INSTITUTO FEDERAL DE MINAS GERAIS
CAMPUS SÃO JOÃO EVANGELISTA
LAUANNE RODRIGUES ALVES FERREIRA

EFEITO DO HERBICIDA FOMESAFEN EM ATRIBUTOS BIOLÓGICOS INDICADORES DA QUALIDADE DO SOLO

SÃO JOÃO EVANGELISTA

2016

LAUANNE RODRIGUES ALVES FERREIRA

EFEITO DO HERBICIDA FOMESAFEN EM ATRIBUTOS BIOLÓGICOS INDICADORES DA QUALIDADE DO SOLO

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Instituto Federal de Minas Gerais - Campus São João Evangelista como exigência parcial para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Dr. Aderlan Gomes da Silva

SÃO JOÃO EVANGELISTA

2016

FICHA CATALOGRÁFICA

F384e 2016

Ferreira, Lauanne Rodrigues Alves.

Efeito do Herbicida Fomesafen em Atributos Biológicos indicadores da Qualidade do Solo/ e Rodrigues Alves Ferreira. – 2016.
37f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – Campus São João Evangelista, 2016.

Orientador: Dr. Aderlan Gomes Da Silva.

1. Artrópodes. 2. Antagonismo 3. Patógenos de Solo. I. Ferreira, Lauanne Rodrigues Alves. II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – Campus São João Evangelista. III. Título.

CDD 631.8

Elaborada pela Biblioteca Professor Pedro Valério

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais Campus São João Evangelista

Bibliotecária Responsável: Rejane Valéria Santos – CRB-6/2907

LAUANNE RODRIGUES ALVES FERREIRA

EFEITO DO HERBICIDA FOMESAFEN EM ATRIBUTOS BIOLÓGICOS INDICADORES DA QUALIDADE DO SOLO

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Instituto Federal de Minas Gerais – Campus São João Evangelista como exigência parcial para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Aprovado em 20/12/2016.

BANCA EXAMINADORA

Orientador Prof. Dr. Aderbal Gomes da Silva
Instituto Federal de Minas Gerais – Campus São João Evangelista

Prof. Dr. João Paulo Lemos
Instituto Federal de Minas Gerais – Campus São João Evangelista

Prof. Dr. Gustavo Carvalho Pereira
Instituto Federal de Minas Gerais – Campus São João Evangelista

DEDICATÓRIA

.

Dedico este trabalho aos meus amados pais, João Alves Ferreira e Vera Lúcia Rodrigues Ferreira, a quem devo todas as minhas conquistas.

AGRADECIMENTOS

Meu primeiro e maior agradecimento vai ao Eterno, inventor do tempo, autor da minha vida, Aquele que me criou, me sustentou em tudo quanto precisei, e que acima de tudo acreditou em mim.

Agradeço com amor aos meus pais, João e Vera, por abdicarem tantas coisas por mim, fazendo dos meus sonhos os seus, e me sustentarem em afeto e oração.

Agradeço aos meus irmãos, Jack e Loris, por dividirem a vida de vocês comigo e serem sempre meus incentivadores.

Agradeço a minha avó, Maria Anastácia, por sempre me aconselhar com palavras que me trazem tanta força para alcançar meus objetivos.

Agradeço ao meu orientador, Aderlan, por sua ajuda, amizade, preocupação e principalmente pelo incentivo.

Agradeço ao meu companheiro de pesquisa e amigo, Giovane, por toda a ajuda que a mim dedicou para que esse trabalho fosse concluído.

Por fim, agradeço a todos que de alguma forma contribuíram na minha vida e na conclusão do meu curso.

RESUMO

.

A qualidade do solo pode ser afetada por diversos fatores. O manejo destinado ao solo pode resultar em alterações físicas, químicas e culminando em redução da qualidade do mesmo. O uso de herbicidas pode afetar as águas subterrâneas e as plantas que serão plantadas na sequência do cultivo, sendo que muitos dos impactos são difíceis de serem preditos e, ou, quantificados. Objetivou-se, com a realização deste trabalho, avaliar atributos biológicos indicadores da qualidade do solo após a aplicação do herbicida Fomesafen. Foram realizados experimentos em campo e em laboratório. Os atributos biológicos avaliados no campo foram frequência relativa de artrópodes e número de unidades formadoras de colônias no solo. Em laboratório foi avaliado se há influência do herbicida em patógenos que causam tombamento de mudas. Houve correlação negativa entre a dose de herbicida aplicada e o número de unidades formadoras de colônias no solo, em experimento de campo. O número de unidades formadoras de colônias se correlacionou negativamente também com o tempo decorrido da aplicação do herbicida. O número de artrópodes não foi afetado pela aplicação do herbicida. No experimento realizado em laboratório foram observados vários gêneros de fungos causadores de tombamento de mudas, tanto nas unidades experimentais que receberam aplicação de Fomesafen quanto nas unidades experimentais em que não houve aplicação do herbicida. No experimento em laboratório também foram identificados vários fungos potencialmente benéficos em todos os tratamentos.

Palavras chave: Artrópodes. Antagonismo. Patógenos de solo.

ABSTRACT

The soil quality can be affected by several factors. The soil management can result in physical and chemical changes and that could result in quality reduction. The use of herbicides can affect groundwater and plants that will be sowed following the crop, and many of the impacts are difficult to be predicted and / or quantified. The aim of this work was to evaluate biological attributes of soil quality after application of the herbicide Fomesafen. Experiments were carried out in the field and in the laboratory. The biological attributes evaluated in the field were the relative frequency of arthropods and the number of colony forming units in the soil. In the laboratory was evaluated the influence of the herbicide on pathogens that cause seedling damping off. There was a negative correlation between the dose of herbicide applied and the number of colony forming units in the soil, in a field experiment. The number of colony forming units also correlated negatively with the elapsed time of application of the herbicide. The number of arthropods was not affected by herbicide application. In the experiment carried out in the laboratory were observed several genera of fungi that caused seedling damping off, both in the experimental units that received application of Fomesafen and in the experimental units in which there was no application of the herbicide. In the laboratory experiment, several potentially beneficial fungi were also identified in all treatments.

Keywords: Arthropods. Antagonism. Soilborne pathogens.

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA 5
AGRADECIMENTOS 6
1. INTRODUÇÃO 9
2. REFERENCIAL TEÓRICO 11
2.1 Qualidade do solo 11
2.2 Herbicida 12
2.3 Rhizoctonia solani 15
3 METODOLOGIA 17
3.1 Experimento de campo 17
3.1.1 Aplicação do herbicida em parcela experimental 18
3.1.2 Plantio de feijão 18
3.1.3 Coleta de Solo para determinação da abundância microbiana 18
3.1.4 Montagem de placas e inoculação do solo e contagem dos micro-organismos 19
3.1.5 Montagem de armadilhas para artrópodes e sua contagem 20
3.2 Experimento em laboratório 21
3.2.1 Determinação de umidade e capacidade máxima de retenção de água 21
3.2.2 Efeito de fomesafen no tombamento de mudas 22
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO 24
5. CONCLUSÃO 31
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 32

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Unidades formadoras de colônia em função das doses de herbicida Fomesafen.....27

Figura 2: Total de unidades formadoras de colônia ao decorrer do tempo.....28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Análise de solo da área destinada à execução do experimento.....17

Tabela 2: Tratamentos utilizados para avaliar o efeito de Fomesafen em patógenos de solo.....23

Tabela 3: Total de artrópodes coletados no solo em relação às doses utilizadas de Fomesafen e o tempo de aplicação.....24

Tabela 4: Frequência das ordens de artrópodes nos dias 0, 4 e 38 após a aplicação de tratamento de Fomesafen.....25

Tabela 5: Resumo da análise de variância para a frequência relativa de Hymenoptera (formigas) capturadas em armadilhas pitfall, sob influência da aplicação de diferentes doses de Fomesafen.....25

Tabela 6: Média do logaritmo do número de unidades formadoras de colônias em função do tempo após tratamentos com diferentes doses do herbicida Fomesafen.....26

Tabela 7: Coeficientes de correlação de Pearson entre o número de unidades formadoras de colônia (UFC) e tempo após a aplicação e entre número de unidades formadoras de colônia (UFC) e dose de Fomesafen.....28

Tabela 8: Sementes de *Phaseolus vulgaris* germinadas após aplicação de herbicida Fomesafen e inoculação de *Rhizoctonia solani*.....29

1. INTRODUÇÃO

A sustentabilidade tem sido tema de estudos científicos, programas de televisão, matérias em jornais e revistas, etc. Um ecossistema somente é sustentável e produtivo por meio dos micro-organismos. Preservar a capacidade metabólica da microbiota é indispensável para manutenção da qualidade do solo (ALEF e NANNIPIERI, 1995). Os organismos do solo são afetados por diversos fatores, bióticos e abióticos. Devido à sensibilidade de tais organismos às alterações ambientais, frequentemente os habitantes de solo têm sido utilizados como indicadores da qualidade do solo (MOREIRA e SIQUEIRA, 2006).

Estudos já realizados mostram que os efeitos diretos e indiretos dos herbicidas nos micro-organismos, patogênicos ou não, ainda são pouco conhecidos, mas já se sabe que a interação de herbicidas e fitopatógenos é capaz de ocasionar aumento ou redução da quantidade de doença (ROSA et al., 2010).

Mesmo podendo afetar negativamente o ambiente, os herbicidas são importantes no modelo agrícola atual, principalmente devido à ausência de opções eficazes e economicamente viáveis para o controle plantas daninhas em grandes áreas cultivadas. Dessa forma, os herbicidas aparentemente são fundamentais para agricultura, visto que as plantas daninhas causam perdas expressivas nos cultivos agrícolas (SANINO e GIANFREDA, 2001).

