

UFRRJ

**INSTITUTO DE AGRONOMIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
AGRICULTURA ORGÂNICA**

DISSERTAÇÃO

**Cultivo orgânico do feijoeiro pelo sistema de plantio direto
utilizando milho e crotalária como cobertura morta**

Luiz Cláudio Pereira

2014



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE AGRONOMIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA ORGÂNICA**

**Cultivo orgânico do feijoeiro pelo sistema de plantio
direto utilizando milho e crotalária como cobertura morta**

LUIZ CLÁUDIO PEREIRA

Sob a Orientação do Professor
João Sebastião de Paula Araújo

Dissertação submetida como
requisito parcial para obtenção do
grau de **Mestre em Ciências**, no
Curso de Pós-Graduação em
Agricultura Orgânica

Seropédica, RJ
Setembro de 2014

635.652

P436c

T Pereira, Luiz Cláudio, 1985-

Cultivo orgânico do feijoeiro pelo sistema de plantio direto utilizando milho e crotalaria como cobertura morta / Luiz Cláudio Pereira - 2014.

60 f.: il.

Orientador: João Sebastião de Paula Araújo.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Curso de Pós-Graduação em Agricultura Orgânica.

Bibliografia: f. 43-50.

1. Feijão-comum - Cultivo - Teses. 2. Trichoderma - Teses. 3. Palha - Utilização na agricultura - Teses. 4. Agricultura orgânica - Teses. I. Araújo, João Sebastião de Paula, 1969-. II. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Curso de Pós-Graduação em Agricultura Orgânica. III. Título.

LUIZ CLÁUDIO PEREIRA

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Agricultura Orgânica**, no Curso de Pós-Graduação em Agricultura Orgânica.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM: 25/10/2014

DSc. João Sebastião de Paula Araújo
UFRRJ
(Orientador)

DSc. Raul de Lucena Duarte Ribeiro
UFRRJ

DSc. David Vilas Boas de Campos
EMBRAPA SOLOS

Agradecimentos

A Deus, pela vida e por todas as experiências que me fazem crescer e evoluir.

Aos meus pais Aloizio Gonzaga Pereira e Maria do Carmo Nogueira Pereira e minha irmã Ana Cláudia Pereira, que sempre estão ao meu lado e que além de me incentivarem e apoiarem ainda colocaram a “mão na massa” quando precisei.

A Mariane Joana Soares pelo companheirismo de sempre que me faz mais forte.

Ao meu amigo Pedro Lamas Goulart por “segurar as pontas” sempre que necessário, pela amizade e bons conselhos.

Ao Dr. João Sebastião de Paula Araújo pela oportunidade de desenvolver a pesquisa mesmo trabalhando e pela orientação neste processo.

À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, à Embrapa Agrobiologia pela oportunidade de realização do curso.

Aos colegas do curso que tornaram esta experiência em algo muito prazeroso e ao alojamento da EMBRAPA Agrobiologia pela boa vontade e as experiências compartilhadas.

Aos vários amigos que me ajudaram com dicas e opiniões, entre eles destaco Alisson Campos Pereira e Brauly Martins.

Aos amigos do SEBRAE/RJ pelo incentivo.

Biografia

LUIZ CLÁUDIO PEREIRA, nascido em 08 de abril de 1985, na cidade de Coimbra - MG, filho de Aloizio Gonzaga Pereira e Maria do Carmo Nogueira Pereira, e irmão de Ana Cláudia Pereira. Iniciou estudo na Escola Estadual Emílio Jardim e formou-se em tecnólogo em Agroecologia em 2009 e em Bacharel em Agroecologia no ano de 2010, ambos pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais – Campus Rio Pomba (IF SEMG- Campus Rio Pomba). Ingressou no programa de Pós-Graduação em Agricultura Orgânica, da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, em março de 2012. Desde 2011, atua como consultor credenciado do Sebrae/Rj, na Região Noroeste do Estado do Rio de Janeiro.

RESUMO

PEREIRA, Luiz Cláudio. **Cultivo orgânico do feijoeiro pelo sistema de plantio direto utilizando milho e crotalária como cobertura morta.**

2014. XXf. Dissertação (Mestrado em Agricultura Orgânica). Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2014.

O Brasil é o segundo maior produtor mundial de feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.). Na safra 2009-2010 registrou-se área total de 3,4 milhões de ha e produção de 3,2 milhões de toneladas, sendo 70% dessa produção oriunda da agricultura familiar. O plantio de feijão convencional está sujeito a causar diversos danos ambientais, entre eles a contaminação ambiental pelo uso de agrotóxico e a degradação do solo mediante o uso indevido de máquinas agrícolas. Os agricultores da Zona da Mata mineira enfrentam problemas no cultivo do feijoeiro devido a grande ocorrência de mofo-branco e por falta de tecnologias adaptadas ao cultivo em seu relevo irregular. A utilização do plantio direto na agricultura orgânica está relacionado aos diversos benefícios proporcionados, entre eles pode se destacar a proteção do solo contra erosão, o fornecimento de nutrientes às plantas de sucessão através do uso de adubação verde, a supressão de plantas espontâneas e a possibilidade de controle de fitopatógenos presentes no solo. O cultivo de adubos verdes na entressafra, sobretudo de leguminosas e gramíneas, antecedendo a cultura do feijão em semeadura direta, tem sido uma alternativa promissora na suplementação de N, proporcionando aumento de produtividade. O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos do manejo da cobertura morta associado à adição de *Trichoderma* nas características agrônômicas do feijoeiro em áreas infestadas com *Sclerotinia sclerotiorum*, patógeno causador do mofo-branco. O Experimento foi realizado na cidade de Coimbra, localizada na região da Zona da Mata de Minas Gerais, utilizando um delineamento experimental em parcelas subdivididas com 3 repetições. Os tratamentos consistiram de diferentes arranjos, combinando duas espécies de cobertura, sendo uma leguminosa (crotalária - *Crotalaria juncea*) e outra gramínea (milheto-*Pennisetum americanum* sin. *tiphoides*). Adicionalmente, foram consideradas parcelas sem cobertura (testemunha). Dessa forma, os tratamentos foram: crotalária solteira; milho solteiro; crotalária + milho e sem cobertura. As subparcelas receberam dois diferentes tratamentos, sendo a adição ou não de *Trichoderma*. Para avaliações, foram observadas a incidência e a severidade do mofo-branco e parâmetros produtivos do feijoeiro. Ao final do experimento observou-se que os diferentes arranjos das plantas de cobertura suprimiram a vegetação espontânea. O uso de *Trichoderma* não influenciou na severidade e incidência do mofo-branco no feijoeiro. O pré-cultivo de plantas de cobertura não interferiu significativamente na ocorrência e na severidade do mofo-branco podendo assim ser utilizado como manejo conservacionista em áreas com ocorrência de *Sclerotinea sclerotiorum*.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris* L. *Trichoderma*. Plantio direto.

ABSTRACT

Brazil is the second largest producer of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). In the 2009-2010 harvest was recorded total area of 3.4 million ha and production of 3.2 million tons, 70% of production from family farming. The conventional bean planting is subject to various cause environmental damage, including environmental contamination by the use of pesticides and soil degradation through the misuse of agricultural machinery. Farmers mining Forest Zone face problems in bean cultivation due to high incidence of white mold and lack of technologies suited to cultivation in their irregular relief. The use of no-tillage in organic agriculture is related to the various benefits provided, they can stand out from the soil protection against erosion, nutrient supply the succession of plants through the use of green manure, the suppression of weeds and the possibility control plant pathogens in the soil. The cultivation of green manure in the fallow, especially legumes and grasses, preceding the beans in direct sowing culture, has been a promising alternative for the supplementation of N, providing increased productivity. The objective of this study was to evaluate the effects of management of mulch associated with the addition of *Trichoderma* on the agronomic characteristics of the bean in areas infested with *Sclerotinia sclerotiorum*, causative pathogen of white mold. The experiment was conducted in the city of Coimbra, located in the region of Minas Gerais Forest Zone, using a split plot experimental design with three replications. The treatments consisted of different arrangements, combining two kinds of coverage, with a legume (sunnhemp - *Crotalaria juncea*) and other grass (*Pennisetum americanum* sin millet-tiphoydes.). Additionally, we considered portions without covering (control). Thus, the treatments were: single sunnhemp; millet single; sunnhemp + millet without cover. The subplots received two different treatments, with the addition or not of *Trichoderma*. For evaluations, were observed incidence and severity of white mold and productive bean parameters. At the end of the experiment it was observed that the different arrangements of cover crops suppressed the spontaneous vegetation. The use of *Trichoderma* did not influence the severity and incidence of white mold in dry beans. The pre-cultivation of cover crops did not interfere significantly in the occurrence and severity of white mold can therefore be used as conservation management in areas with occurrence of *Sclerotinea sclerotiorum*.

.

Keywords: *Phaseolus vulgaris* L. *Trichoderma*. no-tillage.

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1- Área de implantação do experimento com plantio de feijão na safra anterior a implantação deste sob a ocorrência do mofo-branco. Coimbra, Zona da Mata de Minas gerais, 2011/2012.....	20
Figura 2- Tratamentos de diferentes arranjos das plantas de cobertura, sendo milho solteiro (A), Crotalaria juncea solteira (B), milho consorciado com Crotalaria juncea (C) e sem cobertura (D). Coimbra, Zona da Mata de Minas gerais, 2012/2013..	20
Figura 3- Parcela de Crotalaria juncea em pleno florescimento (A) e roçada das plantas de cobertura (B). Coimbra, Zona da Mata de Minas gerais, 2012/2013.....	22
Figura 4- Plantio do feijão com matraca na parcela com cobertura morta após dias da realização do corte. Coimbra, Zona da Mata de Minas gerais, 2012/2013.....	23
Figura 5- Avaliação das plantas espontâneas presentes no cultivo. Coimbra, Zona da Mata de Minas gerais, 2012/2013.....	24
Figura 6- Plantio de feijão sadio com 35 dias após o plantio (A); Avaliação dos sintomas do mofo-branco no feijoeiro (B) e (C) no estágio R8; Contagem de escleródios (D). Zona da Mata de Minas gerais, 2012/2013.....	26
Figura 7- Avaliação dos componentes de produção do feijoeiro. Zona da Mata de Minas gerais, 2012/2013.....	27
Figura 8- Estágio de desenvolvimento do consórcio crotalaria e milho na época de corte (90 dias). Coimbra, Zona da Mata de Minas Gerais, 2012/2013.....	29
Figura 9- Tratamento sem cobertura infestado por trevo, tiririca, picão preto e losna branca. Coimbra, Zona da Mata de Minas Gerais, 2012/2013.....	29
Figura 10-Tratamento com cobertura com baixa ocorrência de plantas espontânea. Coimbra, Zona da Mata de Minas Gerais, 2012/2013.....	31
Figura 11- Cobertura morta de milho após o corte; B Cobertura de milho consorciado com crotalaria após o corte. Coimbra, Zona da Mata de Minas Gerais, 2012/13.....	32
Figura 12- Ocorrência de mofo-branco em parcela com a utilização de cobertura morta. Coimbra, Zona da Mata de Minas Gerais, 2012/13.....	38

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1- Dados do Levantamento da CONAB de área, produtividade e produção na safra de 2012/2013 para os estados da região sudeste e o total nacional.....	2
Tabela 2- Resultados das análises químicas de amostra do solo da área do experimento em uma profundidade de 0 - 10 cm.....	19
Tabela 3- Escala de notas para avaliação da severidade dos sintomas apresentados pela planta sob a ocorrência da doença (NAPOLEÃO, et al., 2005).....	26
Tabela 1- Fitomassa seca em Kg ha ⁻¹ dos diferentes arranjos de espécies de plantas de cobertura. Coimbra, Zona da Mata de Minas Gerais, 2012/13.....	29
Tabela 5- Fitomassa fresca em Kg ha ⁻¹ das plantas de espontâneas em função dos tratamentos com diferentes arranjos de espécies de plantas de cobertura. Coimbra, Zona da Mata de Minas Gerais, 2012/2013.....	30
Tabela 6- Plantas/metro linear, número de grãos/planta, número de grãos/vagem e massa seca de cem grãos para a cultura do feijão em função dos tratamentos com diferentes arranjos de espécies de plantas de cobertura. Coimbra, Zona da Mata de Minas Gerais, 2012/13.....	35
Tabela 7- Plantas/metro linear, número de grãos/planta, número de grãos/vagem e massa seca de cem grãos para a cultura do feijão em função dos tratamentos com uso ou não de inoculação de trichoderma nas sementes. Coimbra, Zona da Mata de Minas Gerais, 2012/13	37
Tabela 8- Índice de severidade do mofo-branco, incidência do mofo-branco e número de escleródio de Sclerotinea sclerotiorum mediante diferentes tratamentos com plantas de cobertura. Coimbra, Zona da Mata de Minas Gerais, 2012/13.....	41
Tabela 9- Índice de severidade do mofo-branco, incidência do mofo-branco e número de escleródio de Sclerotinea sclerotiorum sob o uso ou não de inoculação das sementes com Trichoderma. Coimbra, Zona da Mata de Minas Gerais, 2012/13.....	42
Tabela 2- Produtividade em Kg ha ⁻¹ do feijoeiro em função dos tratamentos com diferentes arranjos de espécies de plantas de cobertura. Coimbra, Zona da Mata de Minas Gerais, 2012/13.....	43

SUMÁRIO

	Página
INTRODUÇÃO.....	1
REVISÃO DE LITERATURA.....	4
Produção orgânica de alimentos e sua importância para a segurança alimentar e nutricional.....	4
Plantio direto do feijoeiro.....	7
Cultivo antecessor com plantas de cobertura.....	9
Mofa-branco no feijoeiro.....	12
Aumento da supressividade do solo como estratégia de manejo no cultivo orgânico.....	16
Uso de trichoderma.....	15
METODOLOGIA.....	18
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	27
CONCLUSÃO.....	42
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	43
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	43

INTRODUÇÃO

O Brasil é o segundo maior produtor mundial de feijão, estimando-se safra 2012/2013 em 3,2 milhões de toneladas em uma área total de 3,2 milhões de ha (tabela 1), sendo a região Sudeste responsável por 29,8 % da produção nacional.

Segundo o censo agropecuário do IBGE (2006) aproximadamente 70% do feijão produzido no Brasil é proveniente da agricultura familiar. Sendo cultivado durante todo o ano, sob diferentes sistemas de cultivo e usando distintos níveis tecnológicos, em três épocas de semeadura: “águas”, 47% da produção; “seca”, 38% da produção; e “outono-inverno”, 15% da produção (SOUZA et al., 2013). Os cultivos das “águas” (semeadura em outubro/novembro) e da “seca” (semeadura em janeiro/fevereiro) são igualmente importantes no Sul e Sudeste do País, na região Centro-Oeste, o cultivo da “seca” é o mais importante (COBUCCI et al., 2004).

