

EFEITO DO MANEJO INTEGRADO DA REQUEIMA DO TOMATEIRO SOBRE A ATIVIDADE MICROBIOLÓGICA DO SOLO

Wanderson Bucker Moraes*, Karin Tesch Kulkamp, Leônidas Leoni Belan, Willian Bucker Moraes, Stenio Oggioni da Fonseca, Vanderlan de Oliveira Paulucio, Waldir Cintra de Jesus Junior**

Departamento de Produção Vegetal, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, 29500-000, Alegre – ES, e-mail: wandersonbucker@yahoo.com.br*, wcintra@yahoo.com**

Resumo- O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do sistema de manejo da requeima do tomateiro com a utilização de fungicidas e silicato de potássio sobre a atividade microbiológica do solo. O experimento foi conduzido num delineamento em blocos ao acaso com cinco tratamentos e três repetições. Os tratamentos (T) foram: T1 - testemunha; T2 – silicato de potássio; T3 – fungicida protetor (FP), alternado semanalmente com fungicida sistêmico (FS); T4 – silicato de potássio, alternado semanalmente com fungicidas; T5 – silicato de potássio associado a fungicidas. A atividade microbiológica do solo foi avaliada pelo método da hidrólise do diacetato de fluoresceína (FDA). Verificou-se que a aplicação semanal de silicato de potássio proporcionou os maiores valores de atividade microbiológica do solo (FDA). O menor valor de FDA foi observado em solos da testemunha. Solos dos tratamentos 3 e 5 apresentaram valores de FDA inferiores aos observados no tratamento 2. A aplicação de silicato de potássio alternada com fungicidas promoveu aumento significativo dos valores de FDA.

Palavras-chave: *Solanum lycopersicum*, *Phytophthora infestans*, manejo integrado de doença, microbiologia do solo

Área do Conhecimento: Ciências Agrárias

Introdução

O Brasil atualmente está entre os dez maiores produtores de tomate (*Solanum lycopersicum*) do mundo (FAO-FAOSTAT, 2009). A cultura do tomate ocupa o segundo lugar em ordem de importância econômica dentre as culturas oleráceas no Brasil (SILVA et al., 2007). A importância desta cultura pode ser atribuída a sua múltipla forma de consumo, podendo ser empregada "in natura" ou como extratos industriais.

Entretanto, a produção de tomate no Brasil é limitada por vários fatores, sendo as doenças um dos principais problemas. O cultivo do tomate está sujeito ao ataque de inúmeros patógenos, dentre os quais, destaca-se a requeima (*Phytophthora infestans*). Esta doença é considerada a mais destrutiva da cultura, podendo comprometer todo o campo de produção em poucos dias (VALE et al., 2000). A requeima ocorre em praticamente todos os locais onde o tomateiro é cultivado, sendo mais severa em períodos frios e úmidos (JONES et al., 1993).

O emprego de defensivos agrícolas é uma das principais formas de manejo da requeima, principalmente devido à ausência de variedades comerciais resistentes, fazendo com que as medidas de controle baseiem-se em aplicações sistemáticas de fungicidas seguindo um calendário de aplicações semanais fixo. Estas aplicações

sistemáticas de fungicidas acabam aumentando o custo de produção, concentrações de resíduos nos frutos a serem comercializados, além de colocar em risco a vida do aplicador, da população vizinha e dos demais seres vivos do ecossistema em questão (JESUS JUNIOR et al., 2007; VALE et al., 2007).

Visando racionalizar a utilização de fungicidas no manejo da requeima e tornar a cultura do tomateiro mais rentável, várias medidas têm sido estudadas. Dentre essas medidas, destaca-se a utilização de produtos alternativos com o potencial de controle de fitopatógenos ou a alternância destes com fungicidas, buscando o sinergismo entre fungicidas e produtos alternativos. O silício (Si), embora não seja essencial às plantas, é considerado agronomicamente benéfico, sendo apontado como uma alternativa no manejo de inúmeras doenças em diversas culturas como arroz, cucurbitáceas, soja e trigo (DATNOFF et al., 2007).