A aplicação de herbicidas faz com que os habitantes do solo, principalmente bactérias solubilizadoras de fosfato e fixadoras de nitrogênio, bem como fungos micorrízicos sofram uma redução significativa. Como consequência, os nutrientes presentes no solo ficam mais acessíveis aos micro-organismos fitopatogênicos, podendo então aumentar a incidência de doenças. Assim, a aplicação de herbicidas pode afetar organismos benéficos, bem como fitopatógenos, alterando as relações existentes entre tais organismos e também as relações que possam ocorrer desses organismos com as plantas (ROSA et al., 2010).

Os herbicidas podem ter ação antimicrobiana, o que pode resultar em redução de micorrização, redução de mineralização da matéria orgânica ou ainda em redução e até mesmo controle de doenças de plantas, principalmente aquelas causadas por patógenos de solo, como relatado por Lehner et al. (2014) em relação à ocorrência de *Fusarium oxysporum* na cultura do melão.

Para que a qualidade do solo e a saúde do meio ambiente sejam preservadas é importante que se faça o uso racional dos herbicidas, na sua aplicação, na escolha do produto

correto e na utilização de dosagem recomendada para a cultura escolhida, bem como o envolvimento de profissionais que possuam conhecimento técnico dessas moléculas.

A problemática deste trabalho diz respeito à maneira como a biota do solo se comporta em relação ao uso do herbicida Fomezafen. Outra questão estudada foi a interferência do defensivo agrícola na ação de *Rhizoctonia solani* Kühn em cultivo de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.).

Desse modo, objetivou-se, com a realização do presente trabalho, analisar a interferência do herbicida Fomesafen em atributos biológicos indicadores da qualidade do solo (frequência de artrópodes e abundância de micro-organismos) e a influência do herbicida na incidência de tombamento de mudas.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Qualidade do solo

O termo qualidade do solo mesmo após alguns anos do seu surgimento na década de 1970 esteve associado à fertilidade do solo, baseado na crença de que um solo rico em suas propriedades químicas era indício de que esse era de qualidade, simplesmente por apresentar produção agrícola satisfatória. Esse conceito mudou quando alguns autores como Bruggen e Semenov (2000), Sposito e Zabel (2003) passaram a encarar que a qualidade do solo abrange a relação de estabilidade entre os fatores químicos, físicos, biológicos, geológicos e hidrológicos.

Dessa maneira o conceito está relacionado à habilidade que o solo tem de se manter produtivo dentro daquilo que o ecossistema permite, conservando a constância do meio ambiente e proporcionando saúde às plantas, animais, como também ao ser humano (DORAN e PARKIN., 1996; SPOSITO e ZABEL, 2003), com o propósito de manter o solo em bom estado para as gerações vindouras.

De acordo com Moreira e Siqueira (2006) a avaliação da qualidade do solo se baseia em características físicas, químicas e biológicas, representadas como indicadores. Os indicadores físicos estão associados à maneira que as partículas sólidas do solo e seus poros se arranjam, por exemplo, a densidade global, porosidade, textura, etc. Esses fatores influenciam na delimitação do desenvolvimento radicular, emergência das plântulas e movimentação da água dentro do solo. Já os indicadores químicos abrangem variáveis associadas ao teor de matéria orgânica, acidez e conteúdo de nutrientes do solo, afetando a relação existente entre o solo e a planta, a qualidade da água, entre outros aspectos. Por fim os indicadores biológicos têm grande importância na ciclagem de nutrientes e na avaliação da capacidade que o solo tem para o crescimento vegetal, já que estão relacionados com fatores como a biomassa microbiana, o nitrogênio mineralizável, a respiração microbiana do solo, a atividade enzimática e o quociente metabólico utilizado para mensurar a atividade microbiológica (ARAÚJO et al., 2012).

Observa-se maior facilidade em se conseguir referências minuciosas a respeito das características físicas e químicas do solo, do que dos aspectos biológicos, que por sua vez são mais difíceis de serem avaliados (KIMPE e WARKENTIN, 1998). Isso se dá porque a qualidade do solo é influenciada intimamente por diversos fatores como as interações que

ocorrem no ecossistema, da maneira que se dá o uso e o manejo do solo e de parâmetros socioeconômicos e políticos, bem como as particularidades desse.

Dentre os diversos indicadores biológicos de qualidade do solo têm-se os animais que nele estão. A fauna edáfica compreende os invertebrados que habitam o solo continuadamente ou que estão nesse por apenas parte do ciclo de vida. Tais animais têm tamanhos e diâmetros diversificados, o que evidencia suas táticas de sobrevivência e adaptação ao habitat, além de determinar a dimensão de alterações nas propriedades do solo que ocorrem pela atividade dos mesmos (ANDERSON e DOMSCH, 1988; AQUINO; MENEZES e QUEIROZ, 2006).

Poucas vezes os organismos do solo são citados quando se relata a respeito de biodiversidade e ameaça de extinção de espécies, já que esses não podem ser observados e ou discriminados por olhos humanos na sua grande maioria. Porém, isso não descarta o fato de que os mesmos têm papel importantíssimo para a conservação da vida de vegetais e animais.

De acordo com Kimpe e Warkentin, (1998), as populações de organismos do solo mostram natureza dinâmica e são influenciadas facilmente por alterações físicas, originadas pelo cultivo, ou químicas, consequentes da aplicação de fertilizantes e pesticidas.

2.2 Herbicida

O uso de agrotóxicos tem crescido nos últimos anos e consequentemente, cresce também a atenção com relação à poluição ambiental, mais especificamente, a poluição do solo.

Os herbicidas são a classe de agrotóxicos mais comercializada no mundo, já que o controle de plantas daninhas é indispensável para andamento da agricultura (ARAÚJO, 2002). De acordo com Galli et al. (2006), o Brasil está entre os maiores usuários de agrotóxicos no mundo, afinal é um país com amplas dimensões dedicadas ao cultivo.

Segundo Santos (2011), o comércio de agrotóxicos no Brasil movimentou US$ 8,5 bilhões, no mundo chegou a ser US$ 57 bilhões ao ano. Entre o ano de 2000 e 2010, segundo a CONSEA, houve quase 200% de crescimento de vendas no mercado de agrotóxicos. Segundo a SINDAG (2008) o consumo de herbicidas é crescente, culturas como soja e feijão usam em média 15 e 3 kg/ha de herbicidas respectivamente, a porcentagem de herbicidas no total de agrotóxicos usados nessas culturas são de 60,2 e 50,2 %, respectivamente.

O Fomesafen faz parte do grupo dos difeniléteres e é aplicado de maneira seletiva na cultura do feijão em pós-emergência quando as plantas daninhas se encontram vigorosas

vegetativamente (SILVA, 2012). O mecanismo de ação desse herbicida é caracterizado pela inibição da enzima protoporfirinogênio oxidase (PROTOX) que na presença de luz gera o extravasamento do conteúdo citoplasmático, já que o produto causa o rompimento da membrana plasmática e peroxidação dos lipídeos (HESS; WELLER, 2000).

De acordo com Silva (2012), recomenda-se que o herbicida seja ministrado em dose de 225 a 250 $g.ha^{-1}$ em relação ao estágio de desenvolvimento das plantas daninhas na cultura do feijoeiro. Esse pode então ter sua aplicação através de água de irrigação, atendendo à dose proposta pelo fabricante. Nessa situação é necessário que o herbicida disponha de aspectos como baixa solubilidade em água, rápida absorção foliar e absorção pelas raízes (VIEIRA et al., 2003). Mesmo possuindo alta solubilidade em água (600.000 $mg.L^{-1}$), o Fomesafen apresenta absorção rápida por parte das folhas e raízes, o que o habilita a sua aplicação utilizando essa técnica (VIEIRA et al., 2006).

Segundo Mancuso et al. (2011) existe a possibilidade de que os herbicidas apresentem efeito residual (*carryover*), provocando por sua vez, impacto nocivo ao meio ambiente. Segundo o autor, a intensidade em que ocorre o *carryover* dependerá do herbicida aplicado, da cultura que entrará na área em sucessão, bem como das características do ambiente depois que o produto é aplicado.

A degradação do Fomesafen acontece após três semanas em solos em estado de anaerobiose, em contrapartida, em condição aeróbica nos solos, essa se dá em um período de seis meses a um ano (JOHNSON; TALBERT, 1993). Silva (2012) observou que nas condições dos solos brasileiros, comumente o herbicida mostra-se no estado aniônico, já que esses possuem pH baixo quando comparado a outros locais do mundo, afetando rigorosamente na atividade de dispersão do produto, pois esse está fortemente adsorvido nos coloides do solo, na matéria orgânica, da mesma maneira que às cargas positivas dos óxidos de ferro e alumínio. Diversos autores como Santos (1991); Cobucci et al. (1998); Jakelaitis et al. (2006), declararam que na cultura do feijão, o Fomesafen é o que possui maior quantidade de casos de carryover.

Vidal et al. (1999) afirmaram que os herbicidas inibidores da PROTOX são adequados no uso do manejo da resistência a distintos mecanismos de ação, apesar da constatação de resistência a herbicidas que possuem esse mecanismo de ação. Os casos encontrados foram identificados em áreas produtoras da cultura da soja, tendo como exemplo os estados do Paraná e Santa Catarina, em que *Euphorbia heterophylla* apresentou resistência a esse princípio ativo (Weed Science, 2006). Nos Estados Unidos observaram casos de *Ambrosia artemisiifolia* (CATANEO e CARVALHO, 2008).

Herbicidas podem inibir o crescimento micelial e, ou, a esporulação dos fungos, resultando em diminuição da intensidade de doença (DUKE et al., 2007). Como exemplo, Lehner et al. (2014) inferiram que Fomesafen e Fluazifop-p-butly nas doses de 250 g ha^{-1}, diminuíram consideravelmente o diâmetro de colônia de *Sclerotinia sclerotiorum* e *R. solani* em plantio de *P. vulgaris.*

Rosa (2010) relata que herbicidas devem possuir atividade biológica forte a fim de controlar as plantas alvo, isso pode levar a efeitos diversos a demais organismos presentes no meio, como o efeito nocivo ao fungo micorrízico ou efeito tóxico às culturas. Silva et al. (2013) relataram que, em plantio de milho sucessor ao plantio de feijão com utilização de fomesafen na dose 250 g ha^{-1}, houve leve intoxicação na cultura do milho.

