão a organismos patogênicos. Portanto a utilização de resíduos de animais e vegetais faz parte de um sistema sustentável de produção agrícola (Stone et al., 2004).

O objetivo deste estudo foi avaliar a interação entre doses crescentes de esterco e o tratamento de sementes com *T. harzianum* ou procimidona, na germinação, altura, produção de massa fresca de grãos, de parte aérea e de raízes do feijão-caupi.

3.2. MATERIAL E MÉTODOS

3.2.1 Adubação

O experimento foi implantado na Estação Experimental de Biologia da Universidade de Brasília (EEE/UnB) entre fevereiro e maio de 2012. As plantas foram cultivadas em vasos de plástico preto com 18 cm de diâmetro e capacidade para 3 kg de solo. As doses de esterco utilizadas foram 0, 10, 20, 40, 80 e 160 g/kg (gramas de esterco bovino por quilo de solo) misturadas ao solo com o auxílio de uma betoneira (**Figura 1**). Em termos de proporção, as

doses aplicadas aos vasos representam as seguintes doses aplicadas em condições de campo: 0, 12, 24, 48, 96 e 192 toneladas de esterco/hectare.

Para o experimento (**Figura 2**), utilizou-se um latossolo vermelho com as seguintes características físico-químicas: pH (em H₂O) 5,6 , P= 0,3 mg/dm³ , Ca= 0,5 cmol_c/dm³ , Mg= 0,3 cmol/dm³ , K= 0,04 cmol/dm³ , Na= 0,01 cmol/dm³ , Al = 0,2 cmol/dm³ , (H + Al) = 2,5 cmol/dm³ , V= 25% , CTC= 3 , MO= 8,6 g/kg. A análise do esterco bovino, na base seca, conferiu os seguintes resultados: pH= 6 , umidade a 65°C= 8,7% , N= 1,28% , P= 0,65% , K= 0,76% , MO= 33,6%.

3.2.2. Tratamento de sementes

Antes do plantio, as sementes receberam os seguintes tratamentos:

1. *T. harzianum* - As sementes foram imersas em uma suspensão com água destilada e esterilizada a 120°C por 20 minutos em autoclave, com a concentração de $3,1 \times 10^6$ conídios/ml de *T. harzianum* durante 20 minutos e secas sobre uma camada dupla de papel toalha durante trinta minutos. Os conídios do fungo foram obtidos a partir do produto comercial Trichodermil® SC, fabricado pela Itaforte Bioprodutos®. A contagem de esporos foi realizada em câmara de Neubauer.
2. Procimidona - As sementes foram imersas em uma solução de procimidona com água destilada e esterilizada em autoclave a 120°C por 20 minutos a 1% de concentração durante 20 minutos e logo em seguida, secas em uma camada dupla de papel toalha.
3. Testemunha - As sementes foram imersas durante 20 minutos, em água destilada e esterilizada em autoclave a 120°C por 20 minutos e posteriormente secas em uma camada dupla de papel toalha.

Após a aplicação dos tratamentos, cinco sementes de feijão-caupi da variedade BRS Guariba foram plantadas 5 sementes por vaso, a uma profundidade de 2 cm no dia primeiro de março de 2012. As avaliações de germinação foram realizadas aos 3, 6, 9 e 12 dias após o plantio. As medições de altura de plantas foram feitas a cada 5 dias. A massa fresca de grãos, parte aérea e de raízes foram mensuradas no dia dezesseis de maio de 2012, em uma balança de precisão, levando em conta a média dos tratamentos por vaso.

3.2.3. Delineamento experimental e análises estatísticas

O delineamento utilizado foi em blocos ao acaso, constituindo um esquema fatorial de 6 doses de adubação x 3 métodos de controle, distribuídos com 4 repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância ($p \leq 0,05$) e após a comprovação da significância foram comparados pelo teste Scott-Knott ($p \leq 0,05$). As regressões quadráticas foram feitas através do programa Sigmastat 3.5. As análises de massa de grãos, parte aérea, raízes, altura e germinação foram feitas pelo programa Assistat 7.6 Beta.



Figura 1: Betoneira utilizada para mistura do esterco ao solo



Figura 2: Aspecto geral do experimento no plantio de feijão-caupi.

3.3. RESULTADOS

Foram encontradas diferenças significativas em relação à altura de plantas, massa de grãos, de parte aérea e de raízes (**Tabela 2**).

Tabela 2: Quadro de ANOVA para as variáveis avaliadas: germinação (%), altura de plantas (cm), massa de grãos (g), massa de parte aérea (g) e massa de raízes (g).

Germinação				
FV	GL	SQ	QM	F
Blocos	3	2816,667	938,889	2,056 ns
Tratamentos	17	10294,444	605,556	1,326 ns
Resíduos	51	23283,333	456,535	
Total	71	36394,444		
Altura de plantas				
Blocos	3	154,574	51,525	2,693 ns
Tratamentos	17	747,659	43,979	2,299 *
Resíduos	51	975,604	19,129	
Total	71	1877,836		
Massa de grãos				
Blocos	3	0,885	0,295	0,478 ns
Tratamentos	17	263,190	15,482	26,068 **
Resíduos	51	31,496	0,617	
Total	71	295,572		
Massa de parte aérea				
Blocos	3	1210,747	403,582	3,072 ns
Tratamentos	17	34255,452	2015,026	15,340 **
Resíduos	51	6699,079	131,354	
Total	71	42165,279		
Massa de raízes				
Blocos	3	9,384	3,128	2,044 ns
Tratamentos	17	783,061	46,062	30,113 **
Resíduos	51	78,013	1,529	
Total	71	870,457		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p \leq 0.01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p \leq 0.05$)

ns não significativo

3.3.1. Germinação

Não houve diferenças estatisticamente significativas entre as doses de adubação ou entre os métodos de controle de doenças em relação a germinação de feijão-caupi (**Tabela 3**).

Tabela 3: Germinação de sementes (%) de *Vigna unguiculata* tratadas com *Trichoderma* e procimidona em solo com esterco bovino aos 9 dias após o plantio.

Dose de esterco	Testemunha	<i>Trichoderma</i>	Procimidona
0	70 a*	60 a	55 a
10	55 a	70 a	55 a
20	70 a	70 a	65 a
40	80 a	65 a	60 a
80	55 a	60 a	60 a
160	55 a	65 a	70 a
CV (%)		32,69	

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente, entre si nas linhas ou colunas, pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

3.3.2. Altura de plantas

Para a altura de plantas, os tratamentos inoculados com *T. harzianum* foram significativamente superiores aos demais nas doses 10 e 80 g/kg e superior à testemunha na dose máxima de adubação. Não ocorreram diferenças significativas entre as técnicas de controle de doenças nas doses 0, 20 e 40 g/kg.

Nos tratamentos testemunha, as doses 20 e 40 conferiram plantas maiores, já as doses 80 e 160 não diferiram significativamente da ausência de esterco. Nas parcelas tratadas pelo método biológico, a adição de esterco conferiu crescimento vegetativo significativo em relação à ausência do adubo, entretanto os resultados obtidos nas doses de 10 a 160 g/kg não diferiram entre si. (**Tabela 4**).

Tabela 4: Altura (cm) de *Vigna unguiculata*, aos 90 dias após plantio, submetida a diferentes doses de esterco bovino aplicado ao solo e métodos de controle de doenças aplicados às sementes.

Dose de esterco	Testemunha	<i>Trichoderma</i>	Procimidona
0	9,65 b*	8,27 b	8,00 b
10	8,2 b	11,6 a	8,4 b
20	13,55 a	13,25 a	13,25 a
40	15,65 a	15,70 a	11,9 a
80	10,05 b	12,05 a	10,9 b
160	10,65 b	16,65 a	17,7 a
CV (%)		37,48	

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente, entre si nas linhas ou colunas, pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

3.3.3. Massa de grãos

Não houve produção de grãos nos tratamentos sem adição de esterco. A dose de 40 g/kg resultou em maior produção de grãos em relação a 20 g/kg. A dose 80 g/kg somente conferiu aumento significativo de produção em relação à 40 g/kg nos tratamentos submetidos com *T. harzianum*. Já a dose 160 g/kg promoveu aumento significativo da massa grãos em relação à 80 g/kg em todos os tratamentos. A inoculação com *T. harzianum* conferiu um aumento significativo quando comparado aos demais tratamentos nas doses 10, 80 e 160 g/kg. Na dose 20 g/kg o tratamento com *T. harzianum* resultou em produção semelhante ao com procimidona. Na dose 40 g/kg não houve diferença significativa entre os tratamentos de sementes (**Tabela 5**).

Tabela 5: Massa de grãos (g), por vaso, de *Vigna unguiculata* submetida a diferentes doses de esterco e métodos de controle de doenças.

Dose de esterco (g/kg)	Testemunha	<i>Trichoderma</i>	Procimidona
0	0 e*	0 e	0 e
10	0,73 e	1,71 d	0,87 e
20	0,69 e	1,62 d	1,69 d
40	3,22 c	3,95 c	3,08 c
80	4,13 c	4,44 b	3,62 c
160	4,75 b	6,34 a	4,83 b
CV (%)		30,94	

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente, entre si nas linhas ou colunas, pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

O incremento da produção de grãos pela adição de doses de esterco teve um comportamento quadrático significativo (**Figura 3**).

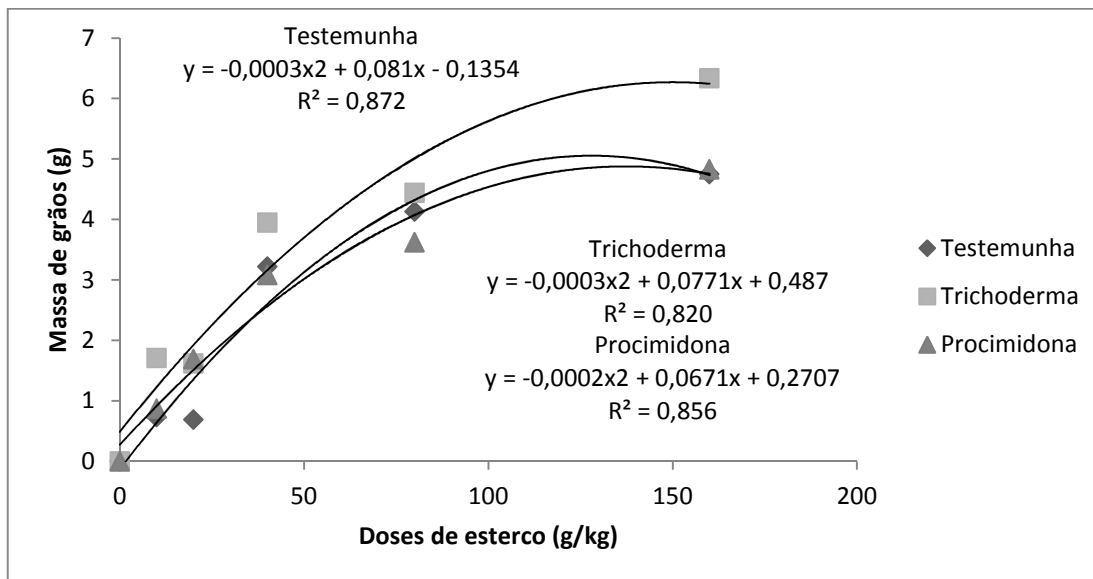


Figura 3: Massa de grãos (g) de *Vigna unguiculata* em função de doses (0 a 160 g/kg) de esterco bovino incorporado ao solo.