O feijoeiro é uma cultura que é muito prejudicada por fitopatógenos de solo principalmente em áreas submetidas à irrigação. Segundo PAULA JUNIOR et al. (2006), as doenças mais comuns causadas por patógenos do solo nestas áreas são o mofo-branco (*Sclerotinia sclerotiorum*), a murcha-de-fusarium (*Fusarium oxysporum f. sp. phaseoli*), a podridão-radicular-seca (*Fusarium solani f.sp. phaseoli*) e a podridão-radicular de *Rhizoctonia* (*Rhizoctonia solani*). O mofo-branco, uma das principais doenças do feijoeiro, é causada por *Sclerotinia sclerotiorum*, fungo que pode atacar mais de 400 hospedeiros (PAULA JUNIOR et al., 2006). Segundo LOBO JUNIOR et al. (2009) o mofo-branco é uma das doenças mais destrutivas do feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.), capaz de causar 100% de perdas na sua produção. A disseminação de patógenos, tanto dentro da lavoura como de uma lavoura para outra, pode ocorrer pela ação dos seguintes agentes: vento, água de chuva ou de irrigação, insetos, animais e homem (VIEIRA & PAULA JÚNIOR, 2004). Segundo estes autores o homem pode disseminar patógenos ao empregar, no preparo de solo, equipamento no qual se encontra aderido solo contaminado e, no plantio, sementes infectadas. Em se tratando de agricultura familiar, quando há o uso de cultivo mecanizado, o que é bem comum na região da Zona da mata mineira, é realizado com equipamentos alugados que no período da safra, seja no preparo do solo e plantio ou na colheita, o prestador de serviço com seu trator e implementos realiza o trabalho em muitas propriedades diferentes sem a devida

limpeza do maquinário, o que contribui para disseminação de diversas doenças, principalmente o mofo-branco, no caso da região citada.

Tabela 3- Dados do levantamento da CONAB de área, produtividade e produção na safra de 2012/2013 para os estados da região Sudeste e o total Nacional.

UF/REGIÃO	ÁREA (em mil ha)	PRODUTIVIDADE (em kg/ha)	PRODUÇÃO (em mil t)
SUDESTE	585,8	1.658	981,6
MG	400,0	1.442	620,9
ES	18,3	870	16,1
RJ	3,7	9 00	3,6
SP	163,8	1.724	332,4
NORTE	157,6	898	141,7
NORDESTE	1.505,4	468	704,8
CENTRO-OESTE	331,5	1.751	580,1
SUL	619,0	1.483	891,8
BRASIL	3.208,4	1.036	3.291,4

FONTE: CONAB - Levantamento: Outubro/2012.

Para que estes agricultores consigam produzir este tradicional alimento há um grande apelo ao uso de fungicidas. No momento de plantio, o fungicida é utilizado no tratamento da semente ou via foliar, na época da florada do feijoeiro, alternando produtos sistêmicos e de contato. Para o controle das plantas espontâneas é utilizada a aplicação de herbicidas. No entanto, o resultado final não é muito satisfatório e o custo de produção se torna muito elevado, o que inviabiliza o pequeno produtor rural de se manter na atividade.

De acordo com BETTIOL & GHINI (2001) o uso intensivo de pesticidas na agricultura tem, reconhecidamente, promovido diversos problemas de ordem ambiental, como a contaminação dos alimentos, do solo, da água e dos animais; a intoxicação de agricultores; a resistência de patógenos, de pragas e de plantas invasoras a certos pesticidas; o desequilíbrio biológico, alterando a ciclagem de nutrientes e da matéria orgânica; a eliminação de organismos benéficos; e a redução da biodiversidade.

Outra característica marcante da região é o relevo irregular, e o plantio do feijão é muitas vezes realizado em áreas inclinadas e sem as práticas conservacionistas adequadas, uma vez que o maquinário agrícola não responde adequadamente à inclinação do terreno.

Alternativas como a redução dos custos de produção, a agregação de valor ao produto, a substituição de insumos e a utilização de técnicas compatíveis com a preservação dos recursos disponíveis podem ser utilizadas não somente para se produzir feijão, mas também para manejar de forma sustentável a unidade produtiva, em um contexto local e regional (DIDONET et al., 2009). Assim é de grande importância o desenvolvimento de uma nova metodologia na realização do cultivo de feijão na região da zona da mata mineira.

A agricultura orgânica tem como principais princípios o não uso de produtos químicos e a busca pela manutenção do equilíbrio do agroecossistema, propiciando, assim, alimentos mais saudáveis e maior qualidade de vida ao agricultor. Este modelo de agricultura visa diminuir os efeitos adversos do uso de produtos químicos no ecossistema, por meio de métodos alternativos de controle de pragas e doenças, preservação das propriedades do solo, manejo de plantas espontâneas, cobertura morta, adubação verde e rotação de cultura, entre outros (LUZ et al., 2007).

No cultivo orgânico de feijão a dificuldade é ainda maior tanto para o controle alternativo do mofo-branco quando para as demais práticas de manejo. Inicialmente pela carência de tecnologias relacionadas a todos os manejos básicos no cultivo do feijoeiro como: a substituição das máquinas agrícolas que desfavorecem a estrutura do solo; a nutrição do cultivo baseado no aporte de matéria orgânica, manejo que sempre requer muita mão de obra; práticas que evitem que o cultivo sofra competição com as plantas espontâneas; e por último aliar os processos anteriores à prevenção ou controle do mofo-branco em áreas com incidência do patógeno.

Assim, é de fundamental importância estudar um manejo alternativo eficiente no cultivo do feijão que garanta a produtividade do feijoeiro e como consequência a viabilidade desta cultura para agricultores envolvidos na agricultura orgânica e também para que os agricultores convencionais tenham uma alternativa que possibilite a realização deste cultivo em áreas com relevo irregular de forma a manter a qualidade do solo e diminuir o uso de produtos químicos, beneficiando o meio ambiente e a saúde de suas famílias.

REVISÃO DE LITERATURA

Produção orgânica de alimentos e sua importância para a segurança alimentar e nutricional

Na segunda metade do século XX, vários países latino-americanos engajaram-se na intitulada Revolução Verde, um ideário produtivo proposto e implementado nos países mais desenvolvidos após o término da Segunda Guerra Mundial, cuja meta era o aumento da produção e da produtividade das atividades agrícolas, assentando-se para isso o uso intensivo de insumos químicos, das variedades geneticamente melhoradas de alto rendimento, da irrigação e da motomecanização (ALTIERE, 2004). Assim, nos últimos quarenta ou cinquenta anos, a inovação na agricultura tem sido impulsionada principalmente pela ênfase em altos rendimentos e pelo lucro da unidade produtiva, resultando em retornos notáveis, mas, também, numa ampla gama de efeitos colaterais ambientalmente negativos (GLIESSMAM, 2005).

O modelo de produção implantado no Brasil a partir da Revolução Verde proporcionou ao País grande prejuízo social e ambiental. A tecnologia implantada nesta época exigia grandes investimentos para obtenção de lucro, o que dificultava a sobrevivência de médios e pequenos agricultores, que muitas vezes vendiam suas propriedades para os grandes produtores que conseguiam se manter na agricultura. Já os problemas ambientais estão relacionados às práticas de cultivos, muito utilizadas até hoje, que são o preparo do solo baseado na aração e gradagem e a utilização de fertilizantes, aliado aos agrotóxicos para controle de pragas e doenças.

Segundo SUIJII et al. (2010), a prática de preparo mecanizado do solo provoca modificações em sua estrutura física e química e conseqüentemente correm modificações na dinâmica da ciclagem de nutrientes, conteúdo de água do solo, nível de insolação, temperatura, umidade relativa do ar e cor da paisagem. E de acordo com os autores estas modificações causam perdas de recursos, como o solo, seus nutrientes e água, além de modificar sua microbiota, devido ao aumento da erosão, escoamento superficial e lixiviação.

O uso de fertilizantes sintéticos, herbicidas e defensivos químicos é a base deste sistema de produção, já que houve um grande investimento em pesquisa no melhoramento genético para obtenção de plantas cada vez mais eficientes produtivamente, e para sustentar a grande produtividade destas culturas, houve uma redução da resistência a doenças e pragas e a

necessidade de adição de grande quantidade de nutrientes. Outro ponto importante é o desequilíbrio biológico ocasionado pela especialização do agricultor em cultivar uma única cultura na propriedade.

Assim, têm surgido diversos problemas de ordem ambiental, como a contaminação de alimentos, solo, água e animais, intoxicação de agricultores, resistência de patógenos a certos princípios ativos dos agrotóxicos, surgimento de doenças iatrogênicas (as que ocorrem devido ao uso de agrotóxicos), desequilíbrio biológico com alterações da ciclagem de nutrientes e da matéria orgânica (MO), eliminação de organismos benéficos e redução da biodiversidade (MORANDI et al., 2009). GOMES & BARIZON (2014), em análise de vários trabalhos, observaram que os principais produtos hoje encontrados na região Sudeste são 1,2,3,4,5,6,-hexaclorociclohexano - BHC , Dicloro- Difenil-Tricloroetano - DDT e Aldrin, presentes tanto no solo quanto na água subterrânea, e encontrados principalmente em regiões produtoras de café e cana de açúcar. Segundo PAULA JUNIOR et al. (2009), o principal fator para a grande quantidade de agrotóxicos ainda utilizados relaciona-se com a cultura desenvolvida por agricultores e por agentes de extensão rural (oficiais e privados), que utilizam e ou recomendam exclusivamente agrotóxicos, pela facilidade de uso, divulgação e eficiência desses produtos químicos.

O modelo de produção agropecuário adotado no Brasil, baseado na “revolução verde”, cujo aumento na produtividade é obtido por meio de plantas melhoradas geneticamente e pelo uso de insumos como fertilizantes e agrotóxicos, exige a estruturação de toda a sociedade para avaliar e gerenciar os riscos advindos da utilização desses produtos (GOMES & BARIZON, 2014). Assim, a preocupação da sociedade com o impacto da agricultura no ambiente e a contaminação da cadeia alimentar com resíduos de agrotóxico têm alterado o cenário agrícola, resultando no surgimento de segmentos de mercado para produtos diferenciados, tanto os produzidos sem o uso de agrotóxicos, como os portadores de selos que garantem que os agrotóxicos foram utilizados adequadamente (MORANDI et al., 2009).

Um modelo de agricultura alternativa que mais cresce no Brasil é a agricultura orgânica. Atualmente são 9357 agricultores que trabalham com produção orgânica inscritos no Cadastro Nacional de Produtores Orgânicos (MAPA, 2014). Esse modelo tem sua origem relacionada com Sir Albert Howard, agrônomo inglês que trabalhou na Índia, no período de 1899 a 1940 (JESUS, 1985), e caracteriza-se pela diversificação e integração da produção interna, sendo o termo orgânico originário da ideia de que a unidade de produção funcione como um "organismo vivo", significando que todas as atividades da fazenda (olericultura,

fruticultura, criações, etc.) seriam partes de um corpo dinâmico, interagindo entre si (ASSIS, 2005). A agricultura orgânica busca obter vantagens das interações de ocorrência natural, com ênfase nas relações biológicas, como aquelas entre pragas e predadores, e em processos naturais, como a fixação biológica de nitrogênio (MORANDI, 2010). Segundo este autor, numa visão mais pragmática, o manejo de doenças na agricultura orgânica deve ser entendido como a integração de medidas aplicadas previamente.

SOUZA & RESENDE (2003) enumeram como objetivos da agricultura orgânica de desenvolver e adaptar tecnologias às condições sociais, econômicas e ecológicas de cada região; Trabalhar a propriedade rural dentro de um enfoque sistêmico envolvendo todas as atividades da mesma; Priorizar a propriedade familiar; Promover a diversificação da flora e da fauna; Reciclar os nutrientes; Aumentar a atividade biológica do solo. Promover o equilíbrio ecológico das unidades de produção da propriedade; Preservar o solo, evitando a erosão e conservando suas propriedades físicas, químicas e biológicas. Manter a qualidade da água, evitando contaminações por produtos químicos ou biológicos nocivos; Controlar os desequilíbrios ecológicos pelo manejo fitossanitário; Buscar a produtividade ótima e não a máxima; Produzir alimentos saudáveis, sem resíduos químicos e com alto valor biológico. Promover a auto-suficiência econômica e energética da propriedade rural; Organizar e melhorar a relação entre os produtores rurais e os consumidores; Preservar a saúde dos produtores rurais e dos consumidores.

O manejo dos sistemas orgânicos de produção está bastante associado à agroecologia, que integra princípios agronômicos, ecológicos, socioeconômicos e culturais, e seu objetivo é favorecer a sustentabilidade das unidades de produção e promover a integração entre agricultores e consumidores (GUERRA et al., 2013). Este sistema de produção se encaixa perfeitamente no modelo de agricultura familiar, pois valoriza sua cultura e agrega valor ao seu produto, que seria bastante importante num caso mais específico, para os produtores de feijão no Brasil, já que seguramente a maior parte da produção deste alimento é originada da agricultura familiar. Além do que, segundo PADUA et al. (2007), no nosso país a importância social e econômica desta leguminosa deve-se, principalmente, ao fato de constituir-se uma fonte barata de proteínas e calorias na dieta de pessoas com baixo poder aquisitivo

DIDONET et al. (2009) afirmam que o resgate do equilíbrio ecológico do agroecossistema perdido ao longo do tempo, a utilização e o aperfeiçoamento de técnicas tradicionais de manejo do sistema de produção, aliados ao uso funcional da agrobiodiversidade local, devem ser utilizados para o redesenho do modelo de produção

sustentável para o feijoeiro-comum, enquanto alimento tradicional da mesa do brasileiro. Segundo estes autores, alternativas como a redução dos custos de produção, a agregação de valor ao produto produzido, a substituição de insumos e a utilização de técnicas compatíveis com a preservação dos recursos disponíveis podem ser utilizadas não somente para se produzir feijão, mas também para manejar de forma sustentável a unidade produtiva, em um contexto local e regional.

Além de a produção orgânica ser uma opção de agregação de valor ao produto oriundo da agricultura familiar, é também uma necessidade de mercado. Segundo SANTOS (2011) a procura pelo feijão produzido organicamente tem aumentado, mesmo com preços cerca de 30 a 40% superiores ao do feijão cultivado de forma convencional. E é também uma demanda de políticas públicas de compra governamental de alimentos, pois a Lei Federal nº 11.947/2009, determina que pelo menos 30% dos recursos repassados aos municípios pelo Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE) para alimentação escolar, seja utilizado para comprar produtos da agricultura familiar. O Programa de Aquisição de Alimentos (PAA), uma das ações do Programa Fome Zero, tem por objetivos garantir o fornecimento de alimentos em quantidade, qualidade e regularidade às populações em situação de insegurança alimentar e nutricional e promover a inclusão social no campo por meio do fortalecimento da agricultura familiar, e da mesma forma que o FNDE valoriza com um acréscimo de 30% no valor pago no produto de origem orgânica.

