

Efeito dos óleos de citronela, eucalipto e composto citronelal sobre micoflora e desenvolvimento de plantas de milho

Effect of citronella oil, eucalyptus and citronellal compound of mycoflora and development of maize plants

Deyvid Rocha Brito¹, Marcio Akio Ootani¹, Antônio Carlos Costa Ramos¹, Willian Costa Sertão¹ e Raimundo Wagner de Souza Aguiar^{1*}

¹Laboratório de Manejo Integrado de Pragas (Lab.MIP), Universidade Federal do Tocantins - UFT, Gurupi - TO, Brasil.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the effects of essential oils *C. nardus*, *E. citriodora* and citronellal compound of mycoflora associated germination and initial plant corn (*Zea Mays*) at doses of 5, 10 and 15% for all tests. The maize cultivar used was XGN5320 and experimental design was completely randomized. After application of defined doses, germination was evaluated in germitest role in BOD. The assessment of phytotoxicity was made in plants grown in pots with direct application on plants and the observed symptoms 48 and 96 hours after application. We also evaluated the size of shoots and roots. The dry matter was obtained after these parts remain in gases forced circulation of air. The effect on seed mycoflora was observed by the method Blotter test. The results showed that the oils used were not selective for corn plants, causing severe damage in the initial development of phytotoxicity of the same, with consequent reduction in dry mass and shoot length ($P < 0.05$). The oils inhibited dramatically seed borne fungi, *Aspergillum ssp* inhibiting satisfactorily. and brought to incidence of *Colletotrichum*, *Fusarium* and *Penicillium* zero, with the highest dose (15%), indicating toxicity to these microorganisms. However, showed allelopathic activity, dramatically affecting seed germination.

Key-words: *Zea mays*, selectivity, toxicity, fungi and allelopathy

INTRODUÇÃO

O milho *Zea mays* (L.) é uma cultura de ciclo anual que apresenta duas fases de desenvolvimento, uma vegetativa e outra reprodutiva. Durante estes estádios de desenvolvimento a cultura fica suscetível a competição com plantas daninhas e doença fúngicas causada por patógenos transportados via sementes (Souza et al., 2007; Cury et al., 2012).

A utilização indiscriminada de defensivos sintéticos tem elevado a contaminação do meio ambiente e a resistência de fungos fitopatogênicos e plantas daninhas. Os produtos naturais vêm sendo uma alternativa para o controle de doenças e plantas daninhas nos agroecossistemas (Singh et al., 2003; Abad et al., 2007). Vários óleos essenciais têm demonstrado efeito sobre fungos fitopatogênicos como *Colletotrichum gloeosporioides*, *Fusarium oxysporum* e *Alternaria solani* (Takatsuka et al., 2003; Balbi-

Peña et al., 2006), e atividade como bioherbicidas para várias espécies de plantas daninhas, como *Achyranthes aspera*, *Cassia occidentalis*, *Parthenium hysterophorus*, *Echinochloa crus-galli*, e *Ageratum conyzoides* (Ens et al., 2009).

O período crítico da interferência de plantas daninhas na cultura do milho está nos estádios vegetativos V2 a V7 (Kozlowski, 2002). Frente a esses problemas o uso de agrotóxicos é a prática que garante ao agricultor a melhor forma de controle ou eliminação de plantas daninhas, o que mantém a produtividade esperada (Moura, 2007). A busca de novas alternativas de controle de plantas daninhas é um dos princípios recorrentes para minimizar os efeitos dos herbicidas sobre o meio ambiente (Tozani et al., 2006).

Existem pesquisas sendo feitas com a finalidade de elucidar a toxicidade de óleos para controle de plantas daninhas. Esses óleos são substâncias voláteis extraídas de plantas aromáticas e usadas

*Author for correspondence: rwsa@uft.edu.br

como matéria-prima de grande importância para a indústria (Simões et al., 2003). Algumas plantas possuem atividade alelopática para plantas daninhas, devido à presença de alguns terpenóides presentes em seus óleos essenciais (Souza Filho et al., 2009).

A vantagem em relação ao uso destes compostos de origem orgânica é que funcionam de um modo mais seletivo, principalmente quando usados no controle de plantas daninhas, pois não afetam os mamíferos nem os insetos polinizadores (Mordue e Nisbet, 2000). Os óleos essenciais voláteis sintetizados pelo metabolismo secundário das plantas aromáticas parecem responder a ameaças vindas do ecossistema (Simões et al., 2003), e aplicações direta sobre sementes de plantas cultivadas de alguns desses óleos, pode afetar fortemente a germinação e diretamente o desenvolvimento das plantas, o que torna a produção dessas substâncias uma estratégia para inibir a germinação de plantas competidoras, repelir insetos fitófagos e herbívoros, e atrair insetos polinizadores, dentre outras funções ainda não elucidadas (Isman, 2006).

Quanto ao modo de ação desses óleos nas plantas funcionando como aleloquímicos inibidores de germinação, em vista a estes aspectos as plantas produzem compostos como fontes poderosas de agentes biocidas (Souza et al., 2003).