3.3.4. Massa de parte aérea

As doses de 0 a 20 g/kg de esterco não diferiram significativamente da testemunha no ganho de massa aérea. As doses 40 e 80 g/kg foram significativamente superiores, entretanto não diferiram entre si. Já a dose 160 g/kg foi significativamente superior às demais quando tratada pelos métodos de controle de doenças. O uso dos métodos de controle de doenças conferiu ganho de massa, em relação à testemunha, somente na dose máxima de esterco (**Tabela 6**).

Tabela 6: Massa (g) parte aérea, por vaso, de *Vigna unguiculata* em diferentes doses de esterco bovino aplicados ao solo e métodos de controle de doenças aplicados às sementes.

Dose de esterco (g/kg)	Sem controle	<i>Trichoderma</i>	Procimidona
0	13,42 c*	8,45 c	13,59 c
10	14,27 c	15,97 c	16,51 c
20	19,07 c	22,90 c	27,48 c
40	48,45 b	49,78 b	42,24 b
80	51,76 b	56,35 b	51,15 b
160	54,33 b	77,38 a	76,11 a
CV (%)		31,34	

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente, entre si nas linhas ou colunas, pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

O ganho de massa de parte aérea mostrou um comportamento significativo com a adição de doses crescentes de esterco (**Figura 4**).

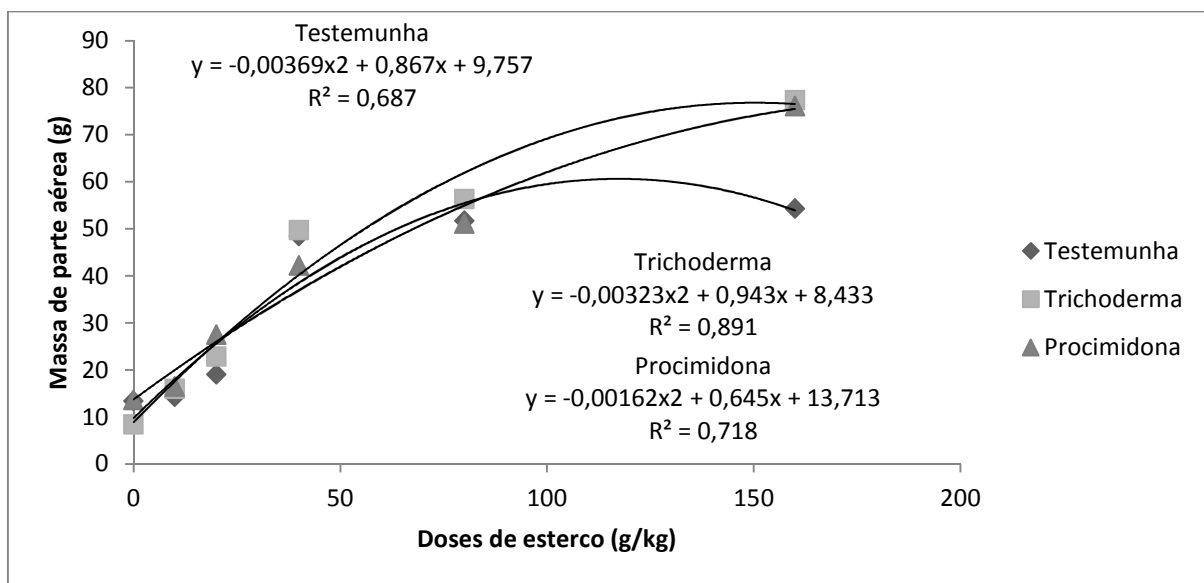


Figura 4: Massa de parte aérea (g) de *Vigna unguiculata* em função de doses (0 a 160 g/kg) de esterco bovino incorporado ao solo.

3.3.5. Massa de raízes

O aumento na dose de adubação proporcionou maior massa de raízes tendo seu ápice na dose mais elevada de esterco. Não foram detectadas diferenças significativas entre os métodos de controle de doenças nas doses de esterco 0 e 10 g/kg. Na dose 20 g/kg o tratamento com procimidona resultou em plantas com maior massa de raízes, resultado que

não se repetiu na dose de 40 g/kg onde este tratamento resultou em uma massa menor de raízes. Os tratamentos inoculados com *T. harzianum* e procimidona foram estatisticamente superiores à testemunha na dose 80 g/kg. A maior produção de raízes ocorreu no tratamento que combinou a dose máxima de esterco com a inoculação do agente biológico de controle. (Tabela 7).

O aumento da massa de raízes com a adição de doses crescentes de esterco demonstrou um comportamento quadrático significativo (Figura 5).

Tabela 7: Massa (g) de raízes, por vaso, de *Vigna unguiculata* em diferentes doses de esterco bovino aplicados ao solo e métodos de controle de doenças aplicados às sementes.

Dose de esterco (g/kg)	Sem controle	<i>Trichoderma</i>	Procimidona
0	4,63 f*	3,59 f	4,87 f
10	4,96 f	5,47 f	5,47 f
20	6,81 e	6,5 e	7,88 d
40	8,49 d	8,78 d	5,73 f
80	7,98 d	9,55 c	10,44 c
160	10,03 c	16,59 a	14,12 b
CV (%)	15,68		

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente, entre si nas linhas ou colunas, pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

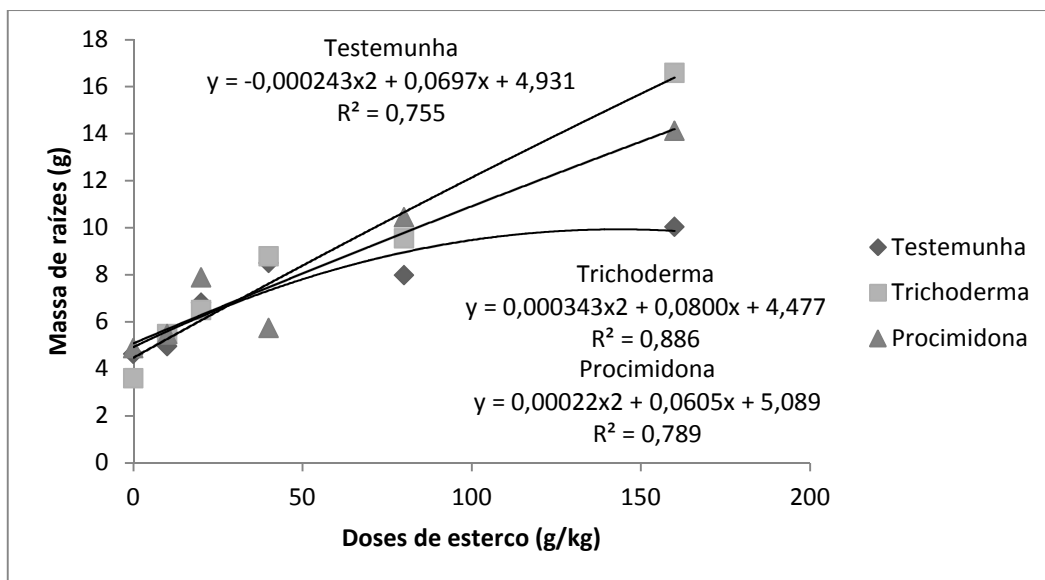


Figura 5: Massa de raízes (g) de *Vigna unguiculata* em função de doses (0 a 160 g/kg) de esterco bovino incorporado ao solo.

3.4. DISCUSSÃO

3.4.1. Germinação

Os resultados deste estudo são compatíveis aos de Abebe et al., (2005), onde a aplicação de doses de esterco em vasos na equivalência de 10 a 100 ton/ha também não surtiram efeitos sobre a germinação de caupi. Segundo Bacilio et al., (2003) o esterco bovino pode ter um efeito inibitório sobre a germinação de sementes pelo seu alto nível de ácidos húmicos, porém este fenômeno não foi observado em nenhuma das doses de esterco utilizadas nesse experimento. O aumento de germinação pela adição de esterco pode estar relacionada à espécie da planta, pois, Mata et al., (2011), relatam que a aplicação de doses acima de 20 toneladas de esterco por hectare favorecem a germinação e o desenvolvimento de plântulas de milho.

Os tratamentos de sementes também não forneceram incrementos significativos na germinação de sementes. Matsouri et al., (2010) relatam que a aplicação de *T. harzianum* em sementes de tomateiro em boas condições não conferem aumento de germinação, entretanto, a aplicação do fungo em sementes submetidas a estresse osmótico e a baixas temperaturas aumenta a velocidade de germinação.

3.4.2. Altura de plantas

Abebe et al., (2005) também relatam o efeito positivo da adubação com esterco bovino, variando de 20 a 100 kg/ha, na altura de caupi. O incremento na altura de plantas adubadas com esterco bovino, nas doses de 0 a 40 ton/ha, foi constatado por Pereira et al. (2012) no cultivo do algodoeiro colorido BRS Rubi. Yoganathan et al. (2012), afirmam que a aplicação de esterco de frango produz resultados superiores ao esterco bovino e de caprinos quanto a altura e a produtividade de feijão-caupi.

O incremento na altura de plantas em todos os tratamentos que combinaram a aplicação do esterco com a inoculação de *T. harzianum*, pode estar relacionada à capacidade desta espécie em aumentar a absorção de nitrogênio, fósforo, potássio, cobre, ferro, manganês e zinco (Singh et al., 2010).

3.4.3. Massa de grãos

Os dados do presente trabalho assemelham-se aos obtidos por Lobo Júnior et al., (2009) que obtiveram um incremento de 462 kg/ha na produtividade de feijoeiro comum (*P. vulgaris*) inoculado com o isolado 1306 de *T. harzianum* ao utilizar 1kg de produto na concentração a 2×10^8 para 100kg de sementes em relação à testemunha não inoculada. Os benefícios do uso do agente biológico também foram observados por Chagas Júnior et al. (2012), que constataram uma produtividade superior em parcelas de feijão-caupi, cujas sementes foram tratadas com *Trichoderma* spp. e rizóbio, em comparação com sementes não inoculadas ou inoculadas apenas com o rizóbio.