Plantio direto do feijoeiro

A aração e a gradagem são amplamente utilizadas pelo País nos diversos tipos de cultivos, mas com maior intensidade na produção de grãos, o que gera grandes alterações nas propriedades físicas do solo. Segundo BERTOL et al. (2004), tais alterações se manifestam, em geral, na densidade do solo, volume e distribuição de tamanho dos poros e estabilidade dos agregados do solo, influenciando a infiltração da água, erosão hídrica e desenvolvimento das plantas.

Nos últimos anos, existe um grande crescimento do uso do plantio direto no Brasil. Embora maior parte dos agricultores utilize este método de plantio em sistemas convencionais de produção, embora se apoiando no uso de herbicidas para dessecar as plantas de cobertura ou mesmo as plantas espontâneas, esta tecnologia é de grande utilidade para sistemas

orgânicos de produção em que há a substituição dos produtos químicos dessecatantes por roçada ou rolagem das plantas antecessoras. A utilização do plantio direto na agricultura orgânica está relacionada aos diversos benefícios proporcionados, entre eles pode-se destacar a proteção do solo contra erosão, o fornecimento de nutrientes às plantas de sucessão através do uso de adubação verde, a supressão de plantas espontâneas e a possibilidade de controle de fitopatógenos presentes no solo.

De acordo com NUNES (2006) é importante o conhecimento da técnica de plantio direto sobre a palhada na cultura do feijoeiro, não só como uma necessidade agrônômica, mas, sobretudo, social e econômica, para se obter uma agricultura sustentável e com menos impactos negativos ao ambiente. Segundo SOUSA (2012), o cultivo do feijoeiro em semeadura direta tem aumentado no Brasil, devido a inúmeros benefícios que esse sistema proporciona às características físicas, químicas e biológicas do solo. SIMIDU et al. (2010), destacam a importância do plantio direto e a utilização de resíduos da cultura para cobertura do solo, para manter a umidade deste e diminuir o risco da cultura ao déficit hídrico, pois o sistema radicular do feijoeiro é muito superficial.

O plantio direto protege o solo de erosão pela manutenção de matéria orgânica na superfície do solo e pelo não revolvimento do mesmo. Em trabalho realizado por SANTOS et al. (2009) com cultivo de feijão no semiárido sob condição de terreno inclinado obtiveram reduções de 96,22 e de 97,35% nas taxas de desagregação do solo nos tratamentos de cobertura morta e cobertura natural, respectivamente. Segundo o autor, evidencia-se a importância da cobertura na redução das perdas de solo em cultivos, pois evita a desagregação das partículas e, com isto, o transporte pela enxurrada.

Outro benefício do uso do plantio direto está relacionado à questão ambiental, já que o aumento do teor de matéria orgânica no solo contribui com uma menor quantidade de CO₂ livre na atmosfera. AMADO et al. (2001) em trabalho realizado na região Sul, afirma que nas condições em que foi realizado seu experimento, o plantio direto associado ao uso de culturas de cobertura demonstrou potencial para recuperar o teor de MO e, conseqüentemente, sequestrar carbono no solo e contribuir para mitigar o efeito estufa.

Além das vantagens proporcionadas pelo plantio direto para o cultivo de feijão nas melhorias da qualidade física e química do solo, podemos destacar seus benefícios em situações enfrentadas pelos agricultores agroecológicos com relação à competição proporcionada pelas plantas espontâneas ao cultivo e a ocorrência de doenças. Nos cultivos tradicionais, as espécies *Brachiaria plantaginea*, *Cenchrus echinatus*, *Digitaria sanguinalis*,

Acanthospermum hispidum, *Bidens pilosa* e *Galinsoga parviflora* são tidas como plantas daninhas de alta nocividade para o feijoeiro (COBUCCI et al., 2004). Segundo COBUCCI et al. (1999), no plantio direto ocorrem alterações na física, química e biologia do solo e interferência na penetração de luz, umidade e na temperatura do solo, o que obtém como resultado o esgotamento parcial do banco de sementes. Além disso, muitas destas espécies (Stilozobium atterinum, Crotalaria juncea, C. paulina, Cajanus cajan, Canavalia ensiformes, Dolichos lablab, dentre outras) podem inibir o desenvolvimento de certas espécies de plantas daninhas, cujos efeitos persistem após o corte e a distribuição de seus restos vegetais sobre o solo (COBUCCI et al., 1999).

O plantio direto pode influenciar na ocorrência de doenças nas culturas comerciais através do uso de plantas de cobertura antecessoras que proporcionam, assim, a rotação e diversificação de cultivos e o fornecimento de matéria orgânica ao solo. Segundo PRIMAVESI (1990), a rotação de culturas possibilita a troca de matéria orgânica, que é adicionada ao solo e possibilita mudança de excreções radiculares, contribui para a modificação da exploração de minerais do solo, enfim, sempre beneficiando organismos diferentes e, com isso, evita a proliferação unilateral. LOBO JUNIOR (2009) em trabalho com o plantio direto com palha de braquiária, afirma que este manejo permite a redução da densidade de inóculo de patógenos, o aporte de matéria orgânica, a recuperação da estrutura do solo e o aumento da atividade de micro-organismos benéficos no solo, que atuam como parasitas de *S. sclerotiorum* e dos patógenos causadores de doenças radiculares. A rotação de culturas pode levar à redução da densidade de inóculo de um determinado fitopatógeno devido a: (a) eliminação do substrato determinando a morte do patógeno por inanição; (b) as espécies vegetais alternativas, cultivadas, poderão selecionar e/ou aumentar a população de uma espécie, ou grupo de microrganismos, antagonistas, ao fungo alvo do controle (REIS et al., 2005).

Cultivo antecessor com plantas de cobertura

Segundo ALTIERI (2002), o cultivo de cobertura refere-se ao plantio solteiro ou consorciado de plantas herbáceas, anuais ou perenes destinado a cobrir e proteger o solo numa determinada época, ou mesmo durante todo o ano. O cultivo de adubos verdes na entressafra, sobretudo de leguminosas e gramíneas, antecedendo a cultura do feijão em semeadura direta, tem sido uma alternativa promissora na suplementação de N, proporcionando aumento de

produtividade na cultura do feijão (SOUZA et al., 2012). O uso de plantas de cobertura de solo, em especial as de verão, é uma prática conservacionista que pode prover melhorias na qualidade física dos solos, por meio de seu potencial efeito sobre a densidade volumétrica, porosidade, condutividade hidráulica, agregação etc., sendo que essas exercem influência direta sobre a estrutura desses (ARGENTON et al., 2005).

Para FORMENTINI et al. (2008) o uso de leguminosas traz algumas vantagens importantes para o solo e para as plantas quando comparado com o processo convencional de produção: Cobertura do solo evitando o seu aquecimento; controle de erosão; equilíbrio biológico; conservação da umidade no solo; incorporação de nitrogênio ao sistema, através da fixação biológica do N atmosférico; ciclagem de nutrientes das camadas mais profundas do solo para a superfície colocando-os na zona onde as plantas cultivadas conseguem retirar.

Uma questão importante na utilização da cobertura morta é com relação a escolha das espécies e o arranjo das mesmas para que o manejo seja eficiente perante cada objetivo, seja como adubação verde que irá fornecer nutrientes para cultura sucessora, ou *muching* que normalmente é utilizado com as finalidades de proteção do solo contra erosão ou como barreira física ao desenvolvimento de plantas espontâneas que causam prejuízo ao cultivo comercial e normalmente com benefício indireto para a retenção de umidade do solo.

O uso de leguminosas tem a vantagem de colocar nutrientes prontamente disponíveis para as culturas sucessoras, devido à rápida decomposição dos resíduos (SIQUEIRA & BRAS, 2008). Segundo AITA & GIACOMINI (2003), diversos estudos com uso de plantas de cobertura no período outono/inverno evidenciaram que as leguminosas, especialmente quando usadas como culturas solteiras, foram rapidamente decompostas após o seu manejo, mesmo em sistema de plantio direto, resultando num assincronismo entre a liberação de N dos seus resíduos culturais e a demanda em N pelo milho em sucessão. Este problema é ainda mais importante em cultivos de verão em regiões subtropicais onde a alta temperatura e umidade aceleram ainda mais o processo de decomposição. Já materiais com maior relação C/N, como as gramíneas, permanecem por mais tempo no solo, porém, no início da decomposição, há tendência de maior imobilização de nutrientes, já que a quantidade destes, principalmente de N, disponíveis na palha não é adequada para a microbiota decompositora, o que implica imobilização e diminuição da disponibilidade de alguns nutrientes para as culturas (TEIXEIRA et al., 2010).

Uma boa opção de manejo, segundo TEIXEIRA et al. (2010), é o cultivo das espécies consorciadas, que resulta em material com relação C/N intermediária àquela das espécies

isoladas, com menor taxa de decomposição se comparada à das leguminosas isoladas, proporcionando cobertura de solo por mais tempo e sincronia entre fornecimento e demanda de N pelas culturas.

Em estudo realizado por CHIEZA et al. (2013) com diferentes arranjos o consórcio de milho com guandu apresentou potencial de melhorias em atributos físicos do solo, influenciando positivamente para profundidade de 0- 5 cm, na densidade do solo, macroporosidade e porosidade total; e na profundidade de 5-10 cm, para manutenção da estabilidade dos agregados entre as coletas. No mesmo trabalho, os consórcios de milho com feijão-caupi e milho com mucuna-preta apresentaram, na profundidade de 0-5 cm, melhorias na densidade do solo, na macroporosidade e na porosidade total, porém ocasionaram redução do diâmetro médio ponderado na profundidade de 5-10 cm, entre coletas.

No cultivo consorciado é desejável que as espécies apresentem características morfológicas diferentes, para evitar a competição por água, nutrientes e energia luminosa. Nesse sistema, a divisão da radiação solar incidente sobre as plantas será determinada pela altura das plantas, pela forma de distribuição das folhas no espaço e pela eficiência de interceptação e absorção. O sombreamento causado pela cultura mais alta reduz a quantidade de radiação solar que incide sobre a cultura mais baixa (MACIEL et al., 2004).

Como principais características do milheto (*Pennisetum americanum* sin. *tiphoides*), BERNARDI et al. (2004) destacam a alta capacidade de reciclagem de nutrientes (especialmente N e K); a supressão de plantas daninhas por meio dos efeitos físicos e, ou, alelopáticos; a possibilidade de diminuir a incidência de nematoides; e a formação de palhada mais duradoura em relação às leguminosas. Uma leguminosa muito utilizada para adubação verde e como planta de cobertura é a *Crotalaria juncea* e com grande potencial para consórcio com gramínea por ser de porte reto e rápido crescimento. A Crotalaria tem uma produtividade entre 40 a 60 toneladas de massa verde e 6 a 8 toneladas de massa seca por ciclo e fixa entre 180 e 300 kg de N por ha (FORMENTINI et al., 2008).

Embora o uso de leguminosa antecedendo o cultivo do feijão não seja o manejo ideal perante o conceito de rotação de cultura esta prática tem sido muito utilizada pelo fato desta família realizar a fixação biológica de nitrogênio, fator fundamental para o sucesso na adubação verde.

Mofo-branco no feijoeiro

O mofo-branco é uma doença causada pelo fungo habitante do solo *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary, registrado pela primeira vez no Brasil em 1920 (LOBO JUNIOR et al., 2009). Além do feijoeiro, o mofo-branco ocorre diretamente em diversas outras culturas e com destaque para as hortaliças, se tornando um grande problema para olericultura orgânica que prioriza o cultivo diversificado.

A época da seca e outono-inverno, quando o feijão é cultivado em boa parte do país, é o período mais crítico em relação à ocorrência da doença no feijoeiro, pois existe a necessidade de irrigação para obtenção de uma produção satisfatória. Segundo NAPOLEÃO et al. (2005), a temperatura amena, entre 15 e 20 °C, associada à irrigação, favorece o desenvolvimento de *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary, causador do mofo-branco do feijoeiro. Em condições de alta umidade, o fungo pode colonizar os tecidos saudáveis entre 16 e 24 horas após a infecção do tecido floral senescente. Em tempo seco, o progresso da doença pode ser retardado ou paralisado, mas é retomado quando as condições de alta umidade retornam (GORGEN et al., 2009).

No feijoeiro comum, a doença geralmente se inicia durante o florescimento. O desenvolvimento vegetativo da cultura facilita a formação de um ambiente mais úmido e sombreado no solo que, com o fechamento entre fileiras, favorece a germinação de escleródios (estruturas de resistência do patógeno) no solo, com a produção de apotécios (pequenos cogumelos em forma de taça) (LOBO JUNIOR et al., 2009). Segundo GORGEN (2009), após permanecer no solo exposto, a temperatura amena e alta umidade, os escleródios germinam formando novo micélio e apotécios que ejetam milhões de ascósporos para o dossel vegetativo, podendo ser disseminados pelo vento a curtas distâncias. Depois de infestado, os tecidos apresentam inicialmente lesões encharcadas que se espalham rapidamente para hastes e ramos (SILVA, 2013).

Os sintomas também ocorrem nas vagens, iniciam pela formação de manchas encharcadas, seguidas por crescimento micelial branco e cottonoso, de onde vem o nome “mofo-branco”. Com o progresso da doença, a folhagem murcha e são formados corpos duros e negros dentro e fora dos tecidos infectados, de formato irregular, que são os escleródios do fungo, facilmente visíveis a olho nu (PAULA JUNIOR et al., 2006).

As recomendações técnicas para o controle dessa doença e para minimizar seus danos envolvem a redução da população de estruturas de resistência do patógeno no solo e a formação de um ambiente desfavorável ao desenvolvimento de epidemias (GORGEN et al.,

2009). Para que isso funcione é preciso conhecer os aspectos que favorecem a doença e assim buscar alternativas que mudem este panorama.

O que garante a sobrevivência do patógeno na cultura são a umidade e a temperatura no ambiente, no entanto, o segundo fator se restringe a época de plantio, que é de grande importância na tomada de decisão, mas que limita a disponibilidade temporal de produto. Já em relação à umidade, existe uma gama de aspectos que podem ser manejados em prol da prevenção. Plantas com hábito de crescimento ereto permitem maior circulação de ar e maior penetração da luz solar do que as de porte semi-ereto ou prostrado, resultando em rápida queda da umidade (NAPOLEÃO et al., 2006). De acordo com este autor as cultivares de porte ereto possuem uma linha de plantas mais estreita, ou seja, a largura do dossel é menor do que as de plantas com hábito de crescimento prostrado ou semi-ereto, e dependendo do espaçamento entre uma linha e outra, as plantas de linhas adjacentes não chegam a se tocar.

Em experimento irrigado por aspersão, sem aplicação de fungicidas, demonstrou-se que cultivares brasileiras de feijão comum de porte ereto apresentaram menor severidade do mofo-branco em comparação às de crescimento prostrado (LOBO JUNIOR et al., 2009).

Para suprir esta demanda de cultivares com resistência ao mofo-branco ou com características morfológicas que desfavoreçam o desenvolvimento da doença em seu cultivo, existe o Programa de Melhoramento da Embrapa e parceiros que segundo SOUZA et al. (2013) tem como objetivo desenvolver genótipos com base genética ampla, por meio do uso de cruzamentos múltiplos, inter-raciais e com ancestrais silvestres, além do uso de seleção recorrente, o que permite maximizar os ganhos de seleção para as diferentes características alvo.