Santos et al. (2004) realizaram experimentos com Glyphosate na inibição de estirpes de *Brady rhizobium*, aferindo que as diferentes substâncias presentes no produto, assim como nos diversos herbicidas, como solventes, surfactantes e agentes molhantes, são os prováveis inibidores das estipes da bactéria. O mesmo herbicida foi relatado como inibidor de micélios de *Calonectria crotalariae*, agente causal de tombamento de mudas e outras doenças.

É importante lembrar que não é o ideal que se despreze ações de manejo habituais como a rotação, tanto de culturas como de herbicidas, a higienização de equipamentos, compra de boas sementes, entre outras, a fim de se evitar o uso indiscriminado de produtos.

Devido ao seu potencial para ser lixiviado, o Fomesafen pode causar contaminação do lençol freático (ANDRADE et al., 2011). Esse processo pode variar de mais consistente ou não em função das características físicas, químicas e biológicas do solo (COSTA et al., 2004). As diferentes características do solo podem assim provocar adsorção diferencial dos herbicidas. Inoue (2003) cita que a mobilidade e a persistência de um herbicida são fortes indicadores do potencial de contaminação de águas subterrâneas e corpos de água.

Santos et. al. (2005), em experimentos com feijão em plantio convencional, confirmaram a inibição microbiológica do solo em efeito à aplicação de Fomesafen na dosagem de 500 g ha^{-1}, ao constatar a redução de emissão de CO_2 pelas amostras de solo.

Pereira et. al. (2007), em utilização de Fomesafen na produção de feijão, concluíram que o herbicida afetou o conjunto de artrópodes associados ao feijoeiro, tanto no sistema convencional quanto no sistema de plantio direto.

2.3 Rhizoctonia solani

De acordo com Sneh et al. (1991), o micologista francês De Candolle fez o primeiro relato do gênero *Rhizoctonia* no ano de 1815. Ele o descreveu como um fungo que não produz esporos, que preferivelmente acomete raízes, e apresenta filamentos de hifas através de escleródios. Esse gênero, anteriormente classificado como pertencente à divisão Deuteromycota, classe Agonomycetes e ordem Mycelia Sterilia (PEREIRA, 1997), é atualmente alocado na família Ceratobasidiaceae, ordem Cantharellales, Incertaesedis, classe Agaricomycetes, Agaricomycotina, divisão Basidiomycota, sendo o teleomorfo de *R. solani* o fungo *Thanatephorus cucumeris* (A. B. Frank) Donk (INDEX FUNGORUM).

O fungo *R. solani* é um fungo cosmopolita, tem uma quantidade extensa de hospedeiros, incluindo um amplo espectro de plantas cultivadas ao redor do mundo (BOTELHO et al., 2001). É uma espécie multifacetada, que apresenta muitos biótipos que se distinguem no que se refere à patogenicidade, aos hospedeiros, à distribuição no meio ambiente e à fisionomia no meio de cultura. Não há na literatura descrições específicas a respeito de isolados de *Rhizoctonia*, tanto na forma patogênica quanto na forma saprofítica, já que existem fatores que restringem tal de acontecer. As limitações podem ser morfológicas ou taxonômicas, por exemplo: a inexistência de esporos assexuais; a inconstância morfológica de culturas e escleródios quanto às modificações nas circunstâncias de cultivo (PARMETER; WHITNEY, 1970); extensa diversidade morfológica, já que algumas espécies são compostas por inúmeros grupos de isolados com inclinação para desenvolver anastomose de hifas consigo (OGOSHI, 1987); a exigência de métodos característicos para a indução de estruturas basidiais in vitro (CARLING; SUMMER, 1992) e a insciência dos teleomorfos para várias espécies anamórficas (STALPERS; ANDERSEN, 1996).

Segundo Cardoso (1994), o fungo sobrevive na matéria orgânica do solo contaminando plantas nativas ou em estado de dormência, na forma de micélio ou escleródio. Esses se caracterizam como propágulos de simples observação, mas por outro lado não são quantificados facilmente. Comumente são detectados nos primeiros horizontes do solo, especialmente nos primeiros 10 cm, graças à sua necessidade de oxigênio.

O fungo penetra por meio de paredes celulares da epiderme da raiz ou pelo hipocótilo com posterior ocupação que se dá através dos micélios nos tecidos da planta, que finalmente se degradam pela atividade de enzimas ou toxinas (KRUGNER, 1980).

O fungo *R. solani* causa sintomas que se diferenciam e se misturam com facilidade com sintomas de doenças geradas por demais patógenos. Esses sintomas são mais presentes

em regiões de altas temperaturas e pluviosidade frequente, junto à umidade relativa do ar elevada (95%). Esse fato então se caracteriza como um fator limitador ao plantio de uma variedade de culturas como beterraba, pepino, cenoura, berinjela, melão, tomate, melancia, repolho, alface, feijão, soja, figo, algodão, feijão caupi e arroz, além de plantas nativas (MATZ, 1917, MATZ, 1921, ATKINS e LEWIS 1952, ZAUMEYER e THOMAZ 1957, INSTITUTO INTERAMERICANO DE CIÊNCIAS AGRÍCOLAS 1962, DANIELS 1963, FLENTJE et al. 1963 a, LUKE et al. 1974, Cooperación..1978).

De acordo com Vilgalys e Cubeta (1994), este fungo pertence a um grupo significativo e geneticamente heterogêneo de patógenos de solo que abrangem diversas plantas em todo mundo.

Sneh et al. (1991) relatam que *Rhizoctonia* spp. é classificado de acordo com a citomorfologia da hifa, morfologia da cultura, morfologia do teleomorfo, e o padrão de anastomose ou não de hifas. Apesar de ser um fungo relevante, no Brasil as referências da associação e influência do mesmo às diversas culturas são mínimas.

Conforme Cardoso (1990), no feijoeiro o patógeno causa uma das doenças mais frequente e mais danosa no Brasil, o tombamento de mudas também conhecido como damping off. Os principais prejuízos ocorridos na planta são: tombamento da cultura, cancro do talo, podridão radicular, podridão da vagem, ataque das folhas e atraso na emergência e desenvolvimento da planta.

3 METODOLOGIA

A pesquisa foi realizada no período de julho a novembro do ano de 2016, sendo que os experimentos foram conduzidos no Instituto Federal de Minas Gerais, *Campus* São João Evangelista (IFMG-SJE), localizado no Vale do Rio Doce, mais precisamente no leste do estado de Minas Gerais, com coordenadas 22°13'16" de latitude sul e 54°48'20" de longitude oeste. O município possui clima tropical e precipitação média anual de 1211,41 mm, com predomínio de chuvas de verão e temperatura média anual de 21,8°C. O clima do município é considerado úmido (SCOLFORO, 2008).

Para atender aos objetivos propostos no presente trabalho foram realizados experimentos em parcelas experimentais no campo e experimento em laboratório.

3.1 Experimento de campo

No campo foi avaliado o efeito de Fomesafen em indicadores biológicos de qualidade do solo. Os indicadores utilizados foram frequência de artrópodes e abundância microbiana avaliada pelo número de unidades formadoras de colônias (UFC). A área experimental, de 48 m² de área útil, não passou por manejos físicos no solo (aração e gradagem), porém o local recebeu uma aplicação do herbicida Glifosato 15 dias antes da aplicação dos tratamentos.

Para a caracterização do local de estudo, uma amostra do solo foi retirada na faixa de profundidade de zero a 20 cm, onde através de caminhamento em ziguezague 15 amostras simples foram unidas para formar uma amostra composta. Essa amostra passou por análise química de rotina no Laboratório de Análise Química do Solo do próprio IFMG-SJE (Tabela 1). A área de estudo era localizada no Setor de Olericultura, entre uma estufa com cobertura plástica, a oeste, e uma cerca divisória, a leste, onde do outro lado há passagem de gado bovino. O limite sul da área de estudo confrontava com um plantio de abóbora e o limite norte estava sem cultivo e com solo exposto no início do período experimental.

TABELA 1: Análise de solo da área destinada à execução do experimento

pH	P	K	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Al^{3+}	H+Al	SB	(t)	(T)	V	m	MO	P-rem
H_2O	mg dm^{-3}		$cmol_c$ dm^{-3}							%		dag Kg_{-1}	mg L^{-1}
6,92	716,7	410	7,10	0,60	0,00	1,16	8,75	8,75	9,91	88,3	0,0	2,47	47,0

pH em água – Relação 1:2,5; CTC(t) – Capacidade de Troca Catiônica efetiva; P – K – extrator Mehlich 1; CTC(T) – Capacidade de Troca Catiônica a pH=7,0; Ca – Mg – Al – Extrator; KCl 1N; V= índice de Saturação de Bases; H+Al – Extrator: SMP; Mat. Org.(MO) – Oxidação: $Na_2Cr_2O_7$4N+$H_2SO_4$10N; m=índice de Saturação de Alumínio; P-rem=Fósforo remanescente; SB=Soma de Bases Trocáveis. Fonte: a autora.

3.1.1 Aplicação do herbicida em parcela experimental

A área experimental foi subdividida para instalação das unidades experimentais de acordo com um delineamento inteiramente casualizado, com parcela subdividida, no dia 13 de julho, com os seguintes tratamentos: a dose comercial recomendada para o herbicida Fomesafen (225 g ha^{-1}), a metade da dose (112,5 g ha^{-1}) e testemunha (0 g ha^{-1}) sem aplicação de herbicida. Cada unidade tinha dimensão de 8m². Foram realizadas e duas repetições por tratamento, totalizando 48 m². Cada unidade experimental foi subdivida em três subunidades, sendo cada subunidade composta de uma linha de plantio com 11 plantas úteis.