Quando se aplica um agrotóxico, parte destes compostos químicos vai para o solo. Os microrganismos, juntamente com alguns macrorganismos (minhoca, coleóptera etc.), têm a capacidade de degradar uma grande quantidade destes compostos. Porém, quando estes produtos são aplicados em excesso podem danificar o "frágil equilíbrio" deste sistema (PRATISSOLI et al., 2008).

A maior parte dos estudos sobre o efeito dos agrotóxicos sobre a biologia do solo analisa a partir da microbiologia. Segundo Ferreira et al. (2006), os indicadores microbiológicos devem regular os processos ecológicos do solo e refletir as condições dos manejos atuais, sendo úteis para determinar os efeitos positivos e negativos sobre a qualidade do solo e a sustentabilidade das práticas agrícolas. Adicionalmente, o comportamento da população microbiana depende das condições de manejo e utilização de agrotóxicos na área. Dessa forma, é indispensável em estudos sobre o manejo de doenças de plantas, o conhecimento das alterações das atividades microbianas do solo.

Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito do sistema de manejo da requeima do tomateiro com a utilização de fungicidas e silicato de potássio sobre a atividade microbiológica do solo.

Metodologia

Condução do experimento

O experimento foi conduzido na área experimental do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, em Alegre – ES (altitude de 150m, latitude 20° 45' S e longitude 41° 28' W), no período de abril a julho de 2007.

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com cinco tratamentos e três repetições. Cada parcela foi composta de 40 plantas divididas em quatro fileiras, sendo duas fileiras laterais deixadas como bordadura. Dentro das fileiras centrais três plantas do final de cada linha foram deixadas como bordadura, resultando em 8 plantas úteis na parte central da parcela.

A cultivar de tomate utilizada foi a Santa Clara, sendo esta suscetível a requeima. As mudas foram transplantadas para o campo aos 25 dias após a semeadura, quando as plantas apresentaram cinco pares de folhas definitivas usando espaçamento de 0,60m entre plantas e 1,2m entre fileiras. Os tratos culturais foram realizados de acordo com as recomendações para a cultura, realizando a correção da acidez do solo, adubação e o controle de pragas de acordo com as indicações técnicas (CAMARGO, 1981; FILGUEIRA, 2003).

Os tratamentos (T) foram constituídos da aplicação de fungicidas (sistêmicos e protetores) e silicato de potássio, isolados, alternado e/ou associados. Foram utilizados os seguintes tratamentos com as respectivas doses em gramas de ingrediente ativo por hectare (g i.a.ha⁻¹): T1 – testemunha; T2 - aplicação de silicato de potássio (SP) (40 g.L⁻¹); T3 – aplicação de fungicida protetor (FP) (mancozeb, 1600 g i.a.ha⁻¹),

alternado semanalmente com fungicida sistêmico (FS) (cimoxanil + mancozebe, 160 + 1280 g i.a.ha⁻¹); T4 - fungicida protetor (FP), fungicida sistêmico (FS) e silicato de potássio (SP), alternados semanalmente; T5 - aplicação de fungicida protetor associado com silicato de potássio, alternado semanalmente com fungicida sistêmico associado com silicato de potássio. As pulverizações dos tratamentos na parte aérea das plantas foram realizadas semanalmente, tendo início após a manifestação dos primeiros sintomas da doença. Durante todo o ciclo da cultura foram realizadas oito aplicações dos tratamentos. Para aplicação dos tratamentos empregou-se pulverizador costal manual de 20 litros com bico cônico, calibrado para a aplicação de um volume de calda de 1000 L.ha⁻¹.