Dentre as ações para a redução da incidência do mofo-branco, pode-se destacar práticas que proporcionem condições desfavoráveis ao desenvolvimento do patógeno como formação da palhada no sistema de plantio direto (SPD) e o controle biológico com antagonistas (GORGEN et al., 2009). Segundo LOBO JUNIOR, (2009) o plantio direto com palha de braquiária permite a redução da densidade de inóculo de patógenos, o aporte de matéria orgânica, a recuperação da estrutura do solo e o aumento da atividade de micro-organismos benéficos no solo, que atuam como parasitas de *S. sclerotiorum* e dos patógenos causadores de doenças radiculares.

O controle biológico também tem sido bastante utilizado na tentativa de controle do mofo-branco, na maioria das situações é preterido o controle tradicional no qual o agente de biocontrole é introduzido no cultivo, sendo o gênero *Trichoderma spp.* o utilizado nesta

situação. Pois, segundo AGUIAR et al. (2013), as espécies de *Trichoderma* têm mostrado, em diferentes culturas de importância agrícola, antagonismo à *Sclerotinia spp.*, principalmente em condições de ambiente controlado. Outra forma é o uso do controle biológico conservativo em que se busca um ambiente favorável para a sobrevivência e proliferação do microrganismo antagonista do fitopatógeno. E esta situação pode ser obtida através das melhorias de condições do solo, principalmente relacionado ao teor de matéria orgânica no mesmo, através da adição de compostos orgânicos e adubação verde além das práticas conservacionistas como plantio direto e rotação de culturas.

Aumento da supressividade do solo como estratégia no manejo no cultivo orgânico

Grande parte de trabalhos de manejo em sistemas de produção orgânica é destinada à nutrição dos cultivos e em segundo plano aparecem as pesquisas relacionadas ao controle de doenças, ainda sim, segundo MICHEREFF et al. (2001), as doenças radiculares têm recebido menos atenção do que as foliares, principalmente, ao fato dos sintomas serem confinados às raízes, refletindo na dificuldade de observação dos mesmos ao nível do solo e à complexidade dos fatores envolvidos na interação hospedeiro-patógeno-ambiente.

A necessidade de se estabelecerem medidas de controle mais eficientes, o maior enfoque em questões ambientais e o desenvolvimento dos sistemas de produção orgânica têm, recentemente, estimulado as pesquisas voltadas a medidas de controle que sejam eficientes e que não causem danos ao meio ambiente (BAPTISTA et al., 2007). Embora um patógeno específico possa, em certos casos, ser controlado por uma única medida de controle, a complexidade dos fatores que envolvem o ciclo das relações patógeno-hospedeiro requer o uso de mais de um método para o controle satisfatório da doença (MICHEREFF et al., 2001).

Diversas pesquisas (BETTIOL & GHINI, 2001; ELOY et al., 2004; TOLEDO-SOUZA et al., 2008) têm demonstrado a eficiência no aumento da supressividade por meio de práticas culturais, principalmente as que envolvem a adição de matéria orgânica e que favoreçam o crescimento de microrganismos benéficos ao solo como alternativa viável no controle de fitopatógenos de solo. Para ELOY et al., (2004) a supressividade é o fenômeno de alguns solos prevenirem naturalmente o estabelecimento de patógenos ou inibirem as suas atividades patogênicas. Segundo MARIANO et al. (2005), solo supressivo é aquele no qual o patógeno não se estabelece ou persiste, se estabelece porém causa pouco ou nenhum dano, se estabelece e causa doenças apenas por um período e depois a doença torna-se menos importante, embora o patógeno possa persistir no solo.

De acordo com GHINI & ZARONI (2001), a indução da supressividade pode ser realizada por meio da incorporação de antagonistas ou estímulo da sua população, tratos culturais ou outras medidas de manejo. Assim, uma estratégia interessante e muito pouco estudada seria associar o manejo de adição de matéria orgânica a adição de organismo antagonista usados comercialmente na prática de controle biológico.

Segundo TOLEDO-SOUZA et al. (2008), a influência da cobertura orgânica no solo sobre fatores físicos, químicos e biológicos é fundamental no estabelecimento de condições favoráveis ou não ao desenvolvimento de doenças. A definição de uma melhor estratégia de adição de matéria orgânica ao solo por meio de pré-cultivo de gramíneas e leguminosas pode ser uma eficiente forma de favorecer a sobrevivência de organismos antagonistas e assim obter uma maior supressividade aos fitopatógenos presentes no solo e como consequência melhor desenvolvimento do cultivo comercial.

Uso de *Trichoderma*

Uma forma de potencializar a supressividade do solo muito utilizada em todo o mundo é o uso de antagonistas na forma de controle biológico. Os mecanismos apresentados pelos antagonistas que atuam no controle biológico de doenças radiculares podem ser classificados em antibiose, competição, parasitismo, predação, hipovirulência, indução de resistência e proteção cruzada (MARIANO et al., 2005). Enquanto os fungicidas têm somente um efeito temporário e usualmente necessitam aplicações repetidas durante o período de crescimento da lavoura, os agentes de controle biológico são capazes de se estabelecer no ecossistema, reproduzir, colonizar rizosfera, esfermosfera, filosfera e rizoplane (PADUA et al., 2007).

Microrganismos são considerados como ideais para uso no controle biológico quando possuem uma ou mais das seguintes características (BETTIOL, 1991): Boa capacidade de colonização (exceto para aqueles que induzem resistência sistêmica) e competitividade no ambiente do patógeno; Requerimentos nutricionais semelhantes aos patógenos-alvo; Adaptação ao meio ambiente do patógeno; Resistência a fatores ambientais como temperatura, dessecação, radiação, químicos; Fácil cultivo ou multiplicação, aplicação e formulação; Não ser patogênico ao homem ou animais; Não ser fitopatogênico virulento; Capacidade de atuar em diferentes plantas hospedeiras e amplo espectro de ação, contra diferentes patógenos; Compatibilidade com agrotóxicos para uso em controle integrado e com outros antagonistas para uso em misturas; Boa sobrevivência, persistência e capacidade de

redistribuição e; Baixa frequência de mutações. Segundo SILVEIRA (2001), os principais mecanismos que podem atuar no controle biológico de doenças são classificados em: produção de ácido cianídrico (HCN), antibióticos, bacteriocinas, competição por substrato, parasitismo, indução de resistência e proteção cruzada.

MICHEREFF et al. (2001), descrevem como potenciais agentes de biocontrole: *Trichoderma sp.*, *Gliocladium virens*, *Talaromyces flavus*, *Pythium oligandrum*, *Coniothyrium minitans*, *Sporidesmium sclerotivorum*, *Peniophora gigantea*, *Penicillium spp.*, *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas putida*, *Pseudomonas fluorescens*, *Agrobacterium radiobacter* e *Pasteuria penetrans*). No Brasil, vários produtos biológicos estão disponíveis para sua utilização, entre eles podem ser citados: Cepas hipovirulentas de CTV para pré-imunização e proteção cruzada contra a tristeza dos citros, cepas hipovirulentas de PRSV-W para pré-imunização contra o mosaico da abobrinha, *Acremonium sp.*, *Clonostachys rosea*, *Hansfordia pulvinata*, *Paecilomyces*, *Pochonia*, *Trichoderma asperellum*, *Trichoderma stromaticum*, *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma spp.*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus pumilus* e *Bacillus licheniformis* para o controle de patógenos de solo, substrato e da parte aérea (BETTIOL et al., 2014).

Dentre os agentes de controle biológico mais estudados e empregados na produção agrícola mundial, fungos do gênero *Trichoderma* se destacam devido ao grande potencial que possuem para aumentar a produtividade de plantas e controlar fitopatógenos (AZEVEDO FILHO et al., 2011). Este antagonista apresenta características que o torna vantajoso como agente de biocontrole. Pela sua grande capacidade saprofítica, aliada à baixa exigência nutricional, ele é capaz de colonizar rapidamente o substrato e, de produzir clamidósporos, que são estruturas de resistência, consegue sobreviver no ambiente sob condições adversas (MACEDO et al., 2007).

Trichoderma spp., conhecido por trichoderma, compreende fungos de vida livre, que se reproduzem assexuadamente, presentes com mais frequência em solos de regiões de clima temperado e tropical. Esses fungos também colonizam madeira, onde a fase sexual teleomorfa (gênero *Hypocrea*) é frequentemente encontrada (MACHADO et al., 2012). Segundo INFANTE et al. (2009), as espécies pertencentes ao gênero *Trichoderma* são caracterizados por fungos saprófitas que sobrevivem em solos com diferentes quantidades de matéria orgânica, que são capazes de se decompor e, sob certas condições podem ser anaeróbios facultativos, permitindo-lhes mostrar uma maior plasticidade ecológica.

Espécies de *Trichoderma* são consideradas competidores agressivos, pois crescem e colonizam rapidamente vários substratos e competem com o patógeno por nutrientes (BERNADES, 2005). Algumas linhagens de *Trichoderma* são utilizadas no controle de fitopatógenos e na promoção de crescimento vegetal devido a sua versatilidade de ação, como parasitismo, antibiose e competição, além de atuarem como indutores de resistência das plantas contra doenças (MACHADO et al., 2012). SILVA et al. (2012) analisando o cultivo do fungo em laboratório, observou-se que este apresenta crescimento micelial em meio sólido, de aspecto cotonoso, com coloração inicial branca, tornando-se de coloração verde-clara em função da profunda esporulação. Segundo os autores a esporulação é constituída por conidióforos e conídios típicos de *Trichoderma*, de forma esférica a ovoide, de coloração verde e clara.

Vários pesquisadores foram pioneiros em estudos com *Trichoderma spp.* no Brasil, tendo destaque Rosa María Valdebenito Sanhueza (Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves, RS) e Itamar Soares de Melo (Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP) (BETTIOL et al., 2014). Segundo MARIANO et al. (2005), o *Trichoderma harzianum* destaca-se por ser a espécie mais estudada do ponto de vista do controle biológico, contudo outras espécies como *T. koningii*, *T. viride*, *T. hamatum*, *T. pseudokoningii* e *T. polysporum* também têm sido isoladas e estudadas. Essas espécies mostram potencial antagônico a patógenos habitantes do solo, tais como, *Rhizoctonia solani*, *Corticium rolfsii*, *Sclerotium rolfsii*, *S. sclerotiorum*, *Gaeumannomyces graminis* var. *graminis*, *Fusarium spp.* e *Pythium spp.* (MELO, 1998). BETTIOL et al. (2012), ao descreverem os produtos comerciais à base de agentes de biocontrole de doenças de plantas, listaram 55 bioprodutos comercializados à base do fungo *Trichoderma spp.*

Diversas estratégias têm sido recomendadas para aplicação dos agentes de controle biológico de patógenos de solo, incluindo o tratamento de sementes, a aplicação diretamente no solo ou concentrada no sulco de plantio e a aplicação sobre as plantas (PAULA JUNIOR et al., 2006). Segundo POMELLA & RIBEIRO (2009) todos os trabalhos realizados com isolados antagonista do *Trichoderma* têm demonstrado sua habilidade em controlar as doenças. No entanto, de acordo estes autores, o nível de eficiência verificado em muitos dos trabalhos de campo é menor que o esperado. Segundos LOBO JUNIOR et al. (2009), o uso deste método de controle no Brasil, ainda que de forma relativamente empírica e em campo, configura a existência de poucos estudos realizados de forma sistematizada, o que tem dificultado sua aceitação por agricultores e profissionais da assistência técnica.

Algumas estratégias contribuem para intensificar as atividades dos antagonistas, como rotação de culturas, acréscimo de substratos orgânicos, alteração do PH do solo ao nível favorável aos antagonistas e desfavoráveis aos patógenos, métodos de cultivo que melhorem a estrutura do solo e favoreçam os antagonistas na profundidade do solo em que ocorrem a infecção do hospedeiro e dos antagonistas, e irrigação que assegure o desenvolvimento do hospedeiro e favoreça os antagonistas (MORANDI et al., 2009). Os métodos de aplicação de agentes de controle biológico devem naturalmente ser feitos sob condições ambientais que favoreçam o desenvolvimento e parasitismo dos patógenos. Esses fatores são essenciais para o sucesso da prática, pois condições ambientais adversas, cepas de baixa competitividade e uso de esporos em concentração insuficiente são as principais causas de insucesso do controle biológico (LOBO JUNIOR et al., 2009).

O controle biológico de fungos deve ser executado nas fases iniciais da infecção, uma vez que, ao penetrar no hospedeiro, o patógeno dificilmente poderá ser atingido pelo agente controlador, já que este não encontra no interior do hospedeiro, na maioria das vezes, um ambiente favorável ao seu desenvolvimento (MORAES, 1992).

O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos do manejo da cobertura morta associado à adição de *Trichoderma* nas características agrônômicas do feijoeiro em áreas infestadas com *Sclerotinia sclerotiorum*, patógeno causador do mofo-branco.

METODOLOGIA

O Experimento foi realizado na cidade de Coimbra, localizada na região da zona da Mata de Minas Gerais, Sítio São Roque (20°51' de latitude, 42°50' de longitude e 751 m de altitude). O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho (Embrapa, 1999) e amostras analisadas no Laboratório de Fertilidade do Solo da UFRRJ revelaram composição média de nutrientes constante da Tabela 2.

Tabela 4- Resultados das análises químicas de amostra composta do solo da área do experimento, em profundidade de 0 - 10 cm

pH	P	K	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al	SB	CTC(t)	CTC(T)	V	m	MO	P-rem
H ₂ O	mg/dm ³		Cmolc/dm ³						%	dag/kg	mg/L		

5,8	50,4	170	3,1	0,8	0,0	2,97	4,33	4,33	7,90	59	0	2,7	39,5
-----	------	-----	-----	-----	-----	------	------	------	------	----	---	-----	------

pH em água, KCl e CaCl - Relação 1:2,5; P - Na - K - Fe - Zn - Mn - Cu - Extrator Mehlich 1; Ca - Mg - Al - Extrator: KCl¹ mol/L; H + Al - Extrator Acetato de Cálcio 0,5 mol/L - pH 7,0

A área de realização do experimento recebeu nos últimos anos a rotação de milho e feijão. A área em questão apresenta grande ocorrência de escleródios de *Esclerotinia sclerotiorum* apresentando sintomas de mofo-branco sistematicamente em todos os cultivos de inverno (figura 1).