O comportamento quadrático até a dose de 160 g/kg de solo demonstra que possivelmente não houve efeito nocivo causado por desequilíbrio nutricional, metais pesados ou pela presença de substâncias fitotóxicas no esterco, que podem ser formados pela alta emissão de amônia e pela presença de compostos fenólicos e ácidos orgânicos de baixo peso molecular, formados na degradação do esterco por microrganismos do solo. Os efeitos nocivos de doses altas de esterco se agravam em materiais que não foram submetidos a um processo de compostagem bem conduzido (Gómez-Brandón et al. 2008). Portanto, os dados mostram que o esterco utilizado no experimento foi de boa procedência.

3.4.4. Massa fresca da parte aérea

A massa de parte aérea atingiu seu ápice nos tratamentos que combinaram a maior dose de esterco com os tratamentos de controle de doenças. Lucon (2009), afirma que a aplicação de alguns isolados de *Trichoderma* spp., resultam em plantas mais desenvolvidas, não só pelo controle de patógenos do solo, mas também pela solubilização e disponibilização de nutrientes, produção de hormônios ou fatores de crescimento e pelo maior desenvolvimento do sistema radicular. A autora também afirma que a adubação orgânica, pode estimular o desenvolvimento de organismos benéficos no solo. Guareschi et al. (2012), também observaram incrementos na massa fresca de parte aérea e de raízes de girassol e soja ao inocular as sementes com uma suspensão de *Trichoderma* spp.

O aumento de massa de parte aérea, ocorrido a partir da dose equivalente a 40 ton/ha, mostra que em solos de baixa fertilidade, a aplicação de esterco bovino é recomendável para

obtenção de plantas mais vigorosas e conseqüentemente mais produtivas. A Segundo Andrade Júnior et al. (2003), solos com o nível de matéria orgânica inferior a 10g/kg, necessitam de uma dose complementar de 20kg/ha de nitrogênio, pois nesses casos a simbiose com bactérias formadoras de nódulos não é suficiente para suprir a demanda da cultura.

3.4.5. Massa fresca das raízes

Este trabalho está de acordo com Madukwe et al., (2008) que observaram um incremento de 100% na massa de raízes de caupi plantadas em solo adubado com esterco bovino, em relação às parcelas não adubadas. Segundo Averbek e Yoganathan (2003), A adição de esterco ao lado da linha de plantio é uma técnica aconselhável em sistemas de produção, por disponibilizar o fertilizante na zona de maior concentração de raízes, fornecendo nutrientes e uma maior retenção de umidade.

Segundo Harman et al., (2004) a associação de *Trichoderma* spp. às raízes das plantas resulta, muitas vezes, no maior crescimento desses órgãos e em ganhos de produtividade pelo controle de patógenos de solo e pela produção de hormônios. Ao avaliar o efeito do tratamento de sementes de maracujazeiro com *Trichoderma longibrachiatum*, *T. virens* e *T. harzianum* no ganho de massa radicular, Pereira (2012), afirma que todas as espécies conferiram aumento da massa de raízes em relação à testemunha não inoculada. Lo & Lin (2002), detectaram um aumento de 176,59% da massa de raízes de pepino inoculadas com *T. harzianum* em relação à testemunha.

3.5. CONCLUSÕES

O uso de doses crescentes de esterco bovino foi benéfico em relação à produção de grãos, massa de parte aérea e massa de raízes do caupi, entretanto a germinação não foi influenciada pela adição de esterco ou pelos métodos de controle de doenças.

O tratamento de sementes com *T. harzianum* contribuiu para um incremento significativo na produção de grãos nas doses 10, 80 e 160 g/kg de esterco, portanto a aplicação do agente de controle biológico, em combinação com a adição de esterco bovino é favorável para o incremento de produtividade de *V. unguiculata*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABEBE, G., HATTAAR, B., AL-TAWAHA, A. **Nutrient Availability as affected by manure application to cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp) on calcareous soils.** Journal of Agriculture and Social Sciences. Vol. 1 n. 1, p. 1-6, 2005.

ANDRADE JÚNIOR, A. S. et al. V. Q. **Cultivo de feijão caupi.** Embrapa Meio-Norte, Sistemas de Produção 2, 2003. Disponível em:
<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao/FeijaoCaupi/>. Acesso em: 26 de abr. 2013.

AVERBEKE, W.; YOGANATHAN, S. **Using kraal manure as fertilizer.** Pretoria: Department of Agriculture and the Agricultural and Rural Development Research Institute, 2003. 20 p.

BACILIO, M. ; VAZQUEZ, P. ; BASHAN, Y. **Alleviation of noxious effects of cattle ranch composts on wheat seed germination by inoculation with *Azospirillum* spp.** Biology and Fertility of Soils, n. 38, p. 261-266, 2003.

CHAGAS JÚNIOR, et al. **Resposta de feijão-caupi a inoculação com rizóbio e *Trichoderma* sp. no cerrado, Gurupi, TO.** Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, Mossoró, v. 7, n. 2, p. 242-249, 2012.

FREIRE FILHO, F, R. et al. **Produção, melhoramento genético e potencialidades do feijão-caupi no Brasil.** Teresina: IV Reunião de Biofortificação, 2011. 21 p.

GOMÉZ-BRANDÓN, M.; LAZCANO, C.; DOMÍNGUEZ, J. **The evaluation of stability and maturity of during the composting of cattle manure.** Chemosphere v. 70, p. 436-444, 2008.

GUARESCHI, R. F. et al. **Emprego de *Trichoderma* spp. no controle de *Sclerotinia sclerotiorum* e na promoção de crescimento vegetativo nas culturas de girassol e soja.** Global Science and Technology, Rio Verde, v. 05, n. 02, p. 01-08, 2012.

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

IITA. **International Institute of Tropical Agriculture:** research to nourish Africa. Ibadan, 2009. Disponível em: <http://www.iita.org/cowpea>. Acesso em 23 de março de 2013.

LO, C. T.; LIN, C. Y. **Screening strains of *Trichoderma* spp. for plant growth enhancement in Taiwan.** Plant Pathology Bulletin, v. 11, n. 4, p. 215-220, 2002.

LOBO JÚNIOR, M.; BRANDÃO, R. S.; GERALDINE, A. M. **Produtividade do feijoeiro comum, em campo, em tratamentos com *Trichoderma harzianum* e *Trichoderma asperellum*.** Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA, Comunicado Técnico 184, 2009. 4 p.

LUCON, C. M. M. **Promoção do crescimento de plantas com o uso de *Trichoderma* spp.** 2009. Artigo em hipertexto. Disponível em: http://www.infobibos.com/Artigos/2009_1/Trichoderma/Index.htm. Acesso em 29 de março de 2013.

MADUKWE, D. K.; CHRISTO, I. E. C; ONUH, M. O. **Effects of organic manure and cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) varieties on the chemical proprieties of the soil and root nodulation.** Science World Journal, vol. 3, n. 1, p. 43-46, 2008.

MATA, J. F. et al. **Germinação e emergência de milho híbrido sob doses de esterco bovino.** Amazônia: Ciência e Desenvolvimento, Belém, v. 6, n. 12, p. 31-40, 2011.

MONTE, E.; LLOBELL, A. ***Trichoderma* in organic agriculture.** Proceedings V World Avocado Congress, p. 725-733, 2003.

NECHET, K. L.; HALFELD-VIEIRA, B. A. **Doenças do feijão-caupi em Roraima.** Boa Vista: Embrapa Roraima, Circular Técnica 02, 2006. 16 p.

PEREIRA, G. V. N. **Promoção do crescimento de mudas de maracujazeiro inoculadas com *Trichoderma* spp.** 2012. 67 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia)- Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, 2012.

PEREIRA, J. R. et al. **Doses de esterco bovino nas características agronômicas e de fibras do algodoeiro herbáceo BRS Rubi.** Revista Agro@ambiente On-line, Boa Vista, v. 6, n. 3, p. 195-204, 2012.

SILVA, F. A. S. **Assistat versão 7.6 beta.** Campina Grande: DEAG-CTRN-UFCG, 2012.

SINGH, V. et al. **Increasing the efficacy of *Trichoderma harzianum* for nutrient uptake and control of red rot in sugarcane.** Journal of Horticulture and Forestry, v. 2, n. 4, p. 66-71, 2010.

STONE, A. G.; SCHEUERELL, S. J.; DARBY, H. M. **Suppression of soilborne diseases in field agricultural systems: organic matter management, cover cropping and other cultural practices.** CRC Press LLC, p. 131-176, 2004.

YOGHANATHAN, R.; GUANSEKERA, H.K.L.K, HARIHARAN, R. **Investigation of yield performance of vegetable cowpea (*Vigna unguiculata*) with animal manure application at Kaluwanchikudy area.** Proceedings of the Abstracts of Jaffna University International Research Conference, 2012. 1 p.

WELLER, D. M.; et al. **Microbial populations responsible for specific soil suppressiveness to plant pathogens.** Annual review of Phytopathology, v. 40, p. 309-348, 2002.

4. AVALIAÇÃO DE *Trichoderma harzianum* E PROCIMIDONA EM DIFERENTES NÍVEIS DE ADUBAÇÃO COM ESTERCO BOVINO NO CONTROLE DE *Sclerotium rolfsii* EM FEIJOEIRO

RESUMO

O feijão comum (*Phaseolus vulgaris*) é um componente de extrema importância na dieta de muitos povos ao redor do mundo. As doenças de solo, como a podridão do colo causada por *Sclerotium rolfsii*, estão entre os principais fatores que reduzem o potencial produtivo do feijão comum. O controle químico de doenças está relacionado a problemas ambientais e à perda de eficiência. Portanto neste estudo procurou-se avaliar a influência da aplicação de esterco bovino em quatro doses (0, 40, 80 e 160 g/kg de solo) em conjunto com a aplicação ao solo, de *Trichoderma harzianum* ou procimidone no controle de dois isolados de *Sclerotium rolfsii*. Também foram analisados os impactos dos tratamentos sobre a produção da massa de grãos, parte aérea e de raízes do feijoeiro. As doses crescentes de esterco provocaram um crescimento linear na produção de grãos e de massa fresca de parte aérea nos tratamentos não contaminados com *S. rolfsii*. *T.harzianum* foi eficiente na redução da severidade da doença por *S. rolfsii* (UB 193).

Palavras chave: *Phaseolus vulgaris*, Controle biológico, Podridão radicular, Adubação orgânica

4.1 INTRODUÇÃO

O feijão comum é a leguminosa de maior importância para a alimentação humana. Os grãos são consumidos verdes ou secos e possuem uma quantidade expressiva de proteína, girando em torno de 22% do seu peso, contribuindo para a nutrição de mais de 500 milhões de pessoas, principalmente na América Latina (Gepts, 2001).