Antes do plantio de *P. vulgaris* foi realizada a aplicação do herbicida, com diluição de 1,5 mL de Fomesafen para cada 20 l de água. O herbicida foi aplicado utilizando-se bomba costal manual com capacidade de 20 l de solução, com a preservação de mesma intensidade de bombeamento do mecanismo aplicador e velocidade do aplicador pelo decorrer da área, garantindo aplicação uniforme do produto. O bico da bomba utilizada era do tipo leque com ângulo de 110^0 e pressão de 2 a 4 bar, sendo utilizada aplicação de área total.

No estádio V3 (primeira folha trifoliolada aberta e plana) para fim de controle das plantas invasoras foi novamente aplicado o herbicida Fomesafen, na mesma metodologia inicial, em 31 de agosto, observando o declínio das daninhas causado pelos efeitos satisfatórios do herbicida no dia 7 de setembro.

3.1.2 Plantio de feijão

O plantio do feijão do grupo carioca foi realizado no dia 26 de julho, manualmente com auxílio de enxada. O espaçamento utilizado foi de 50 cm entre linhas de plantio e 30 cm entre plantas, sendo três linhas de plantio por unidade experimental totalizando 39 plantas por unidade, sendo uma estimativa de 220.000 plantas ha^{-1}. Cada linha constituiu uma subunidade com treze plantas, sendo consideradas 11 plantas úteis em cada linha. Em cada cova foram semeadas três sementes e após a emergência foi realizado um raleio e mantida apenas uma planta por cova.

3.1.3 Coleta de Solo para determinação da abundância microbiana

Para a coleta do solo foram retiradas do local vinte subamostras a uma profundidade de 20 cm utilizando cavadeira, e essas formaram uma amostra composta. A amostra foi

conduzida até o Laboratório de Energia, também localizado no IFMG-SJE para avaliações posteriores.

O solo foi coletado primeiramente no dia 11 de julho, quando ainda não havia aplicação do herbicida Fomesafen na área, para uso como controle. Esse processo de amostragem de solo foi repetido após-aplicação do herbicida na área nos dias 14 de julho, 18 de agosto e dia 15 de setembro com a finalidade de comparar a quantidade de micro-organismos com a situação anterior, deixando qualquer interferência do herbicida evidente. As doses utilizadas foram a dose comercial, a metade da dose e dose zero. A área foi dividida em seis parcelas experimentais e cada dose foi aplicada em duas parcelas. Cada uma das parcelas tinha uma área de 8 m², tendo o formato de 2 x 4 m, sendo a maior dimensão voltada para norte. Entre as parcelas experimentais foi deixado um espaço de 50 cm.

3.1.4 Montagem de placas e inoculação do solo e contagem dos micro-organismos

Para avaliar a abundância microbiana foi determinado o número de unidades formadoras de colônias (UFC). Para determinação do UFC, placas de Petri de borossilicato, esterilizadas em estufa a 180 ºC durante uma hora, receberam o meio de cultura batata-dextrose-ágar (BDA), previamente preparado e esterilizado em autoclave a 121 ºC, durante 17 minutos. O meio de cultura foi preparado com 39 g de BDA em pó e adição de água até completar 1 L. Cada placa recebeu em seu interior 10 mL do meio de cultura, aproximadamente.

As placas eram montadas com meio de cultura todas as vezes que fosse necessário contar o número provável de micro-organismos.

Para o processo de proliferação dos micro-organismos presentes no solo e posterior contagem do número provável de micro-organismos, o solo coletado passou por peneiramento em peneira de malha de 2 mm, retirando-se duas amostras de 50 g. Cada amostra foi suspensa em 500 mL de água por 20 minutos até que sua parte sólida decantasse. Após decantar, 10 mL de suspensão foram retirados e colocados em um tubo de ensaio. A partir dessa primeira suspensão de solo foram preparadas diluições até se atingir a diluição de 1.10^{-19} (ALEXANDER, 1982). Para realizar cada diluição era retirado 1 mL da suspensão e adicionado em 9 mL de água. Para a diluição seguinte retirava-se 1 mL da suspensão anterior e este era acrescentado em 9 mL de água. Esse processo foi repetido até que fosse atingida a maior diluição. De cada diluição foram retirados 50 µL que foram inoculados e espalhados no

meio de cultura com o auxílio de uma alça de Drigalski descartável. Essa operação foi realizada em quatro ocasiões, nos dias 11 e 14 de julho, 18 de agosto e 15 de setembro para determinação do número de unidades formadoras de colônia (UFC) presentes no solo.

A contagem dos micro-organismos foi feita 24 horas após do processo de inoculação do solo. A mesma foi realizada de maneira visual, com a observância das unidades formadoras de colônia e foi realizada em placas onde era possível visualizar colônias individualizadas e definidas. Foram consideradas, para fim de cálculo de UFC apenas as contagens entre 10 e 400 colônias. Cada colônia individualizada foi considerada uma unidade formadora de colônia.

Na determinação de abundância microbiana não foram consideradas as subparcelas decorrentes das linhas de plantio do feijoeiro, já que a amostra composta foi obtida por amostras simples oriundas das duas repetições de cada tratamento. Como a amostragem foi repetida no tempo, com unidades amostrais independentes, considerou-se um delineamento de amostragem com sem repetição das unidades amostrais no tempo, ou uma amostragem independente. Os dados do logaritmo do UFC foram correlacionados com o tempo decorrido da aplicação de Fomesafen ou com a dose de Fomesafen utilizada, com uso da correlação de Pearson.

3.1.5 Montagem de armadilhas para artrópodes e sua contagem

Na montagem de armadilhas para artrópodes foi utilizada a metodologia segundo Aquino et al., 2006, sendo essas de queda do tipo “Pitfall-Traps”. As armadilhas foram fabricadas com garrafas plásticas de 500 mL cortadas pela metade no plano horizontal. Com auxílio de cavadeira foram feitos buracos no solo de forma que comportasse as garrafas em seu interior e a borda ficasse no nível da superfície do solo, a fim de conduzir os artrópodes presentes no local mais facilmente na mesma. Essas armadilhas tinham em seu interior aproximadamente 100 mL de álcool 70 ºGL, e ficaram na área um período de 48 horas, para possibilitar a queda de artrópodes de hábitos diurnos e noturnos. Foram colocadas então três armadilhas um total de 18 armadilhas no local satisfazendo a metodologia descrita por Aquino et al. (2004), onde foi utilizada uma armadilha a cada 2,5 m². O processo de montagem ocorreu no dia 11 de julho, em que o herbicida Fomesafen ainda não havia sido aplicado na área experimental e se repetiu no dias 14 de julho e 18 de agosto, pós-aplicação do produto e quando já se tinha delimitado os tratamentos do experimento a fim de manter sempre uma comparação entre essas circunstâncias.

Os artrópodes foram devidamente contados e classificados de acordo com a sua Ordem.

A frequência relativa de cada ordem de artrópodes foi determinada para cada uma das capturas. Os valores de frequência relativa que apresentaram normalidade e homogeneidade de variâncias foram submetidos à análise de variância (ANOVA) ao nível de 5% de significância. Para todas as ordens amostradas foi determinada a média da frequência relativa e o desvio padrão da frequência relativa para as capturas. Na contagem de artrópodes não foram consideradas as subparcelas, sendo os dados das repetições de um mesmo tratamento somados, para que então se calculasse as frequências relativas. Como a amostragem foi repetida no tempo, com parcelas fixas, considerou-se um delineamento de amostragem com repetição total das unidades amostrais no tempo.

3.2 Experimento em laboratório

Foi instalado um experimento em laboratório para avaliar o efeito de Fomesafen tombamento de mudas causado por patógenos de solo. O solo utilizado teve a capacidade máxima de retenção de água determinada para que o mesmo fosse mantido com 70% da capacidade de campo durante o experimento.

3.2.1 Determinação de umidade e capacidade máxima de retenção de água

Foram feitas as determinações de umidade a 100-110 ^{0}C e a capacidade máxima de retenção de água do solo, baseadas na metodologia de Monteiro e Frigetto (2000). O cálculo de umidade a 100-110 ^{0}C foi feito através da equação:

$$U(\%) = 100\left(\frac{P - P_1}{P}\right)$$

onde:

U (%) = teor de umidade, em base úmida, em porcentagem;

P = massa da amostra de solo antes da secagem;

P_1 = massa da amostra de solo após a secagem.

Para determinar a capacidade máxima de retenção de água do solo pesaram-se os frascos coletores e anotaram-se os seus respectivos pesos, bem como duas subamostras de aproximadamente 20,000 g em balança analítica, anotando também os pesos. Feito isso, funis foram cobertos com papel de filtro e montados sobre os frascos coletores. Foram medidos também 100 mL de água destilada e pesados em balança analítica. A água então foi

adicionada a cada amostra de solo em pequenas quantidades, sempre com o cuidado de que o solo estivesse úmido por completo, usando um bastão de vidro para auxiliar nesse momento. Os funis foram tampados com papel alumínio para evitar perda de umidade por evaporação. Além das amostras, foram feitos dois controles, também chamados de branco, em que passava a água pelo conjunto funil mais filtro sem solo. Essas amostras então passaram por um descanso de uma noite e no dia seguinte, pela manhã, os frascos e a água coletada eram pesados em balança analítica, bem como os brancos.

3.2.2 Efeito de fomesafen no tombamento de mudas

Para avaliar o efeito de Fomesafen em patógenos de solo que causam tombamento de mudas foi utilizado o fungo *R. solani* inoculado em solo disposto em bandejas de polietileno. Para tal, escleródios do fungo foram semeados em meio de cultura BDA, em placas de Petri descartáveis, de nove centímetros de diâmetro e foi realizada a incubação em câmara a 25 ºC. Após o crescimento micelial foram feitas retirados discos de cultura e inoculados em arroz cozido esterilizado, de acordo com o preconizado por Michereff Filho et al. (1996) com modificações. Um disco de micélio foi usado em mistura com 60 g de arroz cozido e autoclavado (121 ºC, 30 min., 1,1 atm), incubado por aproximadamente 15 dias em condições de laboratório, sem controle de temperatura, no escuro. O arroz depois de colonizado foi colocado em sacos de papel e seco à sombra, em temperatura ambiente, por 72 horas. Posteriormente, esse inóculo constituído de arroz e *R. solani* foi triturado com auxílio de liquidificador para que posteriormente fosse aplicado ao solo.