Foi realizado o cultivo das plantas de cobertura utilizando um delineamento experimental em parcelas subdivididas com 3 (três) repetições. Os tratamentos consistem de diferentes arranjos utilizando duas espécies diferentes de plantas de cobertura, sendo uma leguminosa e uma gramínea, além de uma testemunha sem a presença de cobertura: Crotalária (*Crotalária juncea*) solteira; Milheto (*Pennisetum americanum sin. tiphoides*) solteiro; Crotalária consorciada com milheto; ausência de cobertura. Todos os tratamentos representados na figura 2. As subparcelas receberam dois diferentes tratamentos, sementes de feijão inoculadas ou não com *Trichoderma* sp., totalizando assim 8 (oito) tratamentos. Para inoculação foi empregado o inoculante comercial equivalente a 5×10^{10} UFC/gr de esporos concentrados em pó. O As parcelas são de dimensões de 40 m² (10 x 4 m) e as sub parcelas 20 m² (5 x 4).



Figura 1- Área de implantação do experimento com plantio de feijão na safra anterior a implantação deste sob a ocorrência do mofo-branco. Coimbra, Zona da Mata de Minas Gerais, 2011/2012.



Figura 2- Tratamentos como os diferentes arranjos das plantas de cobertura, sendo milho solteiro (A), *Crotalaria juncea* solteira (B), milho consorciado com *Crotalaria juncea* (C) e sem cobertura (D). Coimbra, Zona da Mata de Minas Gerais, 2012/2013

A área foi preparada por meio de aração e gradagem e as parcelas subdivididas. O plantio das espécies de cobertura foi realizado em parcelas de 10 x 4 metros, os sulcos foram realizados com enxada, e o semeio foi feito de forma manual no dia 20/11/2011. Não foi realizado nenhum tipo de adubação no plantio das plantas de cobertura. A *Crotalaria juncea* foi plantada no espaçamento de 0,50 m entre linhas com 22 a 27 sementes por metro linear, o milho (variedade comum) foi semeado na densidade de 40 a 50 sementes/m, utilizando-se 0,50 m entre linhas nas parcelas. O tratamento crotalária + milho foi estabelecido pelo plantio de 50% da população de cada espécie. Ambos os tratamentos contaram com 8 linhas de cultivo por parcela.

As plantas de coberturas foram roçadas após atingirem mais de 50% das plantas na floração, assim no período de maior produção de massa verde, com auxílio de roçadeira (02/03/2012), conforme observado na figura 3, e quinze dias após corte foi realizado o plantio do feijão com auxílio de uma matraca (figura 4).

Foi utilizado no experimento a cultivar de feijão ouro vermelho que possui um porte semiereto e de crescimento indeterminado (tipo II). As sementes de feijão foram tratadas com os esporos de *Trichoderma* comercial constituindo o tratamento com inoculação, já no tratamento sem inoculação as sementes não foram inoculadas. O plantio do feijão foi realizado nas subparcelas de 5 x 4 metros utilizando espaçamento de 0,50 m entre linhas e a densidade de 15 sementes por metro linear, o que equivale a uma população de 375 mil plantas por hectare. Não foi realizada adubação complementar no plantio do feijão. Não foi realizado nenhum tipo de adubação adicional. Também não foi realizada a inoculação das sementes com rizóbio, pois já havia sido observada nos cultivos anteriores na mesma área grande nodulação natural.

Foi avaliado a fitomassa fresca e seca das plantas de cobertura antecedendo ao corte, realizado com 50% de florescimento das plantas o que ocorreu com 110 dias após plantio, coletando uma amostra de 0,50 m² por sub parcela totalizando 1 m² por parcela. Após esse procedimento as plantas foram pesadas para a determinação da produção da fitomassa fresca. Em seguida foram retiradas sub-amostras uniformes por parcela e colocadas em estufa de ventilação forçada de ar a 65°C, até atingir peso constante, para quantificar o teor de matéria seca e a produção de fitomassa seca por área (t/ha). Após 30 dias do plantio do feijão foi realizada a avaliação das plantas espontâneas (figura 5), utilizando um quadro com 50 cm nas laterais totalizando 0,25 m², que é lançado de forma aleatória na parcela, sendo que após este procedimento é feita a coleta de todas as plantas espontâneas, que depois de terem suas principais representantes identificadas são colocadas em saquinhos para pesagem de sua massa verde.



Figura 3- Parcela de *Crotalaria juncea* em pleno florescimento (A) e roçada das plantas de cobertura (B). Coimbra, Zona da Mata de Minas Gerais, 2012/2013



Figura 4- Plantio do feijão com matraca na parcela com cobertura morta após 15 dias da realização do corte. Coimbra, Zona da Mata de Minas Gerais, 2012/2013.



Figura 5- Avaliação das plantas espontâneas presentes no cultivo. Coimbra, Zona da Mata de Minas Gerais, 2012/2013.

A incidência do mofo-branco (percentagem de plantas com sinais do patógeno e/ou sintomas da doença) foi estimada no estágio R8 (Figura 6), em todas as plantas da linha central da cada subparcela. O número de escleródios foi obtido através da realização da contagem dos mesmos quando presentes no tecido das plantas que compunham a linha avaliada. A severidade da doença também foi realizada na linha central de cada subparcela, avaliando-se todas as plantas dessa linha. Para tanto, notas de 1-6 foram atribuídas diante dos sintomas observados e, em seguida, utilizadas para estabelecer o Índice de Doença para o mofo-branco, conforme explicitado abaixo:

Tabela 5- Escala de notas para avaliação da severidade dos sintomas apresentado pela planta sob a ocorrência da doença (NAPOLEÃO, et al., 2005).

Notas	Ocorrência de sintomas da doença na planta
1	Planta aparentemente sadia
2	1% a 5% da planta atacada
3	6% a 20% da planta atacada
4	21% a 50% da planta atacada
5	Mais de 50% da planta atacada
6	Planta morta

Com as notas foi calculado o índice de severidade NAPOLEÃO, et al., 2005

$$IS = \frac{\sum_{i=1}^6 (i.n)}{N},$$

Onde: IS = índice de severidade
i = nota atribuída,
n = número de plantas na nota i,
N = número total de plantas



Figura 6- Plantio de feijão sadio com 35 dias após o plantio (A); Avaliação dos sintomas do mofo-branco no feijoeiro (B) e (C) no estágio R8; Contagem de escleródios (D). Zona da Mata de Minas Gerais, 2012/2013.

Com relação às avaliações sobre a produtividade do feijoeiro, procedeu-se colheita de amostras em 15/06/2012, que consistiu em arranque de 10 plantas (aleatórias) da linha central da subparcela. A partir delas contabilizou-se o número de vagens/planta; o número médio de grãos/vagem (Figura 7) e o número de grãos/planta. Também foi contabilizado a massa de 100 grãos, obtida através da coleta ao acaso e pesagem de duas amostras de 100 grãos por subparcela, para efeito de registro do valor médio dessa massa. Posteriormente os grãos foram acondicionados em sacos de papel e levados para o interior de estufa de secagem, sob ventilação forçada, para referência de valores quanto à umidade. Após estas avaliações foi realizado o cálculo da produtividade.



Figura 7- Amostras para avaliação dos componentes de produtividade do feijoeiro, cultivados na Zona da Mata de Minas Gerais, entre 2012/2013.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As espécies vegetais utilizadas para formação de cobertura morta em pré-cultivo não resultaram em diferenças significativas quanto ao acúmulo de fitomassa seca (Tabela 4). Apesar dos tratamentos não serem estatisticamente diferentes pode-se inferir que o consórcio entre a crotalária e o milho apresentou maior acúmulo de fitomassa em relação aos cultivos solteiros do milho e da crotalária, obtendo valores de 11.295, 8.595 e 6.210 Kg ha⁻¹ respectivamente. Valores semelhantes foram obtidos por PERIN et al. (2004) que em trabalho também realizado na zona da mata mineira avaliando a fitomassa de crotalária solteira, milho solteiro e o consórcio das duas espécies obteve respectivamente 9.34, 7.12 e 8.0 Mg ha⁻¹. A diferença dos dois trabalhos é que PERIN et al. (2004) realizou o manejo das plantas de cobertura aos 68 dias e neste trabalho o corte das espécies de cobertura foi realizado com 90 dias, o que pode resultar em maior desenvolvimento do milho e em hastes mais lignificadas da crotalária como pode se observar na Figura 7. CAZETTA et al. (2005) avaliando a *Crotalaria* e o milho em consórcio ou solteiro, utilizando um espaçamento de 0,25m entrelinha, que é inferior ao usado neste trabalho, obteve um rendimento de matéria seca superior com milho, com uma produção de 10.673 kg ha⁻¹, seguido pelo consórcio crotalária + milho com 8.455 kg ha⁻¹. Este trabalho citado teve seu material cortado com 60 dias e obteve peso de matéria seca inferior a este trabalho o que evidencia a possibilidade de retardar o corte das plantas de cobertura e se obter um maior acúmulo de fitomassa seca com o consórcio leguminosa + gramínea.

Em seus trabalhos CHIEZA et al. (2013) e TEIXEIRA et al. (2010) relatam a importância do consórcio entre leguminosas e gramíneas na adubação verde para se ter uma relação C/N que permita uma liberação de nutrientes mais gradual com o objetivo de proporcionar maior contribuição a cultura sucessora. E baseado no resultado deste trabalho podemos observar que o milheto e a crotalária não competiram entre si, o que sempre é uma preocupação, e sim se beneficiaram desta condição alcançando um acúmulo de biomassa superior ao cultivo solteiro de ambas espécies, que evidencia o potencial deste arranjo como cobertura morta e adubação verde. O aspecto citado também foi observado por SILVA et al., 2009 que em trabalho com cobertura morta em tomate ao avaliar as plantas de cobertura aos 107 dias após a semeadura, não observou diferença no acúmulo de matéria seca de *C. juncea* e *P. glaucum*, isolados ou consorciados entre si ou com *S. aterrimum*, com produção de matéria seca sempre superior a 20 Mg ha⁻¹, o que para ele evidenciou a viabilidade do uso da consorciação de culturas para a formação de palha.

A importância de se obter bons valores de acúmulo de biomassa é primeiramente que essa é característica básica para uso como cobertura morta e que trará benefícios indiretos, pois o uso do consórcio contribuirá para uma maior diversidade de espécies no sistema e um fornecimento mais amplo de nutrientes já que em trabalho realizado por PERIN et al., 2004 constatou-se que na utilização deste consórcio a presença da crotalária proporcionou maiores teores de N e Ca, enquanto o milheto maiores teores de potássio.

Tabela 6- Fitomassa seca em Kg ha⁻¹ dos diferentes arranjos de espécies de plantas de cobertura. Coimbra, Zona da Mata de Minas Gerais, 2012/13

Tratamento	Fitomassa seca (Kg ha ⁻¹)
<i>Crotalária</i> e milheto	11.295 a
Milheto solteiro	8.595 a
<i>Crotalária</i> solteira	6.210 a

Médias seguidas de letras iguais, nas colunas, não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.



Figura 8- Estágio de desenvolvimento do consórcio crotalaria/milheto na época de corte (aos 90 dias). Região de Coimbra, Zona da Mata de Minas Gerais, 2012/2013



Figura 9-Tratamento sem cobertura infestado por trevo, tiririca, picão preto e losna branca. Coimbra, Zona da Mata de Minas Gerais, 2012/2013.

Houve diferença significativa de acúmulo de biomassa das plantas espontâneas em função do tipo de cobertura morta, sendo que todos os tratamentos proporcionaram redução na fitomassa das plantas espontâneas em relação à testemunha que se trata da ausência de cobertura, conforme valores observados na tabela 5. O menor desenvolvimento das plantas espontâneas (873 Kg ha¹) foi observado no tratamento em que se usou o milho como cobertura (Tabela 5) e como observado na Figura 10, embora este tratamento não tenha proporcionado maior acúmulo de matéria seca e sim o consórcio com a crotalaria (Tabela 4), como se esperava. Resultado diferente do obtido por ERASMO et al. (2004) que ao avaliar diversas espécies em que o *P. americanum* mostrou-se com o mais baixo potencial para o controle das plantas daninhas avaliadas. O menor desenvolvimento das plantas espontâneas observado neste trabalho pode ter ocorrido pela interação que a palhada de milho tem com a germinação e desenvolvimento da população de plantas advindas do banco de semente no local, já que esta palhada pode influenciar de forma diferente entre o grupo de espécies das plantas ali presente, isso poderia ser melhor evidenciado através de um estudo fitossociológico realizado como complementar a avaliação de fitomassa. Na Figura 11 é possível observar o grande acúmulo de material vegetal que contribui para menor desenvolvimento das plantas espontâneas.

Adicionalmente, registra-se predominância das seguintes espécies invasoras: *Oxalis pes-caprae* (trevo), *Bidens pilosa* L. (picão-preto), *Cyperus rotundus* (tiririca) e *Parthenium hysterophorus* (losna branca) conforme (Figura 9).

Tabela 7- Fitomassa fresca em Kg ha⁻¹ das plantas de espontâneas em função dos tratamentos com diferentes arranjos de espécies de plantas de cobertura. Coimbra, Zona da Mata de Minas Gerais, 2012/2013

Tratamento	Fitomassa das plantas espontâneas (Kg ha⁻¹)
Testemunha	4.133 a
<i>Crotalaria</i>	2.818 ab
<i>Crotalaria</i> e milho	2.133 ab
Milho Solteiro	873 b

Médias seguidas de letras iguais, nas colunas, não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.



Figura 10-Tratamento com cobertura com baixa ocorrência de plantas espontânea. Coimbra, Zona da Mata de Minas Gerais, 2012/2013.



Figura 11- Cobertura morta de milho após o corte; B Cobertura de milho consorciado com crotalária após o corte. Coimbra, Zona da Mata de Minas Gerais, 2012/13.

Houve resultado significativo no acúmulo de biomassa da vegetação espontânea em relação ao manejo das plantas de cobertura utilizado, sendo o milho solteiro o tratamento que resultou no menor valor de matéria fresca das plantas de cobertura 873 Kg ha^{-1} seguido pelo consórcio e crotalaria solteira que resultaram em 2.133 e 2.818 Kg ha^{-1} respectivamente.

O tratamento sem a presença de cobertura proporcionou maior desenvolvimento das plantas espontâneas 4.133 Kg ha^{-1} quase 80% superior ao uso do milho solteiro que apresentou menor valor, o que já era esperado, pois de acordo com MESCHÉDE et al. (2007) a superfície do solo descoberta, além de receber maior quantidade de luz, também tem maior alternância de temperatura, o que pode estimular a germinação de um grande número de espécies. VIDAL & TREZZI (2004) observaram redução de 41% de infestantes e de 74% de massa seca total das plantas daninhas comparando as áreas cobertas com culturas à testemunha descoberta.

A cobertura morta reduz o acúmulo de biomassa das plantas espontâneas, que virão a competir com a cultura desejada, proporcionando condições inadequadas para a germinação e crescimento das plântulas das mesmas, sendo este mecanismo de natureza física influenciando na temperatura, na umidade e na entrada de luz direta no solo ou química por meio de produtos liberada pela espécie destinada à utilização da prática de cobertura morta. Segundo MONQUERO et al., (2009) o efeito físico da cobertura morta pode interferir na germinação e na taxa de sobrevivência das plântulas de algumas espécies de plantas daninhas. Nos efeitos sobre o processo germinativo, pode ocorrer a redução da germinação de sementes fotoblástica positivas, as quais requerem determinados comprimentos de onda para germinar, e a redução da germinação de sementes que necessitam de grande amplitude térmica para iniciar o processo germinativo (MONQUERO et al., 2009).