A ocorrência de doenças é uma das principais causas da queda de produtividade do feijoeiro. Dependendo das condições ambientais elas podem causar perda total da produção, perda da qualidade de grãos e até inviabilizar o seu cultivo em determinadas regiões (Abreu, 2005).

A podridão do colo também conhecida como murcha de esclerócio é causada pelo patógeno *Sclerotium rolfsii*, que possui uma grande gama de hospedeiros e tem a capacidade de sobreviver por longos períodos no solo. Os sintomas da doença podem ser visualizados no colo das plantas como lesões aquosas e escuras, com posterior formação de micélios brancos e escleródios brancos ou escuros. A doença pode evoluir para o caule ou para as raízes causando outros sintomas como anelamento do talo, tombamento, podridão de raízes e murcha (Paula Júnior & Zambolim, 2008).

O uso de defensivos químicos para o controle de doenças trouxe grandes benefícios para a produtividade agrícola, entretanto, o uso excessivo ou indevido desses produtos está relacionado a problemas ambientais, portanto, muitos pesquisadores têm investido seus esforços na criação de métodos alternativos menos agressivos ao ambiente, como o controle biológico (Pal et al., 2006).

Os organismos de controle biológico de doenças como o fungo *Trichoderma harzianum* atuam por diferentes modos, como a competição de nutrientes, exsudados das raízes e espaço, estimulação do crescimento radicular, indução de resistência na planta e micro-parasitismo (Nederhoff, 2001). Certos solos tem a capacidade suprimir a população de patógenos pela diversidade da sua fauna natural (Weller et al., 2002). Essa supressão, pode ser intrínseca ao solo, mas também pode ser mantida ou aumentada por meio de práticas culturais como a incorporação de matéria orgânica, plantas de cobertura e diversificação de culturas (Pfenning & Abreu, 2008).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a interação entre a adição de doses crescentes de esterco bovino e a aplicação de *T. harzianum* ou procimidone, ao solo, para o controle de *S. rolfsii* na cultura do feijoeiro. Também foram avaliados impactos destes tratamentos sobre a produção da massa fresca de grãos, de parte aérea e de raízes.

4.2. MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Estação Experimental da Universidade de Brasília entre setembro de 2012 e fevereiro de 2013 na casa de vegetação T-04.

4.2.1. Obtenção, multiplicação do inóculo de *S.rolfsii* e preparo do solo

Os isolados do patógeno foram obtidos da coleção de micologia do Departamento de Fitopatologia da Universidade de Brasília. Os isolados UB 193 e UB 228 foram replicados em placas de Petri e mantidos em incubadoras por 14 dias com temperatura a 25° C e fotoperíodo de 12 horas.

A adubação foi aplicada nas doses 0, 40, 80 e 160 g/kg (g esterco bovino / kg solo), misturadas ao solo com o auxílio de uma betoneira. As plantas foram cultivadas em vasos de plástico preto com 18 cm de diâmetro e capacidade para 3 kg de solo.

Para o preparo do inóculo, foram usados erlemeyers com capacidade para 500 ml contendo 180 g de arroz parboilizado imersos em água destilada e autoclavados a 120° C durante 20 minutos, segundo o método descrito por Falcão et al. (2005). Os frascos foram mantidos em incubadora a 25°C e fotoperíodo regulado para 12 horas durante 17 dias. A agitação dos frascos foi feita diariamente para evitar a compactação do arroz e para tornar a inoculação do patógeno mais uniforme.

Nos vasos, foi utilizado um latossolo vermelho com as seguintes características: pH em H₂O, 5,5 , P = 0,5 mg/dm³ , Ca = 0,5 cmol/dm³ , Mg= 0,4 cmol/dm³ , K= 0,04 cmol/dm³ , Na= 0,01 cmol/dm³ , Al= 0,1 cmol/dm³ , (H + Al)= 2,5 cmol/dm³ , CTC= 3 cmol/dm³ , V= 28%, MO= 8,6 g/kg. A análise do esterco usado forneceu os seguintes resultados: pH= 6,2 , umidade a 65°C= 14% , N= 1,90 % , P= 0,61% , K= 0,86% , MO= 33,4%.

4.2.2. Inoculação do solo e aplicação dos métodos de controle

O isolado 1306 de *Trichoderma harzianum* foi obtido do produto comercial Trichodermil® e a procimidona do produto Sumilex 500®. O produto biológico foi preparado por meio de uma suspensão em água destilada a 6 x 10⁷ conídios/ml e o fungicida por uma solução a 1%.

A inoculação do patógeno foi feita em vasos contendo 3 kg de solo na dose de 5 gramas de arroz inoculado por quilo de solo. O inóculo foi espalhado pela superfície do solo e mantido dessa forma por 7 dias. Após esse período os métodos de controle foram aplicados através de um borrifador com capacidade para 500 ml, na dose de 2 ml por vaso em seguida o solo foi homogeneizado a fim de distribuir os escleródios formados, em camadas mais profundas.

4.2.3. Plantio e análises

O plantio foi realizado no dia 26 de novembro de 2012 com a cultivar de feijão tipo jalo BRS Radiante. Foram semeadas cinco sementes por vaso a uma profundidade de 2 cm. As análises de germinação foram feitas aos 3, 5 e 7 dias, e o acompanhamento da altura e da incidência de doenças foram feitas semanalmente. Para a avaliação da doença utilizou-se uma escala de 0 a 5 onde a nota **0** planta aparentemente sem sintoma da doença, **1** planta com micélio no colo, **2** planta com podridão no colo, **3** planta com murcha, **4** planta com tombamento, e, **5** planta morta. O lesmicida metaldeído (Metarex®) foi aplicado na superfície do solo no plantio e posteriormente em intervalos de 3 semanas para o controle de lesmas.

4.2.4. Delineamento experimental e análises estatísticas

O delineamento utilizado foi em blocos ao acaso, constituindo um esquema fatorial de 6 doses de adubação x 2 isolados de *S. rolf sii* X 3 métodos de controle com quatro repetições. O estudo de sintomas e incidência de *S. rolf sii* foi feito por uma análise de variância com dois fatores, sendo eles, dose e técnica de controle, com medidas repetidas no tempo. Após a análise de variância, as médias dos dados de severidade e incidência de doença, germinação e altura de plantas foram submetidos ao teste de Tukey ($P \leq 0,05$). Os dados de massa de grãos, parte aérea e raízes foram submetidos ao teste de Scott-Knott ($P \leq 0,05$). As análises de sintomas e incidência, assim como as regressões quadráticas das massas, foram feitas pelo programa SigmaStat 3.5 e as restantes foram feitas por meio do programa Assistat 7.6 Beta.

4.3. RESULTADOS

4.3.1. Severidade e incidência de doença

Com exceção da dose de esterco 80 g/kg, onde não houve diferenças significativas entre os tratamentos de controle, *T. harzianum* reduziu a severidades dos sintomas nas parcelas infestadas com o isolado UB 193. A procimidona não surtiu um efeito satisfatório de controle em relação às testemunhas, causando uma redução significativa apenas na dose 0 g/kg de esterco, inclusive na dose 40 g/kg, a média de severidade da testemunha foi significativamente menor do que aquela obtida nas parcelas tratadas pelo método químico.

O efeito de doses de esterco sobre a redução de sintomas foi variável. Nas parcelas onde não foram utilizadas técnicas de controle, a dose 40 g/kg apresentou uma redução significativa dos sintomas. As parcelas inoculadas com *T. harzianum* também apresentaram uma redução na dose de 40 g/kg, ocorrendo o mesmo na dose 160 g/kg. Já naquelas tratadas com o fungicida, os sintomas foram menos acentuados nas doses 0 e 80 g/kg, diferindo dos tratamentos anteriores (**Tabela 8**).

Tabela 8: Severidade (0-5)* da doença por *Sclerotium rolfsii* (UB 193) em feijoeiro sob diferentes doses de esterco bovino e tratamentos de solo.

Tratamento	Doses de esterco			
	0	40	80	160
Testemunha	2,80 a A**	2,28 b B	2,40 a AB	2,41 a AB
<i>Trichoderma</i>	2,41 b A	1,41 c B	2,05 a A	1,40 b B
Procimidona	2,25 b B	2,83 a A	2,33 a B	2,41 a AB

*0 = ausência de sintoma, 1 = micélio no colo, 2 = podridão no colo, 3 = murcha, 4 = tombamento e 5 = planta morta. ** Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas e seguidas pela letra maiúscula nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Em relação à incidência de doença para o isolado UB 193, as diferenças significativas foram detectadas apenas na dose 80g/kg, onde os usos do método biológico e do fungicida mostraram eficiência em reduzir a severidade. Não houve diferenças significativas para o fator doses de esterco (**Tabela 9**).

Tabela 9: Incidência (%) da doença por *Sclerotium rolfsii* (UB 193) em feijoeiro sob doses de esterco bovino e tratamentos de solo.

Tratamento	Doses de esterco			
	0	40	80	160
Testemunha	84,20 a A*	72,45 a A	85,80 a A	68,65 a A
<i>Trichoderma</i>	72,40 a A	67,80 a A	61,00 b A	60,60 a A
Procimidona	73,20 a A	71,59 a A	61,00 b A	70,10 a A

* Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas e seguidas pela letra maiúscula nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Trichoderma harzianum mostrou ser eficiente na redução da severidade dos sintomas causados pelo isolado UB 228, em todos os tratamentos adicionados com esterco, já o fungicida reduziu significativamente, a severidade em relação à testemunha, apenas na dose 40 g/kg. A adição de doses de esterco mostrou efeitos variáveis, dependendo do método de controle aplicado. Entre os tratamentos testemunha a dose 80 g/kg mostrou menor grau de severidade em relação às demais, já nas parcelas tratadas com procimidona a dose 160

mostrou ser a mais eficiente na redução de sintomas. Não foram identificadas diferenças significativas entre as doses de esterco para os tratamentos inoculados com *T. harzianum* (Tabela 10).

Tabela 10: Severidade (0-5)* da doença por *Sclerotium rolfsii* (UB 228) em feijoeiro sob diferentes doses de esterco bovino e tratamentos de solo.