Determinação da atividade microbiológica do solo

A atividade microbiológica do solo foi estimada pelo método da hidrólise do diacetato de fluoresceína. O método se baseia em estimar a fluoresceína produzida no solo tratado com solução de diacetato de fluoresceína e incubado a 24°C. Foram usadas amostras de solo recém coletadas aos 69 dias após o transplante da cultura referente a cada tratamento, sendo estas passadas em peneira de malha 2 mm. Em seguida pesou-se para cada amostra 5g de solo quatorze vezes, sendo quatro para as amostras e cinco para os pontos da curva (0, 100, 200, 300 e 400µg FDA) com duas repetições para cada ponto da curva, sendo estas posteriormente adicionadas em erlenmeyer de 125 mL. Para as amostras foram acrescentadas 20 mL de tampão fosfato e a solução de diacetato de fluoresceína na concentração de 2 µg.mL⁻¹. Em seguida, os frascos foram tampados com folha de alumínio e incubados em agitador a 150 rpm, por vinte minutos. Após esse período a reação foi interrompida pela adição de acetona (20 mL). A suspensão de solo foi centrifugada a 4000 rpm por dez minutos, retirando-se alíquotas do sobrenadante para análise em espectrofotômetro com o comprimento de onda de 490nm (CHEN et al.,1988).

Análise dos dados

Os valores de FDA de cada tratamento foram comparados pelo teste Tukey a 5% de probabilidade, utilizando-se o software SAS 9.0 (Statistical Analysis Software).

Resultados

O sistema de manejo da requeima do tomateiro influenciou a atividade microbiológica do solo (Figura 1). Observou-se em solos onde foi

realizada a aplicação semanal com silicato de potássio a máxima atividade microbiológica (valor de FDA hidrolisado) ($P \leq 0,05$, Figura 1). Entretanto, os valores de índice de atividade microbiológica encontrado neste tratamento não diferiu estaticamente dos observados nos solos do tratamento 4 (aplicações de silicato de potássio intercalada com fungicidas) ($P \leq 0,05$, Figura1). O menor índice de atividade microbiológica foi observado no solo onde não foi realizado nenhum tipo de manejo da requeima do tomateiro. Valores intermediários de atividade microbiológica foram observados em solos dos tratamentos 3 (aplicação semanal de fungicidas) e 5 (aplicação semanal de fungicidas associado ao silicato de potássio).

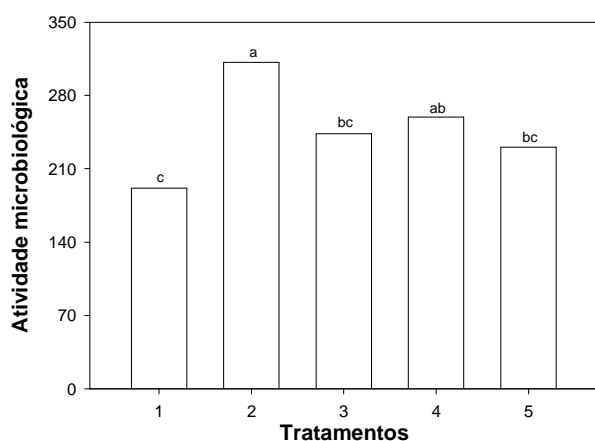


FIGURA 1 – Atividade Microbiológica do solo (μg de FDA hidrolisado) em solos cultivados com tomateiro sob diferentes tratamentos fitossanitários para o manejo da requeima. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Discussão

Neste estudo, verificou-se efeito significativo da utilização de agroquímicos para o manejo da requeima do tomateiro sobre a atividade microbiológica do solo. Segundo Zilli et al. (2008), práticas culturais, tais como a aplicação de agroquímicos, podem interferir diretamente a estrutura da comunidade microbiana do solo e naquela associada às raízes vegetais.

A aplicação semanal com silicato de potássio proporcionou os maiores valores de FDA. Entretanto, estudos mais detalhados para elucidar o efeito deste elemento no solo sobre a atividade microbiota devem ser realizados.

Apesar da verificação do aumento da atividade microbiológica do solo com a aplicação deste tratamento, deve-se ressaltar que este sistema de

manejo não foi eficiente em promover a redução do progresso da requeima.

O tratamento 4 (aplicação de fungicidas alternada com silicato de potássio) proporcionou o aumento significativo da atividade microbiológica. Neste tratamento o número de aplicação de fungicida foi reduzido em 50%.