Foi coletado, no dia quatro de novembro, solo do tipo Latossolo Vermelho Amarelo. O solo coletado apresentava teor de umidade de 19,39 % e capacidade máxima de retenção de água de 54%. A capacidade de retenção de água foi determinada de acordo com Monteiro et al. (2000). Após determinada a capacidade máxima de retenção de água, o solo foi colocado nas bandejas que tinham dimensões de 32x9x49 cm. As bandejas foram alocadas sobre uma bancada no laboratório. Em cada bandeja foram colocados cerca de 4 kg de solo seco peneirado em cada bandeja. A umidade foi ajustada para 70 % da capacidade de campo. O inóculo de *R. solani* foi incorporado a 10% do solo, que constituiu a camada superior de cada bandeja. Foram utilizados 72 mg de inóculo por quilograma de solo seco da bandeja, considerando-se a massa total do solo de cada bandeja (MICHEREFF FILHO et al., 1996), totalizando cerca de 288 mg de inóculo por bandeja. Os tratamentos utilizados são descritos na Tabela 2.

Tabela 2: Tratamentos utilizados para avaliar o efeito de Fomesafen em patógenos de solo.

Tratamento	Descrição dos tratamentos
1	Sem *Rhizoctonia solani* sem Fomesafen
2	Com *Rhizoctonia solani* sem Fomesafen
3	Sem *Rhizoctonia solani* com Fomesafen dose comercial*
4	Sem *Rhizoctonia solani* com Fomesafen ½ dose comercial
5	Com *Rhizoctonia solani* com Fomesafen dose comercial
6	Com *Rhizoctonia solani* com Fomesafen ½ dose comercial

*Dose comercial: 225 g ia/ha. Fonte: a autora.

As aplicações do Fomesafen foram feitas a uma altura de 50 cm do alvo com auxílio de bomba costal manual, onde se utilizou 1,5mL de herbicida para cada 20L de água.

Neste experimento o plantio de feijão se deu assim que o solo estava com presença de *R. solani* e o herbicida já estava aplicado, no dia 6 de novembro. Cada bandeja recebeu 15 sementes de feijão em um espaçamento de 5x5 cm a 2,5 de profundidade.

Foi realizada uma avaliação de indireta da proliferação da *R. solani*. Passados7 dias do plantio de feijão foi feito o uso de iscas para certificar a presença de *R. solani* no solo.

Para a certificação do crescimento de *R. solani* ou outros fungos foi feito de acordo com Alfenas (2007), o isolamento de fungos fitopatogênicos do solo pela metodologia de isca de porções vegetativas de eucalipto. Para tal, ramos vegetativos de eucalipto (*Eucalyptus grandis*) de 7 cm de comprimento e aproximadamente 0,5 cm de diâmetro, foram autoclavados a 121º C, por 10 minutos. Seguidamente colocaram-se 10 ramos em cada tratamento. Quatro dias depois, foram preparadas lâminas com estruturas dos fungos que desenvolveram nos ramos com o propósito de constatar sua existência com auxílio de microscópio óptico e classificá-los em fitopatógenos ou não, entre os tratamentos realizados. Sementes que não germinaram devido ao tombamento em pré-emergência também foram coletadas para averiguar a presença de fungos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve emergência de plântulas de feijoeiro superior a 90 % na área experimental. As plantas foram severamente atacadas por mamíferos herbívoros o que inviabilizou a avaliação da produção e de características morfológicas das plantas.

Em relação à macrofauna do solo capturada por armadilhas tipo *pitfall*, foram coletados 204 indivíduos (Tabela 3) ao longo do período de avaliação, distribuídos em quatro ordens (Tabela 4). O número de formigas passou por acréscimo com o passar do tempo, porém não houve diferença significativa entre as médias avaliadas. Os tratamentos utilizados não influenciaram na quantidade de nenhum dos artrópodes existentes na área experimental, o que pode ser verificado pela média das frequências relativas e os respectivos valores de desvio padrão. Os artrópodes mais abundantes foram as formigas, as quais pertencem a ordem Hymenoptera. Como as formigas foram o único grupo presente em todas as avaliações, foi realizada a análise de variância da frequência relativa de formigas em relação às doses de Fomesafen não sendo verificada influência desse na variável analisada (Tabela 5).

A quantidade de artrópodes que foram aprisionados nas armadilhas aumentou logo após a aplicação do herbicida Fomesafen, apesar da mesma ter ocorrido somente quatro dias antes. Isso pode estar associado ao uso do herbicida Glyphosate na área 15 dias antes de dar início a pesquisa e ao emprego do herbicida Fomesafen. É possível que o herbicida Glyphosate tenha levado esses membros da macrofauna do solo a se dissiparem na área até quando o defensivo agrícola passa por uma diminuição através da sua decomposição realizada pelos micro-organismos do próprio solo e/ ou adsorção. Alguns autores consideram que a meia vida do herbicida Glyphosate compreende um período que varia entre menos de uma semana (TONI et al.,2006) e vai até 174 dias (WAUCHOPE et al., 1992).

Tabela 3 – Total de artrópodes coletados no solo, em relação às doses utilizadas de Fomesafen e o tempo de aplicação.

Doses*	Tempo (dias)			Total Geral
	0	4	38	
0	6	6	41	53
0,5	2	41	21	64
1	4	38	45	87
Total Geral	12	85	107	204

*Dose comercial: 225 g ia/ha. Fonte: a autora.

Outro aspecto que pode ter resultado na oscilação no número de artrópodes é o tamanho da área experimental e sua localização, próxima de uma horta. Os tratos culturais realizados na horta podem ter influenciado a movimentação dos animais para as parcelas experimentais.

Tabela 4: Frequência das ordens de artrópodes dias 0, 4 e 38 após a aplicação de tratamento com Fomesafen.

Dose	**Ordens**	**FR (%)**			**MÉDIA (%)**	**DESVIO (%)**
		0	4	38		
0	Hymenoptera (formiga)	33,33	4,71	31,78	23,27	16,10
0	Coleoptera (besouros)	0,00	0,00	2,80	0,93	1,62
0	Orthoptera (grilo)	16,67	2,35	0,00	6,34	9,02
0	Araneae (aranha)	0,00	0,00	3,74	1,25	2,16
1	Hymenoptera (formiga)	25,00	38,82	40,19	34,67	8,40
1	Coleoptera (besouros)	0,00	1,18	0,93	0,70	0,62
1	Orthoptera (grilo)	8,33	1,18	0,93	3,48	4,20
1	Araneae (aranha)	0,00	3,53	0,00	1,18	2,04
0,5	Hymenoptera (formiga)	8,33	37,65	18,69	21,56	14,87
0,5	Coleoptera (besouros)	0,00	1,18	0,00	0,39	0,68
0,5	Orthoptera (grilo)	8,33	1,18	0,00	3,17	4,51
0,5	Araneae (aranha)	0,00	8,24	0,93	3,06	4,51
	Total de organismos amostrados	12,00	85,00	107,00		

*Dose comercial: 225 g ia/ha. Fonte: a autora.

Tabela 5: Resumo da análise de variância para a frequência relativa para Hymenoptera (formigas) capturadas em armadilhas *pitfall*, sob influência da aplicação de diferentes doses de Fomesafen.

Fonte da variação	*QM*	*P*
Doses	152,4055	0,480491
Resíduo	183,5678	

QM – quadrado médio. P – probabilidade de significância. Fonte: a autora.

De acordo com Junior et al. (2002), o Glyphosate possui alta toxicidade para fungos e bactérias, sendo capaz de ser prejudicial também aos invertebrados do solo, em que suas moléculas são nocivas a diversas espécies de artrópodes (MESSERSMITH e ADKINS, 1995).

Observações feitas por Wedson et al. (2000) revelaram uma diminuição na média de formigas na coleta feita pelas armadilhas em virtude da aplicação de herbicidas.

O mecanismo de ação do herbicida Fomesafen em específico apresenta agressividade a artrópodes, já que é inibidor da enzima protoporfirinogênio oxidase (PROTOX), provoca a acumulação de protoporfirina nas células que receberam o herbicida. A protoporfirina é produzida pela via biossintética do ferro, que é vital para a maior parte dos animais (WALKER et al., 2001). Em seguida ocorre a peroxidação dos lipídeos e por fim a morte celular, pois acontecem interações com o oxigênio para formação de formas reativas (WELLER, 2003).

A atenuação do número de artrópodes do solo pode ser causada pela redução de plantas daninhas na área, que por muitas vezes servem de alimento e abrigo para diversos artrópodes (SMITH e MCSORLEY, 2000; ARAÚJO et al., 2004), mas isso não foi observado no presente trabalho. Strong et al. (1984), relatam que aproximadamente 45% da espécies de artrópodes fazem uso de plantas daninhas para alimentar-se, seja por sucção de seiva (artrópodes fitófagos) ou por decomposição de restos vegetais (artrópodes detritívoros), em que muitos se alimentam unicamente das plantas invasoras, o que colabora na ocorrência de distúrbios associados a entomofauna, provocando prováveis adversidades com insetos-praga (CAPINERA, 2005).

Da mesma maneira que ocorreu com os artrópodes, a microbiota do solo não foi afetada pela aplicação de fomesafen de forma significativa, quando avaliado o número de Unidades Formadoras de Colônia (UFC's). Oscilações em relação à UFC ocorreram durante o período experimental (Tabela 6), mas não foram significativas, o que pode ser em decorrência do elevado coeficiente de variação (57,19 %).

Tabela 6: Média do logaritmo do número de unidades formadoras de colônias em função do tempo após tratamentos com diferentes doses do herbicida Fomesafen.