Tratamento	Doses de esterco			
	0	40	80	160
Testemunha	1,78 a B**	3,12 a A	1,34 b B	1,61 a B
<i>Trichoderma</i>	1,58 a A	1,90 b A	1,63 b A	1,55 a A
Procimidona	1,99 a B	1,85 b B	2,34 a A	1,42 a C

*0 = ausência de sintoma, 1 = micélio no colo, 2 = podridão no colo, 3 = murcha, 4 = tombamento e 5 = planta morta. ** Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas e seguidas pela letra maiúscula nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Na dose 40 g/kg de esterco, os tratamentos para controle reduziram a incidência da doença significativamente. Já na dose 80 g/kg o uso do fungicida mostrou ser ineficiente, apresentando uma média de incidência maior do que a dos outros tratamentos. Entre 0 e 160 g/kg as técnicas de controle não diferiram da testemunha ou entre si. A adição de 40 g/kg de esterco causou diferenças apenas na testemunha, onde esta dose causou um aumento de incidência (Tabela 11)

Tabela 11: Incidência (%) da doença por *Sclerotium rolfsii* (UB 193) em feijoeiro sob doses de esterco bovino e tratamentos de solo.

Tratamento	Doses de esterco			
	0	40	80	160
Testemunha	73,00 a B*	98,30 a A	53,75 b B	69,60 a B
<i>Trichoderma</i>	57,00 a A	50,40 b A	73,05 b A	52,65 a A
Procimidona	76,50 a A	65,80 b A	78,55 a A	61,75 a A

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas e seguidas pela letra maiúscula nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

4.3.2 Germinação

As doses de esterco e as técnicas de controle não resultaram em diferenças significativas na germinação de plântulas (**Tabela 12, 13 e 14**).

Tabela 12: Germinação de sementes (%) em solo com esterco bovino *Trichoderma* e procimidona, mas sem *Sclerotium rolfsii*.

Dose de esterco	Técnica de controle		
	Testemunha	<i>Trichoderma</i>	Procimidona
0	85 a*	70 a	90 a
40	85 a	65 a	85 a
80	95 a	95 a	80 a
160	70 a	95 a	75 a
DMS		2,23	
CV(%)		21,83	

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, nas linhas ou colunas, pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Tabela 13: Germinação de sementes (%) em solo infestado com *Sclerotium rolfsii* (UB 193) e com esterco bovino, *Trichoderma* e procimidona.

Dose de esterco	Técnica de controle		
	Testemunha	<i>Trichoderma</i>	Procimidona
0	75 a*	45 a	65 a
40	75 a	65 a	60 a
80	70 a	45 a	60 a
160	70 a	70 a	80 a
DMS		2,59	
CV(%)		32,02	

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, nas linhas ou colunas, pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Tabela 14: Germinação de sementes (%) em solo infestado com *Sclerotium rolfsii* (UB 228) e com esterco bovino, *Trichoderma* e procimidona.

Dose de esterco	Técnica de controle		
	Testemunha	<i>Trichoderma</i>	Procimidona
0	80 a*	85 a	75 a
40	80 a	45 a	75 a
80	90 a	75 a	80 a
160	85 a	75 a	75 a
DMS		2,54	
CV(%)		26,74	

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, nas linhas ou colunas, pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

4.3.3 Altura de plantas

Nos tratamentos livres de *S. rolfsii* e naqueles inoculados (UB 228), as diferentes doses de esterco e os métodos de controle de doenças, não surtiram diferenças significativas na altura das plantas. Nas parcelas inoculadas com o isolado UB 193, apenas o tratamento, sem adição de esterco ou uso de métodos de controle, demonstrou ser inferior de forma significativa aos demais (**Tabelas 15, 16 e 17**).

Tabela 15: Altura (cm) de plantas em solo com esterco bovino *Trichoderma* e procimidona, mas sem *Sclerotium rolfsii*.

Dose de esterco	Técnica de controle		
	Testemunha	<i>Trichoderma</i>	Procimidona
0	19,24 a*	18,29 a	17,82 a
40	19,07 a	18,06 a	18,88 a
80	19,45 a	19,68 a	20,22 a
160	18,48 a	20,65 a	17,97 a
DMS		3,80	
CV(%)		8,07	

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, nas linhas ou colunas, pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Tabela 16: Altura (cm) de plantas em solo com *Sclerotium rolfsii* (UB 193) e com esterco bovino, *Trichoderma* e procimidona.

Dose de esterco	Técnica de controle		
	Testemunha	<i>Trichoderma</i>	Procimidona
0	12,18 b*	17,12 ab	14,20 ab
40	17,75 ab	15,83 ab	17,29 ab
80	16,66 ab	16,15 ab	14,20 ab
160	19,87 a	16,66 ab	19,19 ab
DMS		7,41	
CV(%)		18,28	

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, nas linhas ou colunas, pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Tabela 17: Altura (cm) de plantas em solo com *Sclerotium rolfsii* (UB 228) e com esterco bovino, *Trichoderma* e procimidona.

Técnica de controle			
Dose de esterco	Testemunha	<i>Trichoderma</i>	Procimidone
0	16,27 a*	15,92 a	16,41 a
40	16,06 a	16,87 a	14,02 a
80	18,70 a	17,86 a	16,91 a
160	19,73 a	18,00 a	17,76 a
DMS		8,85	
CV(%)		20,92	

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, nas linhas ou colunas, pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Ao comparar as testemunhas com os tratamentos inoculados com o isolado UB 193, pode-se observar que a testemunha foi significativamente superior apenas na dose 160 g/kg, tratada pelo método biológico e na dose 80 g/kg tratada com o fungicida (**Tabela 18**).

Tabela 18: Altura (cm) de plantas em solo com *Sclerotium rolfsii* (UB 193) e com esterco bovino, *Trichoderma* e procimidona.

Sem Métodos de Controle		
Dose de esterco	Testemunha	193
0	19,24 a*	12,18 a
40	19,07 a	17,75 a
80	19,45 a	17,66 a
160	18,48 a	19,87 a
DMS 8,03		CV (%) 18,98
<i>Trichoderma</i>		
0	18,29 abc	17,12 abc
40	18,06 abc	15,83 c
80	19,68 ab	16,15 bc
160	20,65 a	15,67 c
DMS 3,68		CV (%) 8,77
Procimidone		
0	17,82 ab	14,20 b
40	18,88 a	17,29 ab
80	20,22 a	14,20 b
160	17,97 ab	19,19 a
DMS 4,17		CV (%) 10,07

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, nas linhas ou colunas, pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Não foram detectadas diferenças significativas na comparação entre as testemunhas e os tratamentos com a presença do isolado UB 228 (**Tabela 19**).

Tabela 19: Altura (cm) de plantas em solo com *Sclerotium rolfsii* (UB 228) e com esterco bovino, *Trichoderma* e procimidona.

Sem Métodos de Controle		
Dose de esterco	Testemunha	228
0	19,24 a*	16,27 a
40	19,07 a	16,06 a
80	19,45 a	18,70 a
160	18,48 a	19,73 a
DMS 5,80		CV (%) 13,32
<i>Trichoderma</i>		
0	18,29 ab	15,92 b
40	18,06 ab	16,87 ab
80	19,68 ab	17,86 ab
160	20,65 a	18,00 ab
DMS 4,63		CV (%) 10,76
Procimidone		
0	17,82 a	16,41 a
40	18,88 a	14,02 a
80	20,22 a	16,91 a
160	17,97 a	17,76 a
DMS 8,98		CV(%) 21,63

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, nas linhas ou colunas, pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

4.3.4. Massa de grãos

A adição esterco ao solo conferiu aumento de produtividade em todos os tratamentos, já a utilização de métodos de controle de doenças conferiu resultados diversos, dependendo da presença de *S. rolfsii* e do isolado do patógeno.

Na ausência de *S. rolfsii* não foram detectadas diferenças estatisticamente significantes entre os métodos de controle a 5% de probabilidade (**Tabela 20**).

Tabela 20: Massa grãos (g), por vaso, em solo com esterco bovino *Trichoderma* e procimidona, mas sem *Sclerotium rolfsii*.

Dose de esterco	Técnica de controle		
	Testemunha	<i>Trichoderma</i>	Procimidone
0	0 d*	0 d	0 d
40	3,31 c	2,95 c	2,61 c
80	5,56 b	5,34 b	5,64 b
160	7,81 a	8,02 a	6,97 a
CV(%)	34,89		

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, nas linhas ou colunas, pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

A diferença também não foi detectada ao analisar os resultados de cada dose de esterco separadamente (**Figura 6**).

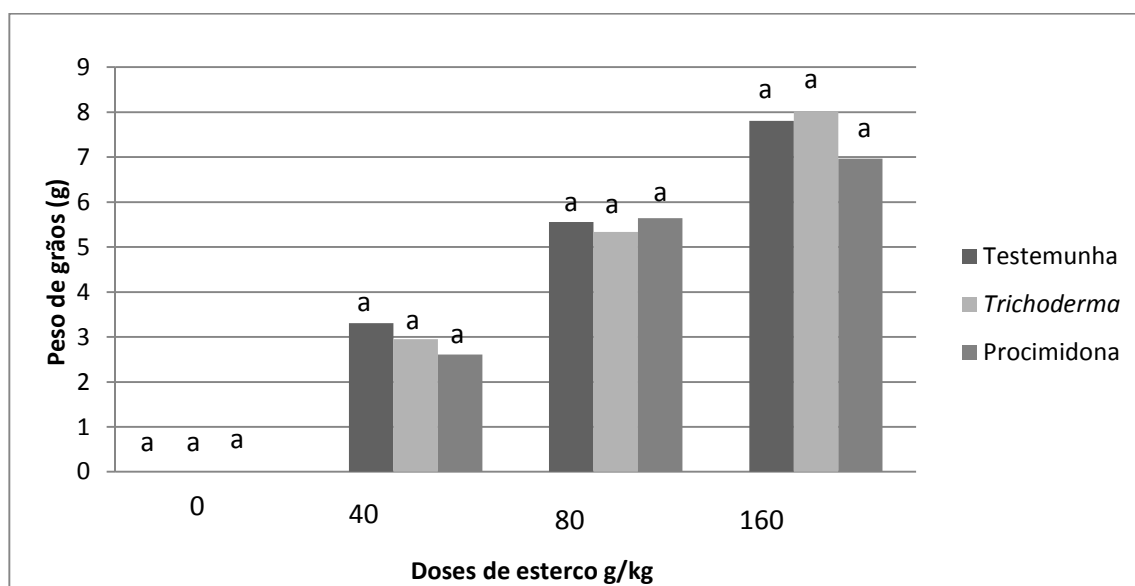


Figura 6: Comparação da produção da massa de grãos (g) entre diferentes métodos de controle de doenças em tratamentos livres de *S. rolfsii*. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

O aumento de doses de esterco resultou em incrementos na produção com uma tendência quadrática significativa (**Figura 7**).