A atividade microbiológica dos solos dos tratamentos onde se realizou aplicações semanais com fungicidas (associado ou não com silicato de potássio), não diferiram estaticamente da obtido no tratamento 4. São controversos os resultados observados em relação ao efeito dos agrotóxicos sobre a atividade microbiana. De uma forma geral, análises realizadas em solos de locais onde se realizou aplicações com agrotóxicos, verifica-se alterações na atividade microbiana nos primeiros dias ou semanas após a aplicação, porém com uma retomada aos níveis prévios após determinado período da aplicação (CASARINO; NUNES, 2008). Zilli et al. (2007) verificaram que a aplicação do herbicida glyphosate aumentou a biomassa microbiana (BMS) e o quociente metabólico ($q\text{CO}_2$) nos primeiros dias após a aplicação. Entretanto, segundo este autores a BMS retornou aos valores iniciais ao final de 60 dias.

Silva et al. (2006) verificaram que alguns dias após a aplicação do fungicida metalaxil, ocorreu o aumento do carbono da biomassa microbiana. Tal comportamento é atribuído ao fato da aplicação do fungicida ter aumentado a fonte de C, o que favoreceu a atividade de alguns tipos de bactérias (MONKIEDJE et al, 2002 apud SILVA et al, 2006). Além disso, os autores atribuem tal incremento da atividade microbiana ao aumento das espécies resistentes, a eliminação de competição por fungos inibidos pelo fungicida e ainda ao aporte de nutrientes ou C, provenientes dos microorganismos afetados pelo fungicida.

Relatas na literatura evidência que a atividade microbiana é em função da capacidade de biorremediação. Apesar disso, há uma concordância de que a microbiota sofre modificações devido ao uso de agrotóxicos, pois uma ou outra espécie poderia sofrer maiores impactos enquanto outras são até mesmo favorecidas após a aplicação dos tratamentos (CASARINO; NUNES, 2008).

Atualmente existem poucos estudos sobre os efeitos dos agrotóxicos ao ambiente e a saúde humana, principalmente a médio e longo prazo. Além disso, temos a falta de técnicas que permitam a identificação de algumas formulações, e principalmente dos metabólitos formados a partir do processo de degradação das formulações iniciais, as quais podem ser mais nocivas que seus compostos originais (ZILLI et al., 2008).

Vale ressaltar que este estudo foi centrado na avaliação de impactos quantitativos sobre as populações de organismos do solo, não se referindo sobre características qualitativas destas populações, tais como estruturação e biodiversidade das comunidades. Portanto, estudos desta natureza ajudarão melhor elucidar os potenciais efeitos dos sistemas de manejo da requeima do tomateiro sobre microbiota do solo.

Conclusão

O sistema de manejo da requeima do tomateiro influenciou a atividade microbiológica do solo.

A aplicação semanal de silicato de potássio aumentou a atividade microbiológica do solo.

Solos que receberam aplicações semanais com fungicidas associados ou não com silicato de potássio, apresentaram valores de FDA inferiores ao do tratamento que recebeu aplicação semanal de silicato de potássio.

Aplicação de fungicidas alternadas com silicato de potássio revelou ser promissora, pois possibilitou o aumento da atividade microbiológica do solo e a redução do número de aplicações com fungicidas.