	Tempo				
Dose	0	4	38	65	Total Geral
0	11,78	nd	nd	nd	11,78
0,5	11,78	8,51	3,02	3,23	5,84
1	11,78	nd	6,70	3,92	5,03
Total Geral	11,78	8,51	5,47	3,65	6,44

*Dose: Dose: 0= Testemunha, sem aplicação do herbicida Fomesafen; 0,5= metade da dose comercial de Fomesafen (225 g ia/ha); 1= dose comercial do Fomesafen (225 g ia/ha).nd. = não determinado. Fonte: a autora.

De acordo com Haney, Senseman e Hons (2000), a utilização de Glyphosate é capaz de levar a uma maior atividade dos micro-organismos no solo, levando em consideração

também que essa atividade pode ser desencadeada pela mineralização do carbono e do nitrogênio.

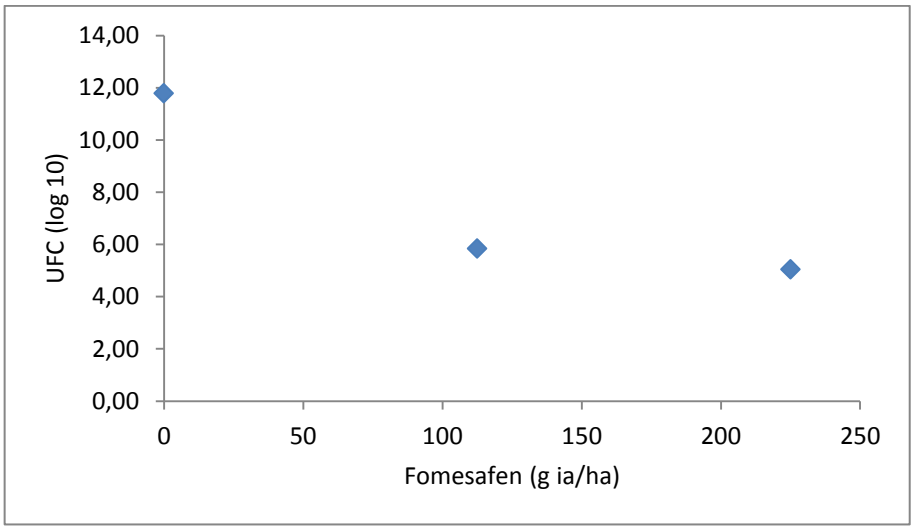
Aparentemente a população microbiana faz uso do herbicida como fonte para seu crescimento, apresentando eficiência na assimilação e degradação do mesmo (WARDLE e PARKINSON, 1990). Ainda, em conformidade com Kononova, Nesmey e Anova (2001), crescentemente são identificados micro-organismos com aptidão para mineralizar organosfosforados, como é o caso do Glyphosate.

De acordo com Chear, Kirkwood e Lum (1998), o valor de metabolização dos xenobióticos tem diferença em função do tipo de solo, onde os que possuem muita matéria orgânica em sua constituição há baixa degradação, já que há possibilidade do produto químico estar adsorvido, em contrapartida, em solos mais arenosos a degradação se dá de maneira mais rápida, pois existe uma menor adsorção.

Aplicações repetidas de herbicidas podem levar a um aumento na taxa de degradação do mesmo em comparação com solos em que o uso desses produtos não é feito, e isso se deve ao fato de os micro-organismos da área se mostrarem mais habituados com a existência do composto e por manifestarem enzimas características à metabolização (EBERBACH, 1998).

A aparente diminuição dos micro-organismos do solo (Figuras 1 e 2), pode ser explicada através de alguns trabalhos que propõem que o herbicida Fomesafen possui capacidade de influenciar negativamente a população que habita no solo, sendo que o mesmo já mostrou altíssima toxidez a bactérias pertencentes ao gênero *Bradyrhizobium*, por exemplo, como mencionado em pesquisas realizadas por Procópio et al. (2004) e Santos (2004).

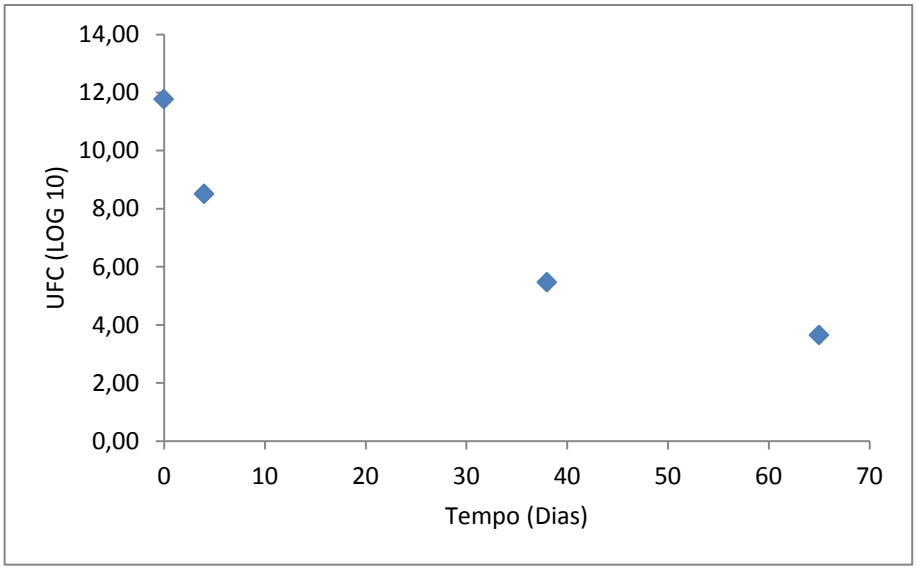
Figura 1: Unidades formadoras de colônia em função das doses de herbicida Fomesafen.



Fonte: a autora.

Um provável motivo para a atividade agressiva do Fomesafen aos micro-organismos é o seu mecanismo de ação, em que o inibidor da enzima protoporfirinogênio oxidase (PROTOX), ocasiona o acúmulo de protoporfirina nas células que entraram em contato com o herbicida, e posteriormente a peroxidação dos lipídeos e por fim a morte celular, pois acontecem interações com o oxigênio para formação de formas reativas (WARREN e HESS, 1995).

Figura 2: Total de unidades formadoras de colônia ao decorrer do tempo.



Fonte: a autora.

Foi observada correlação negativa entre o UFC e o tempo de aplicação de Fomesafen, indicando que ao aumentar o tempo de aplicação, houve redução do UFC. Correlação negativa também foi observada entre UFC e a dose de Fomesafen, dessa forma, com o aumento da dose haveria redução de UFC no solo (Tabela 7). Como já mencionado, diversos micro-organismos degradam xenobióticos no solo, mas no presente caso é possível que os micro-organismos tenham sido negativamente afetados, sendo o efeito notado com o passar do tempo pela redução da população microbiana.

Tabela 7: Coeficientes de correlação de Pearson entre número de unidades formadoras de colônias (UFC) e tempo após a aplicação e entre número de unidades formadoras de colônias (UFC) e dose de Fomesafen.

	Tempo	Dose
UFC	-0,9368	-0,9153

Fonte: a autora.

No experimento realizado em laboratório houve baixa germinação, mesmo no tratamento sem inoculação de *R. solani* (Tabela 8), havendo um alto índice de tombamento

em pré-emergência. A partir da observação das iscas de ramos de eucalipto foram observados vários gêneros de fungos fitopatogênicos com potencial para causar tombamento de sementes como *Fusarium*, *Cylindrocladium*, *Phytophthora* e possivelmente *Rhizoctonia*.

Tabela 8: Sementes de *Phaseolus vulgaris* germinadas após aplicação de herbicida Fomesafen e inoculação de *R. solani*.

Tratamentos	Sementes germinadas	%
Sem *R. solani* Sem Fomesafen	5	16,67
Com *R .solani* Com Fomesafen dose comercial	4	13,33
Sem *R. solani* Com Fomesafen dose comercial	3	10,00
Sem *R. solani* Com Fomesafen 1/2 dose comercial	2	6,67
Com *R. solani* Com Fomesafen 1/2 dose comercial	1	3,33
Com *R. solani* Sem Fomesafen	1	3,33

Fonte: a autora.

Nas sementes do feijão que não germinaram foram encontrados os fungos *Clonosthachys*, *Penicillium* e *Paecilomyces*, além de ser observada a presença de ácaros. A presença desses organismos pode explicar a mortalidade de tantas sementes, indicando que estas poderiam apresentar baixa qualidade, devido à presença de *Penicillium* que deteriora sementes armazenadas, mas indica também a presença de organismos potencialmente benéficos como *Clonosthachys*, que tem sido estudado no controle de fitopatógenos.

Além de um fungo semelhante a *Rhizoctonia*, no solo foi verificada a presença de nematoides e de fungos dos gêneros *Phytophthora*, *Fusarium*, *Cylindrocladium*, *Arthrobotrys* e *Gliocladium* e *Arthrobotrium*.

No gênero *Phytophthora* estão micro-organismos que causam várias doenças, incluindo tombamento em pré e pós-emergência. Tais organismos afetam uma grande diversidade de culturas da família *Chenopodiaceae*, *Compositae*, *Cruciferae*, *Cucurbitaceae*, *Leguminosae*, *Linaceae*, *Malvaceae*, *Solanaceae* e *Umbeliferae* (AGRIOS, 2005).

Segundo Sallis et al.(2001), o gênero *Fusarium* é causador de prejuízos a cultura do feijão, em que *Fusarium oxysporum* se constitui no agente causal da murcha ou amarelecimento.

Em conformidade com Aparecido e Finatti (2012), o fungo fitopatógeno *Cylindrocladium* ocasiona manchas na área foliar, podridão de estacas, tombamento de mudas em eucalipto e também a podridão do colo em outras culturas.

O gênero *Arthrobrotrys* é identificado como um nematófago facultativo (MOTA; CAMPOS e ARAÚJO, 2003), e através disso pode-se compreender a razão da existência de

grande quantidade de nematoides que foram observados, sendo vários em meio às hifas do fungo.

O gênero *Gliocladium* é um fungo que possui hábitos de vida livre e anteriormente foi referido como parasita de outros fungos e compete por nutrientes e/ou espaço com outros micro-organismos (ANTOMARE et al., 1999).