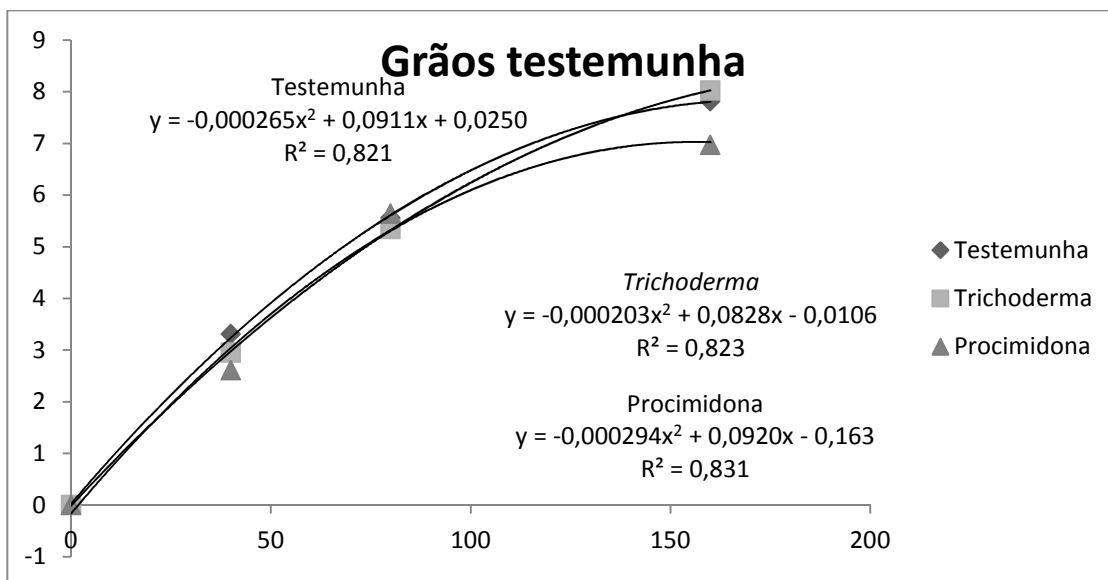


Figura 7: Massa de grãos (g) de *Phaseolus vulgaris* em função de doses (0 a 160 g/kg) de esterco bovino incorporado ao solo nos tratamentos sem *S. rolfisii*.

Em solo com *S. rolfisii* (UB 193), a aplicação de *T. harzianum* resultou no aumento da massa de grãos em todas as doses de adubação, com exceção da dose 0 que resultou na ausência da produção de grãos em todos os tratamentos. O uso do fungicida procimidona não demonstrou potencial em aumentar a produtividade do feijão quando comparado com os tratamentos testemunha (**Tabela 21**).

Tabela 21: Massa (g) de grãos, por vaso, em solo com *Sclerotium rolfisii* (UB 193) e com esterco bovino, *Trichoderma* e procimidona.

Dose de esterco	Técnica de controle		
	Testemunha	<i>Trichoderma</i>	Procimidona
0	0 c*	0 c	0 c
40	1,74 d	3,71 c	1,26 d
80	3,53 c	5,14 b	2,90 c
160	4,44 b	6,61 a	4,05 b
CV(%)		33.93	

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, nas linhas ou colunas, pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Em comparação aos tratamentos testemunha, o isolado UB 193 causou reduções significativas na produção de grãos, que variaram de 36,51 a 47,27%, nas doses 40, 80 e 160. Nos tratamentos inoculados com *T. harzianum* a queda de produtividade foi menor, inclusive na dose de 40 g/kg de esterco, a massa obtida dos tratamentos infectados foi 25,75% maior do

que dos tratamentos testemunha. O uso de procimidone não reduziu as perdas causadas pela ação do patógeno, portanto a queda de produção de grãos foi acentuada quando comparada a produção dos tratamentos onde a doença estava ausente (**Tabela 22**).

Tabela 22: Massa (g) de grãos, por vaso, em solo com *Sclerotium rolfsii* (UB 193) e com esterco bovino, *Trichoderma* e procimidona e perda de massa (%).

Sem Métodos de Controle			
Dose de esterco	Testemunha	193	Perda de Massa
0	0 c*	0 c	0%
40	3,3 b	1,74 c	47,27%
80	5,56 b	3,53 b	36,51%
160	7,81 a	4,44 b	43,14%
CV (%)		38,22	
<i>Trichoderma</i>			
Dose de esterco	Testemunha	193	Perda de Massa
0	0 d	0 d	0%
40	2,95 c	3,71 b	-25,76%
80	5,34 b	5,14 b	3,74%
160	8,05 a	6,61 a	17,88%
CV (%)		32,24	
Procimidona			
Dose de esterco	Testemunha	193	Perda de Massa
0	0 d	0 d	0%
40	2,61 c	1,26 d	51,7%
80	5,64 a	2,90 c	48,5%
160	6,97 a	4,05 b	41,89%
CV (%)		36,07	

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, nas linhas ou colunas, pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Os tratamentos de controle de doenças não apresentaram incrementos significativos na massa de grãos dos tratamentos inoculados com o isolado UB 228. A produção máxima foi obtida com 160 g/kg de esterco e com *T. harzianum*, entretanto o ganho de massa de grãos em parcelas tratadas com o agente de controle biológico não apresentou aumento significativo em outras doses (**Tabela 23**).

Tabela 23: Massa (g) de grãos, por vaso, em solo com *Sclerotium rolfsii* (UB 228) e com esterco bovino, *Trichoderma* e procimidona.

Técnica de controle			
Dose de esterco	Testemunha	<i>Trichoderma</i>	Procimidona
0	0 d*	0 d	0 d
40	2,75 c	2,32 c	3,15 c
80	6,75 b	4,83 b	5,09 b
160	6,94 b	10,47 a	7,46 b
CV(%)		40,92	

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, nas linhas ou colunas, pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

A inoculação do isolado UB 228 não resultou na queda de produção de grãos, inclusive em alguns níveis de adubação os tratamentos inoculados tiveram uma produção maior de massa do que nas testemunhas sem patógeno (**Tabela 24**).

Tabela 24: Massa (g) de parte aérea, por vaso, em solo com *Sclerotium rolfsii* (UB 228) e com esterco bovino, *Trichoderma* e procimidona.

Sem Métodos de Controle		
Dose de esterco	Testemunha	228
0	0 c*	0 c
40	3,3 b	2,75 b
80	5,56 b	6,75 b
160	7,81 a	6,94 a
CV (%)		48,05
<i>Trichoderma</i>		
Dose de esterco	Testemunha	228
0	0 e	0 e
40	2,9 d	3,23 d
80	5,34 c	4,83 c
160	8,05 b	10,47 a
CV (%)		33,63
Procimidona		
Dose de esterco	Testemunha	228
0	0 d	0 d
40	2,61 c	3,31 c
80	5,64 b	5,09 b
160	6,97 a	7,46 a
CV(%)		34,45

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, nas linhas ou colunas, pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

4.3.5. Massa de parte aérea

Nos tratamentos livres de *S. rolfsii* as doses 80 e 160 g/kg resultaram em ganhos estatisticamente significativos massa de parte aérea a 5% de probabilidade, entretanto a dose 40 g/kg não diferiu significativamente da dose 0 g/kg (**Tabela 25**).

Tabela 25: Massa de parte aérea (g), por vaso, em solo com esterco bovino *Trichoderma* e procimidona, mas sem *Sclerotium rolfsii*.

Dose de esterco	Técnica de controle		
	Testemunha	<i>Trichoderma</i>	Procimidona
0	7,31 b*	6,25 b	3,71 b
40	6,67 b	5,54 b	7,81 b
80	12,56 a	10,94 a	9,93 a
160	9,96 a	14,41 a	10,56 a
CV(%)		27,27	

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, nas linhas ou colunas, pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

O incremento de doses de esterco, assim como as diferentes técnicas de controle de doenças, não aumentou a massa de parte aérea dos tratamentos inoculados com o isolado UB 193, de forma significante (**Tabela 26**).

Tabela 26: Massa (g) de parte aérea, por vaso, em solo com *Sclerotium rolfsii* (UB 193) e com esterco bovino, *Trichoderma* e procimidona.

Dose de esterco	Técnica de controle		
	Testemunha	<i>Trichoderma</i>	Procimidona
0	2,63 a*	4,7 a	2,95 a
40	4,64 a	3,78 a	2,61 a
80	3,64 a	4,58 a	4,90 a
160	6,10 a	5,42 a	4,84 a
CV(%)		37,96	

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, nas linhas ou colunas, pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Esse isolado do patógeno reduziu a massa de parte aérea em relação às testemunha, em todos os níveis de adubação e sob todos os tratamentos de controle de doenças, com exceção dos níveis 0 e 40 g/kg de esterco no tratamento com *T. harzianum*, onde não houveram diferenças significativas (**Tabela 27**).

Tabela 27: Massa (g) de parte aérea, por vaso, em solo com *Sclerotium rolfsii* (UB 193) e com esterco bovino, *Trichoderma* e procimidona.

Sem Métodos de Controle		
Dose de esterco	Testemunha	193
0	7,31 b*	2,63 c
40	6,17 b	4,64 c
80	12,56 a	3,64 c
160	9,96 a	6,10 b
CV (%)	30,87	
<i>Trichoderma</i>		
Dose de esterco	Testemunha	193
0	6,25 c	4,70 c
40	5,54 c	3,78 c
80	10,94 b	4,58 c
160	14,41 a	5,42 c
CV (%)	29,52	
Procimidona		
Dose de esterco	Testemunha	193
0	3,71 b	2,95 b
40	7,81 a	2,61 b
80	9,93 a	4,90 b
160	10,56 a	4,84 b
CV (%)	33,29	

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, nas linhas ou colunas, pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Nos tratamentos inoculados com o isolado 228 o incremento de esterco resultou em maiores massas de parte aérea, entretanto, o uso de métodos de controle de doenças mostrou efeitos variáveis entre as doses de esterco (**Tabela 28**).

Tabela 28: Massa (g) de parte aérea, por vaso, em solo com *Sclerotium rolfsii* (UB 228) e com esterco bovino, *Trichoderma* e procimidona.

Técnica de controle			
Dose de esterco	Testemunha	<i>Trichoderma</i>	Procimidona
0	6,24 c*	3,07 d	4,02 d
40	4,36 d	4,93 d	3,15 d
80	8,58 b	6,45 c	5,71 c
160	11,6 a	10,18 a	6,38 c
CV(%)	22,05		

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, nas linhas ou colunas, pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Comparando com os tratamentos testemunha, o isolado UB 228 reduziu a massa de parte aérea na dose 80 g/kg na ausência de controle de doenças e naquelas com o controle

biológico. Nos tratamentos onde o fungicida foi aplicado as doses 40 a 160 g/kg apresentaram redução significativa para este fator (**Tabela 29**).