Como efeito químico, a principal ação que a palhada exerce nas plantas espontâneas é através de produtos alopáticos liberados por suas raízes ou pela parte aérea depois do corte. Em trabalho realizado por CARVALHO et al. (2012) houve a constatação que o milho apresenta maior porcentagem de controle da braquiária, guanxuma e falsa-serralha com baixo nível de produção de palha, evidenciando seu potencial alelopático, sendo que no mesmo trabalho o milho contribuiu para maior acúmulo de massa seca do mentrasto.

Tabela 8- Plantas/metro linear, número de grãos/planta, número de grãos/vagem e massa seca de cem grãos para a cultura do feijão em função dos tratamentos com diferentes arranjos de espécies de plantas de cobertura. Coimbra, Zona da Mata de Minas Gerais, 2012/13.

Tratamentos	Avaliações da produção do feijoeiro				
	Plantas/metro linear	Grãos/planta	Grãos/vagem	Vagem/planta	Massa de 100 grãos (gramas)
Crotalária e milho	25.1	56.50 a	5.30 a	10.53	17.01 a
Milho Solteiro	24.8	47.31 a	4.87 a	10.43	15.25 a
Crotalária solteira	24	35.91 a	4.56 a	9.15	15.13 a
Testemunha	26.2	45.76 a	4.88 a	9.46	15.70 a

Médias seguidas de letras iguais, nas colunas, não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade

As características produtivas do feijoeiro não foram afetadas significativamente pelos diferentes arranjos das espécies de plantas de cobertura e nem pelo uso ou não da inoculação com *Trichoderma* (tabela 6 e 7). Embora não significativo, o tratamento com plantas de cobertura que obteve o maior acúmulo de fitomassa seca, no caso a crotalária consorciada com milho (tabela 4), foi responsável por melhores valores relacionado aos parâmetros avaliados conforme tabela 6 (número de grãos/planta, número de grãos/vagem, massa seca de cem grãos). CARVALHO et al. (2007) e FERREIRA et al. (2011) em avaliações que quantificava os parâmetros produtivos do feijoeiro resultantes de diferentes arranjos de plantas utilizadas com adubação verde também não tiveram efeito significativo para as variáveis. Já STONE e MOREIRA (2000) avaliando vários preparos do solo e entre eles o plantio direto com cobertura morta obtiveram melhores valores quanto ao número de vagens por planta e de grãos por vagens com este manejo, segundo os autores isso se deve a maior disponibilidade de água no solo proporcionado pelo tratamento, especialmente em parcelas com irrigação deficitária. Eles concluíram que o sistema de plantio direto mais cobertura morta foi o mais eficiente no uso da água, propiciando maiores produtividades com menor quantidade de água aplicada.

Apesar de a cobertura morta ter acumulado grande quantidade de matéria seca (tabela 4), como pode ser observado na figura 11, o que resultaria na liberação de nutrientes para o

cultivo subsequente pela decomposição do material, no entanto esta situação não contribuiu para melhores parâmetros produtivos do cultivo de feijão. Isso ocorre pelo fato de grande quantidade de nitrogênio que existe na parte aérea das culturas de cobertura, a real quantidade que será aproveitada pela cultura em sucessão irá depender do sincronismo entre a decomposição da fitomassa e a taxa de demanda da cultura (SIQUEIRA & BRAS, 2008). Segundo TEIXEIRA et al. (2009), no início da decomposição, há tendência de maior imobilização de nutrientes, já que a quantidade destes, principalmente de N, disponíveis na palha, não é adequada para a microbiota decompositora, o que implica imobilização e diminuição da disponibilidade de alguns nutrientes para as culturas. TORRES et al. (2008) observou uma taxa de decomposição de 67,8 % e 67,7% dos resíduos de crotalária e milho respectivamente após 210 dias após o manejo. Assim, tanto a crotalária quanto o milho possuem tecidos com alto teor de lignina podem demorar a decompor e desta forma retardar a liberação de nutrientes para cultura sucessora, no entanto para confirmar esta hipótese seria importante a avaliação do tempo de meia vida dos materiais utilizado no estudo nas condições climáticas vividas.

A taxa de absorção de N pelo feijoeiro varia durante ciclo cultural, com a época de maior exigência ocorrendo nos primeiros 50 dias após a emergência, entre o início do florescimento e a formação das vagens (FERREIRA et al., 2004). Em trabalho realizado por TEIXEIRA et al. (2010) neste período a palhada de milho liberou 10 Kg ha⁻¹ de N e o consórcio de milho com feijão de porco liberou 60 Kg ha⁻¹ o que segundo os autores seria o suficiente para atender a recomendação de adubação nitrogenada para o feijão .

Embora o uso das plantas de cobertura não tenha tido impacto significativo sobre a produtividade, seria interessante repetir o pré-cultivo nos anos subsequentes, pois pela hipótese de não ter ocorrido sincronismo na decomposição da biomassa com a necessidade do feijoeiro, depois de novos cultivos e com a incorporação deste material poderá existir um acúmulo de matéria orgânica no solo que acarretará em melhoria na produção de cultivos subsequentes.

O inoculação com *Trichoderma* também não influenciou características produtivas do feijoeiro, justificado pela não significância da avaliação de severidade do mofo-branco (tabela 7).

Tabela 9- Plantas/metro linear, número de grãos/planta, número de grãos/vagem e massa seca de cem grãos para a cultura do feijão em função dos tratamentos com uso ou não de inoculação de trichoderma nas sementes. Coimbra, Zona da Mata de Minas Gerais, 2012/13.

Tratamentos	Avaliações relacionadas à produção do feijoeiro			
	Grãos/planta	Grãos/vagem	Vagem/planta	Massa de 100 grãos (gramas)
Sem inoculação	44.05 a	5.18 a	9.40	15.93 a
Com inoculação	48.69 a	4.63 b	10.39	15.61 a

Médias seguidas de letras iguais, nas colunas, não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade

A testemunha teve uma média de plantas por metro linear um pouco maior que os tratamentos com plantas de cobertura (tabela 6) pela melhor condição de plantio e de germinação das plantas, já que o material resultante da roçada das plantas de cobertura é uma barreira física para a realização do manejo e crescimento da plântula. A diferença do número de plantas por metro pode influenciar negativamente na avaliação do manejo proposto, visando o controle do mofo-branco, no entanto em trabalho que avalia espaçamentos de 30, 45 e 60cm entre linhas de plantio e de 8, 12 e 16 plantas por metro, NAPOLEÃO et al. (2006) concluiu que mantendo-se ou não o mesmo número de plantas/ha, não há efeito do espaçamento sobre o mofo-branco em plantas e em sementes do feijoeiro, em condições de alta e baixa incidência da doença. Entretanto, segundo o autor o aumento do espaçamento aumenta a aeração sob o dossel, e pode ser recomendado em situações específicas, porque além do mofo-branco, outras doenças são favorecidas pela alta umidade.

O pré-cultivo das plantas de cobertura não afetou significativamente o índice de severidade do mofo-branco, a incidência da doença e o número de escleródios presentes nas plantas avaliadas (tabela 8) e conforme representado na figura 12. O que é interessante pela proposta do trabalho, pois uma preocupação no uso da cobertura morta é que entre os benefícios desta prática para o solo e a espécie cultivada estejam a manutenção de um maior teor de umidade no solo, o que poderia também afetar negativamente o cultivo ao favorecer o desenvolvimento da *Sclerotinia sclerotiorum*. No entanto, ainda é importante a realização de novos experimentos para melhor avaliar certas situações observadas, como a diferença entre o desenvolvimento da doença em relação às espécies utilizadas. Já que o consórcio apresentou maiores valores referente às avaliações que evidenciam a ocorrência e a severidade da doença

um pouco superior ao pré-cultivo de *Crotalaria juncea*. Isto pode indicar uma tendência do acúmulo maior de matéria orgânica favorecer o desenvolvimento da doença pela retenção de umidade no local ou por ser substrato para o patógeno ou, então, que a crotalaria exerceu efeito negativo na ocorrência do fitopatógenos por conter e assim liberar produtos inibidores, já que a crotalaria solteira proporcionou menor ocorrência de estruturas de resistência e severidade do mofo-branco.

BONANOMI et al. (2007), revisando 1.964 estudos sobre a adição de resíduos no controle de doenças, verificaram que em 45% dos casos a adição de matéria orgânica promoveu supressividade, enquanto que 35% não teve efeito sobre a supressividade e 20% dos casos promoveu uma aumento da incidência da doença. Como exemplos podemos citar MONTEIRO et al. (2012) que avaliando o uso de extratos de diferentes espécies de plantas de cobertura verificou que o extrato de milho e mombaça a uma concentração de 5% promoveu o crescimento micelial da esclerotinea em relação às outras espécies utilizadas, e apenas o estilizante e a testemunha obtendo melhores resultados. TOLEDO E SOUZA et al. (2008) concluiu em seu trabalho com utilização de diferentes espécies de adubos verdes, que plantios prévios de gramíneas, em geral, são supressores das populações de *Rhizoctonia* spp. e de *Fusarium* spp. em áreas infestadas, já plantios prévios de leguminosas, em geral, favorecem o aumento nas populações desses patógenos.

A partir do momento que determinamos as espécies de adubos verdes ou algum outro tipo de material orgânico que realmente contribuem para a supressão do patógeno é importante determinar o mecanismo de ação deste material, assim será possível determinar a melhor estratégia de manejo. SANTOS et al. (2009) afirmam que o efeito deletério do resíduos orgânicos sobre os fitopatógenos é atribuído principalmente a atividade microbiana estimulada principalmente pela incorporação dos resíduos ao solo, promovendo desta forma o antagonismo entre os microrganismos presentes no ambiente. No entanto, ROSSI et al. (2002) afirmam que o controle de fitopatógenos pela adubação verde é promovido pela escassez de alimento para o patógeno, pela liberação de substâncias tóxicas durante a decomposição da massa verde, que inibem o crescimento ou matam o patógenos, e pelo aumento de populações antagônicas que encontram no material decomposto um ambiente propício ao seu crescimento e reprodução.



Figura 12- Ocorrência de mofo-branco em parcela com a utilização de cobertura morta. Coimbra, Zona da Mata de Minas Gerais, 2012/13.

Quando o mecanismo de atuação das plantas de cobertura é através da exsudação de compostos químicos, o grande acúmulo de biomassa tão preconizada se torna menos importante. Em trabalho desenvolvido por CRUZ et al. (2013) foi observado que o resíduo orgânico mais eficiente no controle da murcha de fusário foi representado pela incorporação do resíduo de amendoim forrageiro, que para atingir o percentual de controle de 73,3 % necessitou apenas de 40 g L⁻¹ de terra do resíduo, enquanto que para feijão de porco e leucena, para atingir o mesmo percentual de controle, as concentrações foram maiores, demonstrando não haver relação direta entre concentração e resíduo. Enquanto, BLUM & RODRIGUEZ-KÁBANA (2004) estudaram o efeito da adição de diferentes concentrações de resíduos orgânicos de kudzu (*Pueraria lobata*), mucuna (*Mucuna deeringiana*) e casca de pinus (*Pinus taeda* e *Pinus elliotti*) em comparação com benzaldeído na formação e germinação de escleródios e no crescimento 10 micelial de *Sclerotium rolfsii*. Os autores concluíram que as concentrações mais elevadas de benzaldeído (0,4 mL kg⁻¹) e mucuna (100 g kg⁻¹) inibiram o crescimento micelial e a germinação de escleródios, porém as menores de benzaldeído, puerária e casca de pinus estimularam o crescimento micelial e a germinação dos escleródios.

SILVA, et al (2011) observaram que resíduos e extratos de culturas de aveia, ervilhaca, feijão, milheto, milho e trigo foram avaliados em condições controladas, em que scleródios cobertos com resíduos de aveia, ervilhaca, feijão e milheto não germinaram carpogenicamente. FERRAZ, et al., discutindo a menor incidência da doença causada por *S. sclerotiorum* em feijoeiro cultivado em sistema de plantio direto em relação ao convencional, apontaram a possibilidade da atuação da palhada como uma barreira física à emergência de estipes e/ou a disseminação dos ascósporos.

Seria importante a repetição do experimento para verificar o efeito do acúmulo de matéria orgânica e até a possível colonização do *Trichoderma spp.* no solo na ocorrência do mofo-branco nos cultivos subsequentes.

Tabela 10- Índice de severidade do mofo-branco, incidência do mofo-branco e número de escleródio de *Sclerotinea sclerotiorum* mediante diferentes tratamentos com plantas de cobertura. Coimbra, Zona da Mata de Minas Gerais, 2012/13.

Tratamentos	Índice de severidade	Incidência (%)	Nº de escleródios
Milheto Solteiro	1.70 a	39,4 a	46,2 a
<i>Crotalaria</i> solteira	1.33 a	22,1 a	15,5 a
<i>Crotalaria</i> e milho	1.41 a	21 a	39,1 a
Testemunha	1.42 a	29,8 a	23,5 a

Médias seguidas de letras iguais, nas colunas, não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade

O uso de *Trichoderma* não influenciou de maneira significativa a ocorrência do mofo-branco no feijoeiro (tabela 9). Segundo LOBO JUNIOR et al. (2009) a maioria das espécies de *Trichoderma spp.* se desenvolve melhor em temperaturas entre 20 °C e 30 °C, mas há outras variáveis que determinam o sucesso do seu desempenho no campo. Então, de acordo com o autor esses agentes isolados e selecionados para o controle de patógenos em condições experimentais podem ser incapazes de produzir os mesmos resultados em condições de campo. Esta dificuldade em se obter resultados com o trichoderma no campo é comprovada por LOUZADA et al. (2009) que com o objetivo de determinar o potencial antagônico de isolados de trichoderma originados de diferentes ecossistemas identificou 230 isolados como pertencentes ao gênero *Trichoderma*, sendo que destes, 50 isolados inibiram o crescimento micelial de *F. solani* e 111 de *S. sclerotiorum*, pelo teste de pareamento de culturas (notas menores que 3). Segundo o autor o antagonismo contra os dois patógenos foi observado em 10% dos isolados (24 isolados). Praticamente metade dos isolados de *Trichoderma* (52%) não apresentaram efeito inibitório contra *F. solani* (notas superiores a 3), enquanto para *S. sclerotiorum*, esse índice foi de apenas 14%.

Outro questionamento é com relação ao método de utilização do produto, sendo que o *Trichoderma* foi aplicado via inoculação da semente, e existem vários trabalhos como GORGEN et al. (2009) que comprovam a eficiência do controle biológico da *Sclerotinea sclerotiorum*, no entanto com a utilização de pulverização em todo solo.