A observação de tais fungos nas iscas utilizadas no solo que recebeu a aplicação de Fomesafen e inoculação com *R. solani* indica que as doses do herbicida não afetaram a atividade de fungos fitopatogênicos e nem de fungos potencialmente benéficos, como nematófagos ou outros, que mantiveram desempenhando seu papel no solo.

5. CONCLUSÃO

O número de artrópodes não foi afetado pela aplicação de Fomesafen.

Houve correlação negativa entre dose de Fomesafen e número de unidades formadoras de colônias presentes no solo.

Houve correlação negativa entre o número de unidades formadoras de colônias e tempo após a aplicação de Fomesafen.

Vários fungos, dentre eles alguns potencialmente patogênicos, foram observados em iscas dispostas em solo inoculado com *R. solani* e que recebeu a aplicação de Fomesafen.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIOS, G. N. **Plant pathology.** 5th ed. Elsevier Academic Press. 2005.

ALEF, K. & NANNIPIERI, P., eds. Methods in applied soil microbiology and biochemistry.London, Academic Press, 1995. 576p.

ALFENAS, A. C. et al. **Isolamento de Fungos Fitopatogênicos**. In: ALFENAS, A.C. Métodos em fitopatologia. Viçosa: Ed. UFV, 2007. P 53-90.

ALTOMARE, C.; NORVELL,W. A.; BJORYMAN, T.; HARMAN, G. E. Solubilization of phosphates and micronutrients by the plant-growth promoting and biocontrol fungus Trichoderma harzianumRifai. Applied Environmental Microbiologv, Washington, US, v. 65, n. 7, p. 2926-2933, 1999.

ANDERSON, T. H.; DOMSCH, K. H. Ratio of microbial biomass carbon to total organic carbon in arable soils. Soil Biology & Biochemistry, Elmsford, v. 21, p. 471-479, 1989.

ANDRADE, A. S. et al. Potencial de lixiviação de herbicidas em solos agrícolas na região do Alto Paranaíba (MG). Pesticidas: **R. Ecotoxicol. Meio amb**., v. 21, n.1, p. 95-102, 2011.

APARECIDO C. C. & D FINATTI. Impacto do gênero Cylindrocladium para diferentes culturas. **Centro de P&D de Sanidade Vegetal**, nº 16/06/2012.

AQUINO, A. M.; MENEZES, E.L.A.; QUEIROZ, J. M.; **Recomendações para Coleta de Artrópodes Terrestres porArmadilhas de Queda ("Pitfall-Traps").** Seropédica: Embrapa,2006. 8 p. (Embrapa). Circular Técnico, 18.

ARAÚJO EA, Ker JC, Neves JCL, Lani JL. Qualidade do solo: conceitos, indicadores e avaliação. **PesqAplicAgrotecnol**. 2012;5:187-206.

ARAÚJO, A. S. F.; MONTEIRO, R. T. R.; ABAKERLI R. B.; SOUZA, L. S. **Biodegradação de glifosato em dois solos brasileiros.** Pesticidas: R.Ecotoxicol. e Meio Ambiente, Curitiba, v. 13, p. 157-164, jan./dez. 2003.

ARAÚJO, R. A. et al. Impacto causado por deltametrina em coleópteros de superfície do solo associados à cultura do milho em sistemas de plantio direto e convencional. **Neotrop. Entomol.**, v. 33, n. 3, p. 379-385, 2004.

ARAÚJO, W. L.; LIMA, A. O. S.; MARCON, J.; KUKLINSKY-SOBRAL, J.; LACAVA, P. T. **Manual**: isolamento de microrganismos endofíticos. Piracicaba: CALQ, 2002b. 86 p.

BOTELHO, S. A. et al. **Implantação de floresta de proteção**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2001. 81p. (Especialização à distancia em Gestão e Manejo Ambiental em Sistemas Florestais).

BRUGGEN, A. H. C.; SEMENOV, A. M.In search of biological indicators for soil health and disease suppression.**Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 15, n.1, p. 13-24, 2000.

CAPINERA, J. L. Relationships between insect pests and weeds: an evolutionary perspective. **WeedSci.**, v. 53, p. 892901, 2005.

CARDOSO, J. E. **Doenças do feijoeiro causadas por patógenos de solo**. Goiânia: Embrapa-CNPAF, 1990. 30 p. (Documento Técnico, 30).

CARDOSO, J. E. Podridões radiculares, p.151- 64. In: SARTORATO, A.; RAVA, A. (Eds.). **Principais doenças do feijoeiro comum e seu controle**. Brasília: Embrapa-SPI. 1994, 300p.

CARLING, D.E. & SUMNER, D.R. *Rhizoctonia.*In: Singleton, L.L., Mihail, J.D. & Rush, C.M. (Eds.) **Methods for research on soilbornephytopathogenic fungi**. New York NY. APS Press. 1992. pp. 157-165.

CATANEO, ANA CATARINA; CARVALHO, JOSÉ CLAUDIONIR. RESISTÊNCIA DE PLANTAS A HERBICIDAS MIMETIZADORES DAS AUXINAS (Grupo 0). **Aspectos de Resistência de Plantas Daninhas a Herbicidas**, p. 62, 2008.

CATÓIA, T. A et . al.Sinergística e compatibilidade de diuron e paraquat no desenvolvimento de *Sclerotiniasclerotiorum*(lib.) de bary.

CHEAR, U.B.; KIRKWOOD, R.C.; LUM, K.Y. Degradation of four commonly used pesticides in Malaysian agricultural soils**.Journal Agric. Food Chem**., v. 46, p. 1217-1223, 1998.

COBUCCI, Tarcísio et al. Effect of imazamox, fomesafen, and acifluorfen soil residue on rotational crops.**Weed Science**, p. 258-263, 1998.

COSTA, C. N. et al. Contaminantes e poluentes do solo e do ambiente. In: MEURER, E. J. Fundamentos de química do solo. 2.ed. Porto Alegre: 2004. 290 p.

DAN HESS, F. Light-dependent herbicides: an overview. Weed Science, Lawrence, v.48, n.2, p.160-170, 2000.

DEVINE, M.; DUKE, S.O.; FEDTKE, C. Oxygen toxicity and herbicidal action; Secondary physiological effects of herbicides. In: **_____. Physiology of herbicide action**. New Jersey : Prentice-Hall, 1993. Cap.9, cap.16, p.177-188.

DORAN, J.W.; PARKIN, T.B. Quantitative indicators of soil quality: a minimum data set. In: DORAN, J.W.; JONES, A.J. (Eds.). **Methods for assessing soil quality.Wisconsin**, USA: Soil Science Society American, 1996. p.25-37. (SpecialPublication, 49).

DUKE, S. O. et al. **Interactions of synthetic herbicides with plant disease and microbial herbicides**. In: VURRO M.; GRESSEL, J. (Ed.). Novel biotechnologies for biocontrol agent enhancement and management. London: Springer, 2007. p. 277-296.

DUKE, S. O.; CERDEIRA, A. L.; MATALLO, M. B. **Uso de herbicidas e seus efeitos em doenças vegetais**. Informações Agronômicas, Piracicaba, n. 115, p. 1-4, 2006.

EBERBACH, P.L. Applying non-steady-state compartmental analysis to investigate the simultaneous degradation of soluble and sorbed glyphosate (N-phosphonomethyl) glycine in four soils.**Pesticide Science**, Chichester, v.52, p.229-240, 1998.

EDWARDS, C. A. Impact of herbicides on soil ecosystems. **Critical Reviews in Plant Science**, Boca Raton, v. 8, p. 221-257, 1989.

GALLI, Juliana Altafinet al. Efeito de *Colletotrichumdematium*var.*truncata*e *Cercosporakikuchii*na germinação de sementes de soja. **RevistaBrasileira de Sementes**, p. 182-187, 2005. 2006.

HANEY, R.L.; SENSEMAN, A.S.; HONS, E.M. Effect of glyphosate on soil microbial activity and biomass.**Weed Science**, v.48, n.1, p. 89-93, 2000.

HESS, F. D.; WELLER, S. C. Principles of selective weed control with herbicides. In: Herbicide action. **West Laffaetti: Purdue University**; 2000. 942 p.

INDEX FUNGORUM**. Record details**: *Rhizoctoniasolani* J. G. Kühn, Ann. Sper. agr., N.S.: 224 (1858). Acesso em: 18 de dezembro de 2016. Disponível em: <http://www.indexfungorum.org/Names/NamesRecord.asp?RecordID=229666>.

INOUE, M. H. et al. Critérios para avaliação do potencial de lixiviação dos herbicidas comercializados no Estado do Paraná. Planta Daninha, v. 21, n. 2, p. 313-323, 2003.

JAKELAITIS, A. et al. Atividade residual no solo da mistura comercial dos herbicidas fluazifop-p-butil e Fomesafen utilizados no cultivo convencional e direto do feijoeiro. **Planta daninha**, v. 24, n. 3, p. 533-540, 2006.

JOHNSON, David H.; TALBERT, Ronald E. Imazaquin, chlorimuron, and fomesafenmay injure rotational vegetables and sunflower (*Helianthus annuus*). **Weed Technology**, p. 573-577, 1993.

JUNIOR O. P. A**. Glifosato: propriedades, toxicidade, usos e legislação.** *Quim.Nova,* Vol. 25, No. 4, 589-593, 2002.

KIMPE, C.R. & WARKENTIN, B.P. Soil functions and the future of natural resourses. In.: BLUME, H.P.; EGER, H.; FLEISHHAUER, E.; HEBEL, A.; REIJ, C. & STEINER, K.G., eds. Towards sustainable land use – Furthering cooperation between people and institutions. **Advances Geoecol**., 31:3-10, 1998.

KONONOVA, S.V.; NESMEYANOVA, M.A. Phosphonates and their degradation by microorganisms.**Biochemistry**, v. 67, n. 2, p. 184-195, 2001.