Tabela 29: Massa (g) de parte aérea, por vaso, em solo com *Sclerotium rolfsii* (UB 228) e com esterco bovino, *Trichoderma* e procimidona.

Sem Métodos de Controle		
Dose de esterco	Testemunha	228
0	7,31 b*	6,24 b
40	6,17 b	4,36 b
80	12,56 a	8,58 b
160	9,96 a	11,6 a
CV (%)	22,20	
<i>Trichoderma</i>		
Dose de esterco	Testemunha	228
0	6,25 c	3,07 c
40	5,54 c	4,93 c
80	10,94 b	6,45 c
160	14,41 a	10,18 a
CV (%)	24,02	
Procimidona		
Dose de esterco	Testemunha	228
0	3,17 b	4,02 b
40	7,81 a	5,3 b
80	9,93 a	5,71 b
160	10,56 a	6,38 b
CV (%)	33,40	

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, nas linhas ou colunas, pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

4.3.6. Massa de raízes

Nos tratamentos com ausência de *S. rolfsii* não foram detectadas diferenças significativas nas massas de raízes entre as doses de adubação ou entre tratamentos de controle de doenças (**Tabela 30**).

Tabela 30: Massa (g) de raízes, por vaso, em solo com esterco bovino *Trichoderma* e procimidona, mas sem *Sclerotium rolfii*.

Técnica de controle			
Dose de esterco	Testemunha	<i>Trichoderma</i>	Procimidona
0	2,02 a*	2,12 a	1,66 a
40	2,53 a	1,6 a	2,43 a
80	3,27 a	2,38 a	2,38 a
160	2,77 a	3,48 a	2,85 a
CV(%)		38,35	

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, nas linhas ou colunas, pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Nos tratamentos inoculados com o isolado UB 193, houve diferenças significativas entre os tratamentos submetidos à dose 0 g/kg e os demais, porém não foram detectadas diferenças significativas entre os tratamentos de controle de doenças (**Tabela 31**).

Tabela 31: Massa (g) de raízes, por vaso, em solo com *Sclerotium rolfii* (UB 193) e com esterco bovino, *Trichoderma* e procimidona.

Técnica de controle			
Dose de esterco	Testemunha	<i>Trichoderma</i>	Procimidona
0	0,53 b*	0,94 b	0,43 b
40	1,85 a	1,52 a	1,20 a
80	1,47 a	1,78 a	2,18 a
160	1,64 a	1,60 a	1,41 a
CV(%)		40,95	

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, nas linhas ou colunas, pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

De modo geral, o isolado UB 193 reduziu a produção de raízes nos feijoeiros. Na ausência de métodos de controle, ocorreram diferenças significativas entre as testemunhas sem *S. rolfii* e os tratamentos inoculados com o isolado UB 193, a partir da dose 40 g/kg de esterco. Comparando as parcelas tratadas com *T. harzianum* houve diferença significativa apenas na dose máxima de esterco com maior produção de raízes na testemunha. Já nas parcelas tratadas com procimidone, não foram observadas diferenças nas doses 0 e 80 g/kg (**Tabela 32**).

Tabela 32: Massa (g) de raízes, por vaso, em solo com *Sclerotium rolfsii* (UB 193) e com esterco bovino, *Trichoderma* e procimidona.

Sem Métodos de Controle		
Dose de esterco	Testemunha	193
0	2,05 b*	0,53 b
40	2,53 a	1,85 b
80	3,27 a	1,47 b
160	2,77 a	1,64 b
CV (%)	42,41	
<i>Trichoderma</i>		
Dose de esterco	Testemunha	193
0	2,12 b	0,94 b
40	1,6 b	1,52 b
80	2,38 b	1,78 b
160	3,48 a	1,60 b
CV (%)	34,26	
Procimidona		
Dose de esterco	Testemunha	193
0	1,66 b	0,43 b
40	2,43 a	1,20 b
80	2,38 a	2,18 a
160	2,85 a	1,41 b
CV (%)	45,96	

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, nas linhas ou colunas, pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Os tratamentos inoculados com o isolado UB 228 apresentaram diferenças significativas nas doses 80 e 160 g/kg nos tratamentos sem utilização de métodos de controle de doenças e na dose 80 g/kg nas parcelas submetidas ao tratamento com *T.harzianum*. Os tratamentos com procimidone não apresentaram ganhos significativos de massa com os incrementos da adubação (**Tabela 33**).

Tabela 33: Massa (g) de raízes, por vaso, em solo com *Sclerotium rolfsii* (UB 228) e com esterco bovino, *Trichoderma* e procimidona.

Técnica de controle			
Dose de esterco	Testemunha	<i>Trichoderma</i>	Procimidona
0	1,50 b*	1,05 b	0,96 b
40	0,95 b	1,51 b	1,51 b
80	2,67 a	2,74 a	1,47 b
160	2,09 a	1,81 b	1,21 b
CV(%)	44,47%		

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, nas linhas ou colunas, pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

A discrepância de resultados das massas de raízes pode estar relacionada à colheita das plantas ter sido realizada no fim do ciclo produtivo, quando as mesmas estavam em

senescência. Comparando as massas obtidas nos tratamentos inoculados com esse isolado e as testemunhas, não ocorreram diferenças significativas nos tratamentos sem controle de doenças. Nos tratamentos submetidos ao controle biológico, houve um resultado significativamente superior por parte da testemunha, apenas na dose 160 g/kg. Nos tratamentos onde foi usado o fungicida, existiram diferenças nas doses 40, 80 e 160 g/kg (**Tabela 34**).

Tabela 34: Massa (g) de raízes, por vaso, em solo com *Sclerotium rolfsii* (UB 228) e com esterco bovino, *Trichoderma* e procimidona.

Sem Métodos de Controle		
Dose de esterco	Testemunha	228
0	2,05 a*	1,50 a
40	2,53 a	0,95 a
80	3,27 a	2,67 a
160	2,77 a	2,09 a
CV (%)	40,63	
<i>Trichoderma</i>		
Dose de esterco	Testemunha	228
0	2,12 b	1,05 b
40	1,60 b	1,51 b
80	2,38 a	2,74 a
160	3,48 a	1,81 b
CV (%)	40,56	
Procimidona		
Dose de esterco	Testemunha	228
0	1,66 b	0,96 b
40	2,43 a	1,51 b
80	2,38 a	1,47 b
160	2,85 a	1,21 b
CV (%)	47,44	

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, nas linhas ou colunas, pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

4.4. DISCUSSÃO

4.4.1. Severidade de sintomas e incidência de doença

A utilização de *T. harzianum* conferiu a redução da severidade dos sintomas, entretanto, não houve reduções significativas na incidência de *S. rolfsii* em nenhum dos tratamentos. Esses resultados diferem daqueles obtidos por de Ávila et al. (2005) que obtiveram entre 75 e 100% de redução da incidência de *S. rolfsii* no feijoeiro, em tratamentos inoculados com *T. harzianum*, utilizando arroz parboilizado como meio de inóculo no solo. Ao aplicar 8 kg de arroz inoculado com *T. harzianum* na cultura do tomateiro, Reyes et al. (2002) diminuíram a incidência de *S. rolfsii* em campo, de 18% para 0%. Resultados positivos dos métodos de controle tanto para a redução de sintomas como de incidência, foram obtidos por Gomes (2012), com a redução de 49,9% para 23,3% e 42,3% na incidência de *S. rolfsii* em parcelas de cebola tratadas respectivamente com *T. harzianum* e procimidona, aplicados via bomba costal.

A adição de esterco mostrou resultados variáveis na redução da severidade dos sintomas para os dois isolados testados, dependendo do isolado do patógeno e do método de controle de doenças utilizado. Não houve redução da incidência de doenças pela adição de esterco ao solo. Hadar & Gorodecki (1990) observaram que a eficiência da adição de resíduos orgânicos ao solo para inibir a germinação de escleródios de *S. rolfsii*, está relacionada a microrganismos antagonistas presentes no substrato, que colonizam os escleródios durante o processo de germinação. Loffredo et al. (2008) estudaram a ação de 4 ácidos húmicos sobre o desenvolvimento de *Sclerotinia sclerotiorum*, *T. harzianum* e *Trichoderma viride*, concluindo que apesar de causarem um aumento de até 400% na produção de escleródios, essas substâncias causam a inibição do desenvolvimento micelial do patógeno e um efeito positivo na produção de micélios dos organismos antagonistas. Chung et al. (1988) afirmam que o efeito de substratos sobre as populações de microrganismos necrotróficos, está relacionado aos níveis de celulose e nutrientes presentes nos compostos. Substratos ricos em celulose, por exemplo, podem comprometer o efeito antagônico de *Trichoderma* spp. pelo fato dos microrganismos dispenderem mais esforços para a degradação da matéria orgânica, do que para a produção de quitinases responsáveis pela degradação de propágulos dos patógenos.

4.4.2 Germinação

Os resultados estão de acordo com aqueles obtidos por Okoth et al. (2011), que também não observaram aumento na germinação de plântulas, ao inocular sementes de feijoeiro comum com um substrato à base de vermiculita e farelo de trigo contendo *T. harzianum*, em solos adubados ou não com 10 toneladas de esterco bovino por hectare. Entretanto, no mesmo trabalho foi detectado um aumento significativo na germinação de plântulas de milho, provenientes de sementes inoculadas pelo mesmo método. Ao testar a capacidade de 15 estirpes de *Trichoderma* spp. em promover melhorias fisiológicas no feijoeiro, através da aplicação de suspensões de conídios ao solo, Barakat et al. (2006), registraram o aumento da germinação de plântulas em relação à testemunha em 10 dos isolados testados. Howell (2002) afirma que *Trichoderma virens* permite maior vigor e germinação de sementes de algodão, pela degradação de exsudados liberados na germinação que ativam propágulos de patógenos do solo, além de induzir a síntese de terpenóides em plantas adultas.

4.4.3. Altura de plantas

Ao que se refere à adubação com esterco bovino, os dados aqui obtidos estão de acordo com os de Mata et al. (2010), que não observaram diferenças significativas na altura de milho híbrido ao aplicar doses de 0 a 60 ton/ha de esterco bovino.

Resende et al (2004), também não obtiveram incrementos significativos na altura de plantas de milho inoculadas com *T. harzianum* e com os fungicidas Captan® e Maxim®. Por outro lado, Wagatsuma et al. (2011) obtiveram resultados positivos em plantas de milho cultivadas em casa de vegetação, cujas sementes foram inoculadas com *T. harzianum* e na combinação deste agente com *Azospirillum brasilense*. Yaqub & Shahzad (2008), concluíram que a peletização de sementes de *Vigna mungo* e girassol com uma suspensão de $8,90 \times 10^8$ conídios de *T. harzianum*, em uma solução a 10% de sacarose, resultaram em plantas maiores cultivadas tanto em solos infestados com *S. rolfisii* como na ausência deste patógeno.