Referências

- CAMARGO, L.S. **As hortaliças e seu cultivo**. Campinas: Fundação Cargil, 1981. 321p.
- CASARINO, J.P.; NUNES, S.P. Impactos dos agrotóxicos na biologia do solo. **Ecovida**, p.1-30, 2008.
- CHEN, W.; HOITINK, H.A.J.; MADDEN, L.V. Microbial activity and biomass in container media for predicting suppressiveness to damping-off caused by *Pythium ultimum*. **Phytopathology**, v.78, p.1447-1450, 1988.
- DATNOFF, L.E.; RODRIGUES, F.A.; SEEBOLD, K.W. Silicon and Plant Disease. In: DATNOFF, L.E.; ELMER, W.H.; HUBER, D.M. (Org.). **Mineral Nutrition and Plant Disease**. American Phytopathological Society, 2007. p.233-246.
- FAO-FAOSTAT. **Database Results**. Disponível em <http://apps.fao.org/>. Acessado em: 12 de dezembro, 2009.
- FERREIRA, A.P.; CUNHA, C.L.N.; WERMELINGER, E.D.; SOUZA, M.B.; LENZI, M.F.; MESQUITA, C.M.; ORGE, L.C. Impacto de pesticidas na atividade microbiana do solo e sobre a saúde dos agricultores. **Revista Baiana de Saúde Pública**, v.30, p.309-321, 2006.
- FILGUEIRA, F.A.R. **Novo Manual de Olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 2ª edição, Viçosa: UFV, 2003. 409p.
- JESUS JUNIOR, W.C.; POLANCZYK, R.; PRATISSOLI, D.; PEZZOPANE, J.E.M.; SANTIAGO, T. (Org.). **Atualidades em Defesa Fitossanitária**. 1 ed. Visconde do Rio Branco: Suprema Gráfica e Editora, 2007. v.1, p. 307-326.
- MONKIEDJE, A.; ILORI, M.O.; SPITELLER, M. Soil quality changes resulting from the application of the fungicides mefenoxam and metalaxil to a sandy loam soil. **Soil Biology and Biochemistry**, v.34, p.1939-1948, 2002.
- JONES, J.B.; STALL, R.E.; ZITTER, T.A. **Compendium of tomato diseases**. St Paul: APS, 1993. 73p.
- SILVA, C.M.M.S.; VIEIRA, R.F.; FAY, E.F. Efeito do fungicida metalaxil na microbiota do solo da região semi-árida brasileira. In: SILVA, C. M.M.S. & FAY, E.F. (org). **Impacto ambiental do fungicida metalaxil**. 1º ed. Embrapa Meio Ambiente: Jaguariúna, 2006.
- SILVA, D.J.H.; FONTES, P.C.R.; MIZUBUTI, E.S.G.; PICANÇO, M.C. Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). In: PAULA JUNIOR, T.J.; VENZON, M. (Org.). **101 Culturas: Manual de Tecnologias Agrícolas**. Belo Horizonte: EPAMIG, 2007. v.1, p.209-220.
- PRATISSOLI, D.; FRANCO, C.R.; CELESTINO, F.N.; LIMA, V.L.S. Agrotóxicos x homem x meio ambiente. In: POLANCZYK, R.A.; CECÍLIO, R.A.; MATTA, F.P.; SOARES, T.C.B.; PEZZOPANE, J.E.M., CAMPANHARO, W.A.; OLIVEIRA, M.C.C. (Org.). **Estudos avançados em produção vegetal**. 1 ed. Vitória: GM gráfica e editora, 2008, v.2, p.313-328.
- VALE, F.X.R.; ZAMBOLIM, L.; PAUL, P.A.; COSTA, H. Doenças causadas por fungos em tomate. In: ZAMBOLIM, L.; VALE, F.X.R. **Controle de Doenças de Plantas - Hortaliças**. Viçosa: Gráfica Suprema, 2000. v.2, p.699-756.
- VALE, F.X.R.; JESUS JUNIOR, W.C.; RODRIGUES, F.A.; COSTA, H.; SOUZA, C.A. Manejo de Doenças Fúngicas em Tomateiro. In: SILVA, D.J.H.; VALE, F.X.R. (Org.). **Tomate - Tecnologia de Produção**. Visconde do Rio Branco: Suprema Gráfica e Editora Ltda, 2007. v.1, p.159-198.

- ZILLI, J.E. et al. População microbiana em solo cultivado com soja e tratado com diferentes herbicidas em área de cerrado no estado de Roraima. **Acta Amazônica**, v.37, p.201-212, 2007.

- ZILLI, J.E. Efeito do Glyphosate e Imazaquim na comunidade bacteriana do rizoplane de soja (Glycine Max) e em características microbiológicas do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p.633-642, 2008.