KRUGNER, T. L.; Doença do *Pinus spp.* In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A. et al. Manual de Fitopatologia: **Doenças das plantas cultivadas**. Vol. 2. São Paulo, Agronômica CERES LTDA, 1980. 587p.

LEHNER, M. S. et al. Potential of herbicides for controlling soil-borne fungal pathogens of common beans. **Planta Daninha**, v. 32, n. 1, p. 117-123, 2014.

LUKE, W. J.; PINCKARD, J.A. & WANG, S. L. Basidiospore infection of cotton bolls by Thanatephoruscucumeris.**Phytopathology**, v. 64, p. 107-11, 1974.

MANCUSO, M. A. C.; NEGRISOLI, E.; PERIM, L. Efeito residual de herbicidas no solo ("Carryover"). **RevistaBrasileira de Herbicidas**, v. 10, n. 2, p. 151-164, 2011.

MESSERSMITH, C. G.; ADKINS, S. W. **Integrating weed-feeding insects and herbicides for weed control**.Weed Technology, Lawrence v. 9, n. 1, p. 199-208, 1995.

MONTEIRO, R.T.R,; FIGUEREDO, R.T.S. **Determinação da umidade, pH e capacidade de retenção de água do solo.** In: FIGUEREDO, R.T.S.; VALARINI, P.J., Coord. Indicadores Biológicos e Bioquímicos da Qualidade do Solo: manual técnico. Januária: Embrapa Meio Ambiente, 2000. 198 p.

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

MOTA, M. DE A.; CAMPOS, A. K.; ARAÚJO, J. V. **Controle biológico de helmintos parasitos de animais: estágio atual e perspectivas futuras**, Pesq. Vet. Bras. Vol.23 no.3 Rio de Janeiro July/Sept. 2003.

NICHOLSON, P.S.; HIRSCH, P.R.The effects of pesticides on the diversity of culturable soil bacteria.**Journal Applied Microbiology**, v. 84, p. 551-558, 1998.

OGOSHI, A. Ecology and pathogenicity of anastomosis and intraespecific groups of RhizoctoniasolaniKühn.**Annual Review of Phytopathology**, v. 25, p. 125-143. 1987.

PARMETER, J. R.; WHITNEY, H. S. Taxonomy and nomenclature of the imperfect state. In: Parmeter, J.R. (Ed.) **Rhizoctoniasolani, biology and pathology**. London: UniversityofCalifornia, 1970, p.7- 19.

PELAEZ V. **Mercado e regulação de agrotóxicos consea** – PR Curitiba Programa de Mestrado e Doutorado em Políticas Públicas – UFPR, 2012.

PEREIRA, J.L.; PICANÇO, M.C.; SILVA, A.A.; BARROS, E.C.; XAVIEr, V.M.; GONTIJO, P.C.Efeito de herbicidas sobre a comunidade de artrópodes do solo do feijoeiro cultivado em sistema de plantio direto e convencional. **Planta daninha** vol.25 no.1 Viçosa Jan./Mar. 2007.

PROCÓPIO, S. O. et al. Crescimento de estirpes de *Bradyrhizobium* sob influência dos herbicidas glyphosate potássico, fomesafen, imazethapyr e carfentrazone-ethyl. **R. Ceres**, v. 51, n. 294, p. 179-188, 2004.

REIS, M.R. et al. Atividade microbiana em solo cultivado com cana-de-açúcar após aplicação de herbicidas. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 26, n. 2, p. 323-331, 2008.

RESISTÊNCIA DE PLANTAS DANINHAS AOS HERBICIDAS, Ponta Grossa, 1999. **Anais**. Ponta Grossa: AEACG, 1999. p.68-72.

ROSA, Daniel Dias et al. Efeito de herbicidas sobre agentes fitopatogênicos. **Acta Sci. Agron**, v. 32, n. 3, p. 379-383, 2010.

SALLIS M. G. V. etal.Fungos associados às sementes de feijão-miúdo. **RevistaBrasileira de Sementes**, vol. 23, nº 1, p.36-39, 2001.

SANDERS, N. J.; GORDON, D. H.The interactive effects of climate, life history, and interspecific neighbours on mortality in a population of seed harvester ants. **Ecol. Entomol.**, v. 29, p. 632-637, 2004.

SANNINO, F.; GIANFREDA, L. **Pesticide influence on soil enzymatic activities.Chemosphere**, v. 45, p. 417-425, 2001.

SANTOS G. R. **Características, sistema de registros de produtos e concorrência no mercado de agrotóxicos no Brasil.** IPEA 2011. Disponível em: http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/radar/120704_radar20_apresentacao_gesmar.pdf. Acesso em: 08/12/2016 às 23:24.

SANTOS G. R. **Características, sistema de registros de produtos e concorrência no mercado de agrotóxicos no Brasil.** IPEA. 2011.Disponível em: http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/radar/120704_radar20_apresentacao_gesmar.pdf. Acesso: 13/12/2016.

SANTOS, J. B. **Efeitos do glyphosate sobre o crescimento de estirpes de *Bradyrhizobium***. 2004. 56 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2004.

SANTOS, J. G. M. **Controle químico de plantas daninhas na cultura do feijão (*Phaseolusvulgaris*L.), no inverno**. 1991. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Viçosa.

SANTOS, J.B., JAKELAITIS, A., SILVA, A.A., VIVIAN, R., COSTA, M.D. e SILVA, A.F.6. Atividade microbiana do solo após aplicação de herbicidas em sistemas de plantio direto e convencional. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 23, n. 4, p. 683-691, 2005.

SILVA, G.R et al. Mobilidade do fomesafen em solos brasileiros. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 32, n. 3, p. 639-645, 2014.

SILVA, V.P. et al. **Eficiência e residual no solo de herbicidas na cultura do feijão**. Planta Daninha, Viçosa-MG, v. 31, n. 4, p. 961-970, 2013..

SILVA, VALDEVINO PEREIRA. **Eficiência e residual no solo de herbicidas aplicados em pós emergência na cultura do feijão**. 2012. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Viçosa.

SINDAG. **Estatísticas de Mercados do Sindicato Nacional da Indústria de Produtos Para Defesa Agrícola**. São Paulo, 1995–2007. Disponível em: Acesso em: 15/01/2008, 2008.

SMITH, H. A.; MCSORLEY, R. Intercropping and pest management: a review of major concepts. **Am. Entomol.**, v. 46, p.154-161, 2000.

SNEH, B., BURPEE, L. & OGOSHI, A. **Identification of Rhizoctonia species**.St. Paul MN. APS Press. 1991.

SOARES, R.M. et al. **Utilização de glifosato para o controle de ferrugem da soja**. Pesq. agropec. bras., Brasília, v.43, n.4, p.473-477, abr. 2008.

SPOSITO, G.; ZABEL, A. The assessmentofsoilquality. **Geoderma**, Amsterdam, v. 114, n. 3/4, p. 143-144, 2003.

STALPERS, J.A., ANDERSEN, T.F. **A synopsis of the taxonomy of teleomorphs connected with Rhizoctonia S. L**. In: Sneh, B., Jabaji-Hare, S., Neate, S. &Dijst, G. (eds.) Rhizoctonia species: Biology, Ecology, Pathology and Disease Control. Dordrecht, Netherlands. Kluwer Academic Publishers. 1996. p. 37-47.

STRONG, D. R.; LAWTON, J. H.; SOUTHWOOD, R. **Insects on plants:** community patterns and mechanisms. Cambridge: Harvard University Press, 1984. 330 p.

TONI, L. R. M.; SANTANA, H.; ZAIA, D. A. M. **Adsorção de glyphosate sobre solos e minerais**. Química Nova, São Paulo, v.29, n.4, p.829-833, 2006.

VIDAL, R.A.; MEROTTO JÚNIOR, A.; FLECK, N.G. Resistência de plantas daninhas aos herbicidas de menor risco para desenvolver problemas. CURSO DE MANEJO E

VIEIRA, R. F. et al. Aplicações seqüenciais de Fomesafen via água de irrigação por aspersão no controle de Bidens pilosa. **Planta Daninha**, v. 24, p. 497-503, 2006.

VIEIRA, R. F.; SILVA, A. A.; RAMOS, M. M. Aplicação de herbicidas pós-emergentes via irrigação por aspersão - Revisão. Planta Daninha, v. 21, p. 495-506, 2003.

VILGALYS, R., CUBETA, M.A. Molecular systematics and population biology of Rhizoctonia.**Annu. Rev. Phytopathol**., v.32, p.135-55, 1994.

WALKER, C. A. et al. **Principles of ecotoxicology**. 2.ed. London. Taylor and Francis, 2001.309 p.

WARDLE, D. A.; NICHOLSON, K. S.; RAHMAN, A. Influence of herbicide applications on the decomposition,microbial biomass, and microbial activity of pasture shoot and root litter. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, Wellington, v. 37, p. 29-39, 1994.

WARDLE, D. A.; PARKINSON, D. Effects of three herbicides on soil microbial biomass and activity.Plant and Soil, v.122, p.21-28, 1990.

WARREN, G. F.; HESS, F. D. Mode of action of inhibitors of protoporphyrinogen oxidase (Diphenilethers and oxadiazon). In: **Herbicide action course**. West Laffeyte: Purdue University, 1995. 787 p.

WAUCHOPE, R. D. et al. **The SCS/ARS/CES pesticide properties database: select values for environmental decision making**. Reviews of environmental contamination & toxicology, New York, v.123, n.1, p.1-164, 1992.

WEDSON D. Fernandes ', Márcia C. A. Cruz", OdivalFaccenda" e Tarcisio O. Valente". IMPACTO DE HERBICIDAS EM UMA GUILDA DE FORMIGASPREDADORAS. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.l, n.3, 2000.

WEED SCIENCE. Registers of Protox-resistant weeds.Disponível em: http://www.weedscience.org/summary/MOASummary.asp. Acesso em: 03/12/2016.

WELLER, S. Diquat, paraquat, diphenylethers and oxidiazon – uses and mechanism of action. In: **Herbicide action course**. West Laffayette: Purdue University, 2003. p. 185224.