4.4.4. Massa de grãos

O uso de *T. harzianum* mitigou a redução de produtividade causada pelo isolado UB 193, o que está positivamente relacionado à capacidade de controle desse isolado. Hermosa et al. (2012), afirmam que alguns isolados de *Trichoderma* spp. tem a capacidade de interagir com as raízes das plantas, promovendo o crescimento vegetativo, a resistência a doenças e a tolerância a estresses abióticos, resultando em plantas mais saudáveis e produtivas. Segundo Vargas (2009), a interação entre esses fungos e as raízes das plantas é regulada por mecanismos moleculares específicos que governam a interação simbiótica. Fatores como a produção de polissacarídeos pelas raízes estão relacionados à expressão de genes em *Trichoderma* spp., responsáveis pela ativação de mecanismos de defesa contra patógenos e da produção de substâncias relacionadas ao crescimento de plantas. Neste trabalho, não foram observados ganhos de produtividade nos tratamentos inoculados com *T. harzianum*, nas parcelas livres de *S.rolfsii*, portanto, o método de aplicação do agente de controle biológico ao solo, pareceu não conferir benefícios fisiológicos ao feijoeiro.

Resultados positivos com o uso de *T. harzianum* na produção de grãos do feijoeiro também foram observados na África do Sul por Yobo et al. (2011), em solo contaminado com *Rhizoctonia solanii*, onde a inoculação de uma cepa do agente biológico às sementes de feijão, resultou num ganho de 16,65% de produtividade em relação a tratamentos não inoculados. Já, Lobo Júnior et al. (2009), obtiveram aumentos significativos na produção do feijoeiro cultivar Pérola, ao aplicar isolados de *Trichoderma* spp. via barra de pulverização em solos infestados com *Sclerotinia sclerotiorum*.

Santos et al. (2002), também observaram um comportamento quadrático no aumento da produtividade de feijão-vagem (*P. vulgaris*) com a aplicação de doses crescentes de esterco bovino, porém, a dose ideal foi identificada em 24 ton/ha. Em solos pobres, como aqueles utilizados neste experimento, há a necessidade de adição de doses acima de 60kg de nitrogênio e de fósforo para a obtenção de uma produtividade satisfatória (Barbosa Filho et al. 2003). A matéria orgânica é capaz de liberar nitrogênio de maneira gradual sem, no entanto, interferir no processo de nodulação de bactérias do gênero *Rhizobium*, responsáveis pela fixação deste nutriente (Straliotto et al., 2003), portanto a aplicação de esterco bovino ao solo é uma prática recomendável para o cultivo do feijoeiro.

4.4.5. Massa de parte aérea

Os resultados obtidos em relação ao isolado UB 193 estão de acordo com aqueles observados por Pacheco (2012), nos quais a adição de *T. harzianum* ao solo contaminado com *S. rolfsii* não resultou no incremento de massa aérea do feijoeiro.

O ganho de massa de parte aérea a partir da dose 80 g/kg de esterco, pode estar relacionado à adição de nutrientes presentes no composto, assim como à melhoria das características físicas do solo.

4.4.6. Massa de raízes

O aumento da massa de raízes nos tratamentos com esterco, em comparação com os tratamentos sem o fertilizante, ocorreu provavelmente, pelo fornecimento de nutrientes e pela melhoria de características físico-químicas do solo.

As doses crescentes de esterco não resultaram em ganhos proporcionais da massa de raízes, diferindo dos resultados obtidos por Hassan et al. (2012), que observaram um aumento significativo da massa de raízes e de parte aérea em feijoeiros adubados com esterco de frango e inoculados com cepas de *Bacillus megatherion* e *Azospirillum brasiliense*. Da mesma forma, Maerere et al (2001) conseguiram incrementos significativos na massa de raízes de amaranto (*Amaranthus cruentus*) pela adição de esterco bovino, caprino e de frango.

4.5. CONCLUSÕES

A adição de doses crescentes de esterco ao solo foi benéfica em relação à produção de grãos e de massa de parte aérea do feijoeiro.

A aplicação do isolado 1306 de *T. harzianum* mostrou ser eficiente na redução da severidade dos sintomas causados pelo isolado UB 193 de *S. rolfsii*, assim como, na mitigação de perdas de produção em plantas atacadas por este isolado.

O uso de *T. harzianum* não apresentou resultados superiores nos tratamentos livres de *S. rolfsii*, constatando a ausência de ganhos de produção por melhorias fisiológicas no feijoeiro.

O isolado UB 228 de *S. rolfsii* não reduziu a produtividade de grãos do feijoeiro.



Figura 8: Aspecto geral do experimento com feijoeiro-comum durante a floração



Figura 9: Raízes de feijoeiro apresentando hifas de *S. rolfsii*



Figura 10: Micélio de *S. rolfii* parasitando o colo de feijoeiro comum



Figura 11: Produção de escleródios no inóculo adicionado à superfície do solo

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, A. U. et al. **Lima beans production and economic revenue as function of organic and mineral fertilization.** Horticultura Brasileira, v. 26, p. 251-254, 2008.

BARBOSA FILHO, M. P.; FAGÉRIA, N. K.; SILVA, O. F. **Cultivo do feijoeiro comum: calagem e adubação.** Sistemas de Produção, Embrapa Arroz e Feijão, versão eletrônica, 2003. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao/CultivodoFeijoeiro/adubacao.htm>. Acesso em 29 de abril de 2013.

CHUNG, Y. R.; HOITINK, H. A. H.; LIPPS, P. E. **Interactions between organic-matter decomposition level and soilborne disease severity.** Agriculture, Ecosystems and Environment, v. 24, p. 183-193, 1988.

FALCÃO, F. J. et al. **Estabelecimento de metodologia para contaminação do solo com propágulo dos fungos *Sclerotinia sclerotiorum* e *Sclerotium rolfsii*, e expressão de doença em soja.** Brasília: Embrapa, Comunicado Técnico 135, 2005. 9 p.

GOMES, T. S. **Controle de podridão por *Sclerotium rolfsii* em alho e (*Allium sativum* L.) e cebola (*Allium cepa* L.) por *Trichoderma*.** 2012. 67p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília. 2012.

HA, T. N. **Using *Trichoderma* species for biological control of plant pathogens in Vietnam.** Journal of ISAAS, v. 16, n. 1, p. 17-21, 2010.

HERMOSA, R. et al. **Plant beneficial effects of *Trichoderma* and of its genes.** Microbiology, v.158, p. 17-25, 2012.

HOWEL, C. R. **Cotton seedling preemergence damping-off incited by *Rhizopus oryzae* and *Pythium* spp. and its biological control with *Trichoderma harzianum*.** Phytopathology, v. 92, n. 2, p. 177-180, 2002.

LOBO JÚNIOR, M.; GERALDINE, A. M.; CARVALHO, D. D. C. **Controle biológico de patógenos habitantes do solo com *Trichoderma* spp., na cultura do feijoeiro comum.** Santo Antônio de Goiás: Embrapa, Circular Técnica 85, 2009. 4 p.

LOFFREDO E; BERLOCO, M. SENESI, N. **The role of humic fractions from soil and compost in controlling the growth in vitro of phytopathogenic and antagonistic soil-borne fungi.** *Ecotoxicology and Environmental Safety*, v. 69, p. 350-357, 2008.

MAERERE, A. P.; KIMBI, G. G.; NONGA, D. L. M. **Comparative effectiveness of animal manure on soil chemical properties, yield and root growth of amaranthus (*Amaranthus cruentus* L.).** *African Journal of Science and Technology*, v. 1, p. 14-21, 2001.

MATA, J. F.; SILVA J. C.; RIBEIRO, J. F.; AFFÉRI, F. S.; VIEIRA, L. M. **Produção de milho híbrido sob doses de esterco bovino.** *Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia*, v. 3, n. 3, p. 125-134, 2010.

NEDERHOFF, E. **Biological control of root diseases – specially with *Trichoderma*.** *The Grower*, v. 56, n. 5, p. 24-25, 2001.

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, p. 65-71, 2011.

PACHECO, K. R. **Avaliação de *Trichoderma* e de fosfito no controle de *Sclerotium rolfsii* agente da murcha-de-esclerócio em feijoeiro.** 2012. 88 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília. 2012.

PAL, K. K; GARDENER, B. S.; **Biological control of plant pathogens.** *The plant Health Instructor*, p. 2-25, 2006.

PARSONS, D. et al. **Managing maize production in shifting cultivation *milpa* systems in Yucatán, through weed control and manure application.** Agriculture, Ecosystems and Environment, v. 133, p. 123-134, 2009.

PAULA JÚNIOR, T. J.; ZAMBOLIM, L. Doenças. In: VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T. J.; BORÉM, A. **Feijão.**: 2ª ed. Atual. Viçosa, UFV, 2006. p. 359-414.

PFENNING, L. H.; ABREU, L. M. Saprophytic and plant pathogenic soil fungi. In: MOREIRA, M. S.; HUISING, E. J.; BIGNELL, D. E. **Tropical soil biology- sampling & characterization of below ground biodiversity.** Earthscan, p. 149-173, 2008.

SANTOS, M. G. et al. **Características e rendimento de vagem do feijão-vagem em função de fontes e doses de matéria orgânica.** Horticultura Brasileira, Brasília, v. 19, n.1 p. 30-35, 2002.

SILVA, F. A. S. **Assistat versão 7.6 beta.** Campina Grande, DEAG-CTRN-UFCG, 2012.

STRALIOTTO, R.; TEIXEIRA, M. G.; MERCANTE, F. M. **Cultivo do feijoeiro comum: Fixação Biológica do Nitrogênio.** Sistemas de Produção, Embrapa Arroz e Feijão, Versão Eletrônica, 2003. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao/CultivodoFeijoeiro/fbnitrogenio.htm>. Acesso em 29 de abril de 2013.

VARGAS, W. A.; MANDAWA, J. C.; KENERLEY, C. M. **Plant derived sucrose is a key element in the symbiotic association between *Trichoderma virens* and maize plants.** Plant Physiology, v. 151, p. 792-808, 2009.

YAQUB, F.; SHAZHAD, S. **Competitive colonization of wheat straw by *Trichoderma* species and *Sclerotium rolfsii*.** Pakistan Journal of Botany, v. 42, n. 3, 1983-1989, 2010.

YOBO, K. S.; LAING, M. D.; HUNTER, C. H. **Effects of single and combined inoculations of selected *Trichoderma* and *Bacillus* isolates on growth of dry bean and biological control of *Rhizoctonia solani* damping-off.** African Journal of Biotechnology, v. 10, n. 44, p. 8746-8756, 2011.