Segundo POMELLA & RIBEIRO (2009) o tratamento de sementes com *Trichoderma* tem controlado patógenos que ocasionam o tombamento de plantas como *Fusarium* e *Rhizoctonia solani*, porém não é prática indicada para controle do mofo-branco, pois a área de atuação do *Trichoderma* é somente ao redor da semente e os escleródios estão distribuídos em toda lavoura. Segundo LOBO JUNIOR et al. (2009) a aplicação de *Trichoderma spp.* deve ser feita via barra de pulverização ou água de irrigação, para cobrir 100% da área infestada com o patógeno e que não se deve esperar que o jato dirigido ou mesmo o tratamento de sementes sejam eficientes para controlar *S. sclerotiorum*, pois a área de contato do antagonista com o solo é muito pequena, e não ocorre a proliferação do antagonista formando um manto sobre o solo. De acordo com estes autores, devido a reação diferencial do *Trichoderma* a fatores bióticos e abióticos, um passo fundamental no biocontrole é a realização de estudos.

Neste trabalho realizado no cerrado por GORGEN (2009), houve efeito residual da cobertura vegetal de braquiária e das doses de *T. harzianum* '1306' sobre a incidência de Mofo-branco na safra 47 2007/2008. A incidência da doença foi menor no tratamento com braquiária (41,8%) em comparação ao tratamento sem braquiária (63,7%), comprovando a eficiência do uso do trichoderma associado à palhada de braquiária.

Tabela 11- Índice de severidade do mofo-branco, incidência do mofo-branco e número de escleródio de *Sclerotinea sclerotiorum* sob o uso ou não de inoculação das sementes com *Trichoderma*. Coimbra, Zona da Mata de Minas Gerais, 2012/13.

Inoculação com <i>Trichoderma</i>	Índice de severidade	Incidência (%)	Nº de escleródios
Sem inoculação	1.44 a	28,6	23,2
Com inoculação	1.48 a	27,6	37,1

Médias seguidas de letras iguais, nas colunas, não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade

Enfim, a produtividade do feijoeiro não foi afetada significativamente pela presença ou pelo arranjo das plantas de cobertura conforme observado na tabela 10.

Tabela 12- Produtividade em Kg ha-1 do feijoeiro em função dos tratamentos com diferentes arranjos de espécies de plantas de cobertura. Coimbra, Zona da Mata de Minas Gerais, 2012/13

Tratamento	Produtividade do feijoeiro (Kg ha⁻¹)
<i>Crotalária</i> e milho	2.519 a
Testemunha	1.868 a
Milho Solteiro	1.756 a
<i>Crotalária</i>	1.269 a

Embora os tratamentos com a utilização de plantas de cobertura não tenham contribuído para a redução na ocorrência e severidade do mofo-branco (tabela 8) obtiveram uma boa produtividade, mostrando, assim, ser viável a utilização deste manejo em áreas com histórico de ocorrência de *Sclerotinia sclerotium*, pois assim é possível conseguir a manutenção da produtividade e ainda obter vários outros benefícios como a proteção do solo contra a erosão, a não utilização de herbicidas e do acréscimo de matéria orgânica no solo, que certamente favorecerá os próximos cultivos.

CONCLUSÕES

Apesar de não diferirem estatisticamente da testemunha, os tratamentos com pré-cultivo resultaram em maior massa seca.

O manejo das plantas de cobertura utilizando o milho solteiro foi eficiente para a diminuição da matéria seca das plantas espontâneas no cultivo de feijão, seguido pelo consórcio do milho com a crotalária e a crotalária solteira.

Os manejos das áreas com cultivos prévios de milho, crotalária e consórcio milho+crotalária não influenciaram significativamente nas características agrônomicas do feijoeiro.

Não foi possível inferir efeito do manejo com pré-cultivos e o uso do *Trichoderma* na supressão de *Sclerotinea sclerotiorum* sobre o cultivo do feijão.

O pré-cultivo de plantas de cobertura na produção de feijão em área com histórico de ocorrência de *Sclerotinia esclerotiorum* não interferiu na ocorrência e na severidade do mofo-branco podendo, assim, ser utilizado neste tipo de situação como manejo conservacionista.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para trabalhar com pré-cultivo de plantas de cobertura o agricultor deve manter em uma área separada em sua propriedade uma parcela das espécies utilizadas, para produção de sementes, já que as mesmas ainda são difíceis de ser encontradas em muitas regiões do país e quando disponíveis no mercado são caras o que irá elevar assim o custo de produção da cultura principal.

O agricultor deve observar em suas lavouras de feijão se a planta está nodulando, ou seja, o produtor deve retirar a planta do solo com muito cuidado para não danificar a raiz e observar se esta possui pequenos nódulos que se desgrudam da planta com facilidade e que quando cortados possuem seu interior com coloração rosa, pois estes são os rizóbios, responsáveis por ajudar a planta na fixação de nitrogênio. Caso as plantas do feijão não possuam estas estruturas mencionadas, o produtor deve utilizar, além da inoculação com o trichoderma, o rizóbio comercial.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, A. R.; MACHADO, D. F. M.; PARANHOS, J. T.; SILVA, A. C. F. **Seleção de isolados de *Trichoderma* Spp. na promoção de crescimento de mudas do feijoeiro cv. carioca e controle de *Sclerotinia sclerotiorum***; Ciência e natura UFSM 47–58, 2013
- AITA, C. & GIACOMINI, S. J. **Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura de solo solteiras e consorciadas**. R. Bras. Ci. Solo, 27:601-612, 2003
- ALTIERI, M. **Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável**. Editora Agropecuária. Guaíba, RS, Brasil, 592 p., 2002
- ALTIERI, M. **Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável**. 4ª edição, Editora da UFRGS, Porto Alegre, 2004.
- AMADO, T. J. C.; BAYER, C. ; ELTZ, F. L. F.; BRUM, A. C. R. **Potencial de culturas de cobertura em acumular carbono e nitrogênio no solo no plantio direto e a melhoria da qualidade ambiental**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, vol. 25, núm. 1, pp. 189-197, 2001
- ARGENTON J.; ALBUQUERQUE, J.A.; BAYER, C. & WILDNER, L.P. **Comportamento de atributos relacionados com a forma da estrutura de Latossolo Vermelho sob sistemas de preparo e plantas de cobertura**. Revista Brasileira Ciência Solo, 29:425-435, 2005.

ASSIS, R. L. **Agricultura orgânica e agroecologia: questões conceituais e processo de conversão.** Embrapa Agrobiologia. Documentos, 196, Seropédica, 2005.

AZEVEDO FILHO, J. A.; LUCON, C. M. M.; DUARTE, L. M. L.; CHAVES, A. L. R.; DONADELLI, A; ALEXANDRE, M. A. V.; KANO, C. **Efeito da aplicação de maravilha (*Mirabilis jalapa* L.), primavera (*Bougainvillea spectabilis* L.) e isolados de *Trichoderma* na produção de alface.** Rev. Bras. Pl. Med., Botucatu, v.13, especial, p.612-618, 2011.

BAPTISTA, M.J.; REIS JUNIOR, F.B. dos; XAVIER, G.R.; ALCÂNTARA, C. de; OLIVEIRA, A.R. de; SOUZA, R.B.; LOPES, C.A. **Eficiência da solarização e biofumigação do solo no controle da murcha-bacteriana do tomateiro no campo.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.42, p.933-938, 2007.

BERNADES, F. **Intensidade do mofo-branco no feijoeiro em função da densidade de plantio e da aplicação de *Trichoderma* ssp.** Universidade Federal de Viçosa. 2005 (Mestrado)

BETTIOL, W. (Org.) **Controle biológico de doenças de plantas.** Jaguariúna: EMBRAPA-CNPDA, 388p. 1991

BETTIOL, W & GHINI, R. **Proteção de Plantas em Sistemas Agrícolas Alternativos.** Proteção de Plantas na agricultura sustentável, eds. Sami Jorge Michereff, Reginaldo Barros. – Recife : UFRPE, Imprensa Universitária, pag 1 a 15. 2001

BETTIOL, W.; MAFFIA, L. A.; CASTRO, M. L. M. P De. **Control biológico de enfermidades de plantas en Brasil. Control biológico de enfermidades de plantas en América Latina y el Caribe.** Editores BETTIOL,W.; RIVERA, M. C.; MONDINO, P.; MONTEALEGRE A. J. R.; COLMENÁREZ, Y. C. Capítulo 3, p. 91-139, 2014

BETTIOL, W.; MORANDI, M. A. B.; PINTO, Z. V.; PAULA JÚNIOR, T. J.; CORRÊA, E. B.; MOURA, A. B.; LUCON, C. M. M.; COSTA; J. C. B.; BEZERRA, J. L. **Produtos comerciais à base de agentes de biocontrole de doenças de plantas.** Documento 88, Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP, 2012

BERNARDI, A.C.C.; CARVALHO, M.C.S.; FREITAS, P.L.; OLIVEIRA JÚNIOR, J.P.; LEANDRO, W.M. & SILVA, T.M. **No sistema plantio direto é possível antecipar a adubação do algodoeiro.** Comunicado Técnico 24, Embrapa solos, Rio de Janeiro, 2004

BERTOL, I. et al. **Propriedades físicas do solo sob preparo convencional e semeadura direta em rotação e sucessão de culturas, comparadas às do campo nativo.** Rev. Bras. Ciênc. Solo, vol.28, n.1, pp. 155-163. 2004

BLUM, L. E. B.; RODRIGUEZ-KÁBANA, R. **Effects of organic amendments on sclerotial germination, mycelial growth, and *Sclerotium rolfsii*-induced diseases.** Fitopatologia Brasileira, Brasília, v. 29, n. 1, p. 66-74, jan-fev. 2004.

BONANOMI, G.; ANTIGNANI, V.; PANE, C.; SCALA, F. **Suppression of soilborne fungal diseases with organic amendments.** Journal of Plant Pathology, Bari, v. 89, n. 3, p.311-334, 2007

Cadastro Nacional de Produtores Orgânicos. MAPA. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br>. Acessado em 15 de julho de 2014.

CARVALHO, M. A. C.; SORATTO, R. P.; ALVES, M. C.; ARF, O.; SÁ, M. E. **Plantas de cobertura, sucessão de culturas e manejo do solo em feijoeiro**. *Bragantia*, v.66, p.659-668, 2007.

CARVALHO, W. P.; CARVALHO, G. J. de; NETO, D. O. A. TEIXEIRA. L. G. V. **Desempenho agrônômico de adubos verdes no controle de infestantes em sistema orgânico**. UFLA, Lavras, 2012. Tese

CAZETTA, D. A.; FILHO, D. F.; GIROTTO, F. **Composição, produção de matéria seca e cobertura do solo em cultivo exclusivo e consorciado de milho e crotalária**. *Acta Sci. Agron. Maringá*, v. 27, n. 4, p. 575-580, Oct./Dec., 2005

CHIEZA, E. D.; LOVATO, T.; ARAÚJO, E. S.; TONIN, J. **Propriedades físicas do solo em área sob milho em monocultivo ou consorciado com leguminosas de verão**. *Revista Brasileira Ciência Solo*, 37:1393-1401, 2013

COBUCCI, T.; DI STEFANO, J.G.; KLUTHCOUSKI, J. **Manejo de plantas daninhas na cultura do feijoeiro em plantio direto**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 56p, 1999.

CRUZ, S. M. C.; RODRIGUESI, A. A. C.; SILVA, E. K. C.; OLIVEIRA, L. J. M. G. **Supressividade por incorporação de resíduo de leguminosas no controle da fusariose do tomateiro**. *Summa phytopathol.* vol.39 no.3 Botucatu jul./set. 2013

DIDONET, A. D; MOREIRA, J. A. A. M.; FERREIRA, E. P. B. **Sistema de Produção Orgânico de Feijão para Agricultores Familiares**. *Comunicado Técnico 173*. Santo Antônio de Goiás, GO, Dezembro, 2009

ELOY, A. P.; MICHEREFF, S. J.; NASCIMENTO, C. W. A.; LARANJEIRA, D.; BORGES. M. A. S. **Natureza da supressividade de solo à murcha-de-fusário do caupi e dinâmica populacional de *Fusarium oxysporum* f.sp. tracheiphilum**. *Summa Phytopathol.*, Vol.30, Nº 2, 2004

ERASMO, E. A. L.; AZEVEDO, W. R.; SARMENTO, R. A.; CUNHA, A. M. e GARCIA, S. L. R. **Pontencial de espécies utilizadas como adubo verde no manejo integrado de plantas daninhas**. *Planta daninha, viçosa/Mg*, v22, n3, p337-342, 2004

FERREIRA, E. P. B; STONE, L. F. ; PARTELLI, F. L; DIDONET, A. D. **Produtividade do feijoeiro comum influenciada por plantas de cobertura e sistemas de manejo do solo**. *R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental*, v.15, n.7, p.695–701, 2011.

FORMENTINI, E. A.; LÓSS, F. R.; BAYERL, M. P.; LOVATI, R. D.; BAPTISTI, E. **Cartilha sobre adubação verde e compostagem**, INCAPER. Vitória, 2008

GHINI, R. & ZARONI, M.M.H. **Relação entre coberturas vegetais e supressividade de solos a *Rhizoctonia solani***. *Fitopatologia Brasileira* 26:10-15. 2001.

GLIESSMAN, S. R. Agroecologia: processos ecológicos de uma agricultura sustentável. 3ª. Ed. Editora da UFRGS. Porto Alegre. 2005

GOMES, M. A. F.; BARIZON, R. R. M. **Panorama da contaminação ambiental por agrotóxicos e nitrato de origem agrícola no Brasil: cenário 1992/2011.** Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP, 2014.

GORGEN A. C.; **Manejo do Mofo-branco com Palhada e Trichoderma Harzianum na Soja '1306'** Universidade Federal de Goiás. Jataí, 2009 (Dissertação)

GORGEN A. C.; SILVEIRA A. N. DA.; CARNEIRO, N. L. C.; VILMAR RAGAGNIN, V.; LOBO JUNIOR, M. **Manejo do Mofo-branco com Palhada e Trichoderma Harzianum na Soja '1306'** Pesquisa agropecuária brasileira, Brasília, v.44, n.12, p.1583-1590, dez. 2009

GUERRA, J. G. M.; ESPINDOLA, J. A. A.; ARAUJO, E. S.; LEAL, M. A. A.; UZÊDA, M. C.; RICCI, M. S. F.; ZONTA, E.; RIBEIRO, R. L. D.; ALMEIDA, D. L. **Manejo da fertilidade do solo na agricultura orgânica.** Manual de calagem e adubação do estado do Rio de Janeiro. Ed. FREIRE, L. M. et al., Capítulo 9, p 189-193 Editora Universidade Rural, Seropédica, RJ, 2013

IBGE. Censo agropecuário 2006: agricultura familiar - primeiros resultados. Rio de Janeiro, 2006. 267 p.

IBGE. **Levantamento sistemático da produção agrícola**, 2010.

INFANTE, D; MARTINEZ, B; GONZALEZ, N.; REYES, Y. **Mecanismos de acción de trichoderma frente a hongos fitopatógenos.** *Rev. Protección Veg.* [online]. 2009, vol.24, n.1, pp. 14-21. ISSN 2224-4697.

JESUS, E. L. de. **Histórico e filosofia da agricultura alternativa. Proposta**, Rio de Janeiro, v. 27, p. 34-40, 1985.

LOBO JUNIOR, M.; BRANDÃO, R. S.; CORRÊA, C. E; CLÁUDIA ADRIANA GÖRGEN, C. A; CIVARDI, E. A.; OLIVEIRA, P. de. **Uso de Braquiárias para o Manejo de Doenças Causadas por Patógenos Habitantes do Solo.** Comunicado técnico 183, Santo Antônio de Goiás, GO Dezembro, 2009

LOBO JUNIOR, M.; GERALDINE, A. M.; CARVALHO, D. D. C.; COBUCCI, T. **Uso de Cultivares de Feijão Comum com Arquitetura Ereta e Ciclo Precoce para Escape do Mofo-branco (*Sclerotinia sclerotiorum*).** Comunicado Técnico 182, Santo Antônio de Goiás, GO, dezembro, 2009

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

LOUZADA, G. A. S. L.; CARVALHO, D. D. C.; MELLO, S. C. M., LOBO JÚNIOR, M.; MARTINS, I.; BRAÚNA, L. M. **Potencial antagônico de *Trichoderma spp.* originários**

de diferentes agroecossistemas contra *Sclerotinia sclerotiorum* e *Fusarium solani*. Biota Neotrop., vol. 9, no. 3, 2009

LUZ, J. M. Q.; SHINZATO, A. V.; SILVA, M. A. D. da, **Comparação dos Sistemas de Produção de Tomate Convencional e Orgânico em Cultivo Protegido Biosci. J.**, Uberlândia, v. 23, n. 2, p. 7-15, Apr./June 2007

MACIEL, A.D.; ARF, O.; SILVA, M. G.da; SÁ, M.E.de; SALATIÉR, B.; ANDRADE, J.A.C.; SOBRINHO, E.B. Comportamento do milho consorciado com feijão em sistema de plantio direto. **Acta Scientiarum Agronomy**. Maringá, v.26, n.3, p.309-314, 2004.

MACEDO, M.A.; MARTINS, I.; DELGADO, G.V.; MELLO, S.C.M.; MENÊZES, J.E. **Influência de *Trichoderma* spp. sobre o crescimento de *Sclerotium rolfsii*** . Boletim de pesquisa e desenvolvimento 213. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília, DF, 2007.

MACHADO, Daniele Franco Martins; PARZIANELLO, Francini Requia; SILVA, Antonio Carlos Ferreira da e ANTONIOLLI, Zaida Inês. ***Trichoderma* no Brasil: o fungo e o bioagente**. Rev. de Ciências Agrárias, vol.35, n.1, p. 274-288. 2012

MARIANO R. L.R.; SILVEIRA E. B.; A. M.A. GOMES. **Controle Biológico de Doenças Radiculares**. Direitos de edição reservados aos editores Ecologia e Manejo de Patógenos Radiculares em Solos Tropicais ISBN 85-87459-09-0 2005. Recife, UFRPE

MELO, I.S. **Agentes microbianos de controle de fungos fitopatogênicos**. In: Melo, I.S. & Azevedo, J.L. (Eds.) Controle Biológico. Jaguariúna. Embrapa Meio Ambiente. v.1, p.17-67, 1998.

MORAES, W. B. C. Controle alternativo de fitopatógenos. Pesquisa agropecuária brasileira, Brasília, 27, s/n, p. 175-190, abr., 1992

MICHEREFF, S. J.; PERUCH, L. A. M. ; ANDRADE, D. E. G. T. de. **Manejo Sustentável de Doenças Radiculares em Solos Tropicais**. Proteção de Plantas na agricultura sustentável, eds. Sami Jorge Michereff, Reginaldo Barros. – Recife : UFRPE, Imprensa Universitária, 2001.pag 15 a 69

MONQUEIRO, P. A.; AMARAL, R. L.; INACIO, E. M.; BRUNHARA, J. P.; BINHA,. D. P.; SILVA, P. V. E SILVA, A. C. **Efeito de adubos verdes na supressão de espécies de plantas daninhas**. Planta daninha, viçosa/MG, V. 27, n. 1, p 85-95, 2009.

MONTEIRO, F.P.; PACHECO, L.P.; LORENZETTI, E.R.; ARMESTO, C.; DE SOUZA, P.E.; ABREU M.S. De. **Extratos de plantas de cobertura no desenvolvimento de *sclerotinia sclerotiorum*** *Arq. Inst. Biol.*, São Paulo, v.79, n.4, p.567-577, out./dez., 2012

MORANDI, M. A. B; PAULA JUNIOR, T. J.; BETTIOL, W. TEIXEIRA, H. **Controle biológico de fungos patogênicos**. Informe Agropecuário, Belo horizonte, v. 30, 251, p. 73-82, 2009

- MORANDI, M. A. B. **Controle de fitopatógenos na agricultura orgânica. Controle de pragas e doenças na agricultura orgânica.** Ed. VENZON, M. J.; PAULA JUNIOR, T. J.; PALLINI, A. Viçosa, MG, U. R. EPAMIG ZM, 2010
- NAPOLEÃO, R., CAFÉ-FILHO, A.C., NASSER, L.C.B., LOPES, C.A. & SILVA, H.R. **Intensidade do mofo-branco do feijoeiro em plantio convencional e direto sob diferentes lâminas d'água.** Fitopatologia Brasileira 30:374-379. 2005.
- NAPOLEÃO, R.; FILHO, A. C. C.; LOPES, C. A.; NASSER, L. C. B. **Efeito do espaçamento e da cultivar de feijoeiro sobre a intensidade do mofo-branco e a sanidade de sementes.** Summa Phytopathol., Botucatu, v. 32, n. 1, p. 63-66, 2006
- NUNES, R., JÚNIO, V. C. A.; SILVA, E. B., SANTOS, N. F., COSTA, H. A. O.; FERREIRA, C. A. **Produção de palhada de plantas de cobertura e rendimento do feijão em plantio direto** Pesq. agropec. bras., Brasília, v.41, n.6, p.943-948, Ubirajara, jun. 2006
- PÁDUA, R.R. de ; ALVARENGA, D. O. de ; QUEIROZ, P. R. ; MELLO, S. C. M. de. **Avaliação e caracterização de potenciais antagonistas de *Sclerotium rolfsii* pertencentes ao gênero *Trichoderma*.** Boletim de pesquisa e desenvolvimento165, Boletim de pesquisa e desenvolvimento. Brasilia/DF, 2007
- PAULA JUNIOR, T. J.; LOBO JR., M.; SARTORATO, A.; VIEIRA, R. F.; CARNEIRO, J. E. S.; LAERCIO Z. **Manejo Integrado de Doenças do Feijoeiro em Áreas Irrigadas,** Guia Técnico, EPAMIG, Viçosa, 2006
- PAULA JUNIOR, T. J.; VENZON, M. J.; MORANDI, M. A. B.; BETTIOL, W. TEIXEIRA, H. **Comercialização de produtos biológicos para o controle doenças de plantas e pragas no Brasil.** Informe Agropecuário, Belo horizonte, v. 30, 251, p. 73-82, 2009
- PAULA JUNIOR, T. J.; VIEIRA, R. F.; LOBO JR., M.; MORANDI, M. A. B.; CARNEIRO, J. E. S.; LAERCIO Z. **Manejo Integrado do Mofo-branco do Feijoeiro,** Guia Técnico, EPAMIG, Viçosa, 2006
- PERIN, A.; SANTOS, R. H. S.; URQUIAGA, S.; GUERRA, J. G. M.; CECON, P. R. **Produção de fitomassa, acúmulo de nutrientes e fixação biológica de nitrogênio por adubos verdes em cultivo isolado e consorciado.** Pesq. agropec. bras., Brasília, v.39, n.1, p.35-40, jan. 2004
- POMELLA, A. W. V. & RIBEIRO, R. T. S. Controle biológico com trichoderma em grandes culturas. **Uma visão empresarial. Biocontrole de doenças de plantas: uso e perspectivas.** P. 239-244, Embrapa Meio Norte, Jaguariúna, 2009.
- PRIMAVESI, A. M. **Manejo Ecológico do Solo.** Editora Nobel, São Paulo, 1990
- REIS E. M.; CASA, R. T; HOFFMANN, L. L. **Controle Cultural de Doenças Radiculares,** Michereff, S. J., Andrade, D.E.G.T. & Menezes, M. (Eds.) c Direitos de edição reservados aos editores Ecologia e Manejo de Patógenos Radiculares em Solos Tropicais ISBN 85-87459-09-0 2005. Recife, UFRPE.

ROSSI, C.E. **Adubação verde no controle de nematóides.** Agroecologia Hoje, Botucatu, v.2, n.14, p. 26-27, 2002

SANTOS, N.C. B. **Potencialidades de produção do feijão orgânico.** Pesquisa & Tecnologia, vol. 8, n. 2, Jul-Dez . 2011

SANTOS, Dos I.; TOMAZELI, V. N.; MOLARES, R. G. F. **Resíduos orgânicos e solarização para controle das doenças de feijoeiro sausados por esclerotium rolfsii. Biocontrole de Doenças de Plantas.** Uso e Perspectivas. Embrapa, Capítulo 13, p 209-225, Jaguariúna/SP, 2009

SILVA, A. C. da; HIRATA, E. K.; MONQUERO, P. A. **Produção de palha e supressão de plantas daninhas por plantas de cobertura, no plantio direto do tomateiro.** Pesquisa agropecuária brasileira, Brasília, v.44, n.1, p.22-28, jan. 2009.

SILVA, P. H. da. **Reação de linhagens de feijão comum e agressividade de isolados de Sclerotinia sclerotiorum.** 2013. 60 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.

SILVA, F. B.; AUER, C. G.; GOMES, N. S. B. **Isolamento e cultivo de Trichoderma para teste de antagonismo a Armillaria.** EMBRAPA, Comunicado técnico 297, Colombo, PR, junho 2012

SILVA, F. P. M.S Da; GAVASSONI, W.L .; BACCHI, L. MA. A.; GARCEZ, F. R. **Germinação carpogênica de Sclerotinia sclerotiorum sob diferentes resíduos e extratos de plantas cultivadas.** Summa phytopathol, vol.37, n.3, pp. 131-136, 2011

SIQUEIRA, P. M.; BRAZ, A. J. B. P. **Adubação nitrogenada no feijoeiro cultivado sob palhadas de diferentes culturas.** Comunicado Técnico 159, Santo Antônio de Goiás, GO, Dezembro, 2008

SILVEIRA, E. B. **Bactérias promotoras de crescimento de plantas e biocontrole de doenças.** Proteção de plantas na agricultura sustentável / eds. Sami Jorge Michereff, Reginaldo Barros. – Recife : UFRPE, Imprensa Universitária, P. 71-101, 2001.

SOUZA, T. L. P.; PEREIRA, H. S.; FARIA, L. C.; WENDLAND, A.; COSTA. J. G; ABREUA. B. F.; DIAS, J. L. C.; MAGALDI, M. C. S.; SOUZA, N. P.; PELOSO M. J.; MELO, L. C. **Cultivares de feijão comum da Embrapa e parceiros disponíveis para 2013,** Comunicado técnico 211. Santo Antônio de Goiás, GO Março, 2013

SIMIDU, H. M.; SÁ, M. E. De; SOUZAL. C. M. De; ABRANTES, F. L.; SILVA, M. P.; ARF, O. **Efeito do adubo verde e época de semeadura sobre a produtividade do feijão, em plantio direto em região de cerrado.** Maringá, v. 32, n. 2, p. 309-315, 2010

SOUZA, J. L De & RESENDE, P. **Manual de horticultura orgânica.** Aprenda Fácil, Viçosa, 564p. 2003

SOUZA, L. C. D.; SÁ, M. E.; SILVA, M. P.; ABRANTES, F. L.; SIMIDU, H. M; ARRUDA, N; FILHO, W. V. V. **Efeito da adubação verde e época de semeadura de cultivares de**

feijão, sob sistema plantio direto, em região de cerrado. Biosci. J., Uberlândia, v. 28, n. 5, p. 699-708, Sept./Oct. 2012

SUIJII, E. R.; VENZON, M.; MEDEIROS, M. A.; PIRES, C. S. S.; TOGNI, P. H. B. T. **Práticas culturais no manejo de pragas na agricultura orgânica.** Ed. VENZON, M. J.; PAULA JUNIOR, T. J.; PALLINI, A. Viçosa, MG, U. R. EPAMIG ZM, p. 143-168, 2010

STONE, L. F. & MOREIRA, J. A. A. **Efeitos de sistema de preparo de solo no uso da água e na produtividade do feijoeiro.** Pesquisa agropecuária brasileira, v35, n4, p 835-841, Brasília, abr 2000

TEIXEIRA, C. M.; CARVALHO, G. J.; ANDRADE, M. J. B.; SILVA, C. A.; PEREIRA, J. M. **Decomposição e liberação de nutrientes das palhadas de milho e milho + crotalária no plantio direto do feijoeiro.** Acta Sci., Agron. (Online) vol.31 no.4 Maringá Oct./Dec. 2009

TEIXEIRA, C. M.; CARVALHO, G. J. C.; SILVA, C. A.; MESSIAS JOSÉ BASTOS DE ANDRADE, M.J.B.; PEREIRA, J. M. **Liberação de macronutrientes das palhadas de milho solteiro e consorciado com feijão-de porco sob cultivo de feijão.** Seção VI - Manejo e conservação do solo e da água. R. Bras. Ci. Solo, 34:497-505, 2010

TOLEDO-SOUZA, E. D. de; CAFÉ FILHO, A.C.; LOBO JUNIOR, M. **Plantas de Cobertura para Controle da Murcha de Fusarium em Feijoeiro Comum no Sistema Plantio Direto.** Circular técnica 83, Santo Antônio de Goiás, GO Dezembro, 2008

TOLEDO-SOUZA, E. D.; SILVEIRA, P. M.; JUNIOR, M. L.; CAFÉ FILHO, A. C. **Sistemas de cultivo, sucessões de culturas, densidade do solo e sobrevivência de patógenos de solo.** Pesquisa agropecuária brasileira, Brasília, v.43, n.8, p.971-978, ago. 2008

TORRES, J. L. R.; PEREIRA, M. G.; FABIAN, A. J. **Produção de fitomassa por plantas de cobertura e mineralização de seus resíduos em plantio direto.** Pesq. agropec. bras., Brasília, v.43, n.3, p.421-428, mar. 2008

VIDAL, R.A. & TREZZI, M.M. **Potencial da utilização de coberturas vegetais de sorgo e milho na supressão de plantas daninhas em condição de campo: I - plantas em desenvolvimento vegetativo.** vol.22, n.2, pp. 217-223. 2004

VIEIRA, R. F. & PAULA JÚNIOR, T. J. **Importância do uso de sementes de feijão livres de patógenos.** Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.25, n.223, p.33-40, 2004