As pesquisas com óleos essenciais até o momento tiveram como finalidade, elucidar as propriedades existentes nos referidos óleos extraídos de plantas aromáticas. As literaturas trazem relatos que, de certa forma, colaboram com o desenvolvimento de novos estudos nessa área (Souza Júnior et al., 2009). Com base no contexto exposto, o objetivo da presente pesquisa foi avaliar o efeito fungicida e herbicida dos óleos essenciais de *C. nardus*, *E. citriodora* e do composto citronelal sobre micoflora associada, germinação e desenvolvimento inicial de plantas de milho (*Z. mays*).

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido de Outubro a Novembro de 2010 no Laboratório de Manejo Integrado de Pragas da Universidade Federal do Tocantins (UFT), Campus de Gurupi. No experimento foi utilizada a cultivar de milho XGN5320. O delineamento experimental usado foi o inteiramente casualizado, com três tipos de óleos essenciais (citronela (*C. nardus*), eucalipto (*E.*

citriodora) e composto citronelal) e três concentrações de cada tipo de óleo (5, 10 e 15 %). O óleo essencial de *E. citriodora* foi obtido junto a empresa JUMP instalada em Gurupi/TO e o composto majoritário citronelal foi obtido na empresa Sigma-Aldrich com 85% de grau de pureza, em frasco de 100 ml. O óleo de *C. nardus* foi extraído de folhas colhidas na horta de plantas medicinais presente no Campus de Gurupi da Universidade Federal do Tocantins (UFT). Depois de colhidas, as folhas do capim citronela (*Cymbopogon Nardus*) foram secadas a sombra, cortadas com tesoura e trituradas em um liquidificador do laboratório de Manejo Integrado de Pragas da UFT, Campus de Gurupi.

A metodologia utilizada para a obtenção do óleo essencial é descrita por Castro (2006). Os procedimentos consistiram em colocar 100 gramas de folhas trituradas em um (1) litro de água destilada, dentro de um balão de vidro acoplado em manta térmica e a uma espécie de tubo com pipeta graduada seguido de condensador refrigerado por sistema de mangueiras que permitem a passagem da água de modo contínuo. O óleo essencial precipitado foi recolhido por uma pipeta graduada, cuja na parte inferior existe uma saída para dentro do balão. O tempo de extração foi de 2 horas e 30 minutos, chegando a quantidades de três mililitros do óleo por 100 gramas de folhas do capim. O aparelho utilizado na extração do óleo é do tipo CLEVENGER que possibilita extrair o óleo das folhas trituradas por arraste a vapor.

As avaliações da germinação das sementes foram realizadas a partir das sementes tratadas com com óleos essenciais de *C. nardus*, *E. citriodora* e do composto citronelal nas concentrações de (5, 15 e 30%). Ainda para essa avaliação foi estabelecido as testemunhas, que se tratam das sementes que não foram tratadas com óleo essencial. Após receberem esses tratamentos, as sementes foram dispostas sobre papel germitest, onde as mesmas foram acondicionadas e umedecidas com água destilada. Após, feito isso, as mesmas foram levadas para câmara de germinação com temperatura de 27 ± 1 °C, onde permaneceram por 10 dias, e ao final desse período foi feita a contagem das sementes germinadas. Nesta avaliação foram utilizadas 400 sementes, divididas em quatro repetições de 100 sementes para cada tratamento (Brasil, 2009). Os dados obtidos da germinação foram submetidos a análise de variância e submetidos à verificação das

diferenças estatísticas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, pelo intermédio das facilidade do programa estatístico SISVAR 4.6.

As sementes de milho (*Zea mays* L.), cultivar XGN5320, foram semeadas em vasos de polietileno com capacidade de 0,2 L preenchidos com substrato comercial PLANTMAX®. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizados, com seis tratamentos e as testemunhas em quatro repetições. Os óleos de *C. nardus* (5, 10 e 15 %), *E. citriodora* (5, 10 e 15%) e o composto citronelal (5, 10 e 15 %) foram homogeneizados em água destilada com adição de espalhante adesivo Tween 80 (0,03 %). As testemunhas foram apenas tratadas com água (Tween 80 - 0,03 %). Quando as plantas se encontravam no estágio de quatro folhas, realizou-se a aplicação dos tratamentos, com borrifador manual e com cobertura total da

parte aérea das plantas, evitando-se o escorrimento da calda aplicada.

Após a aplicação dos tratamentos, durante um período de 96 horas foi observada a ocorrência de sintomas de fitotoxidade. Ao segundo e ao quarto dias as folhas das plantas de milho foram coletadas e então promoveu-se a aplicação das notas, tendo como base o diagrama de notas de fitotoxidade utilizado por Reis et al. (2010) (Figura 1). No momento foram avaliados também altura da parte aérea e comprimento de raízes com uso de uma régua. Para obtenção da matéria seca, as plantas foram separadas em parte aérea e raiz. Em seguida foram transferidas para estufa de circulação forçada de ar com $55^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, até massa constante. Na sequência foram pesadas em balança de precisão de 0,001 g (Modelo MARK 210A, Bel Engineering, Monza-MI, Itália) para obtenção da massa seca para cada tratamento.

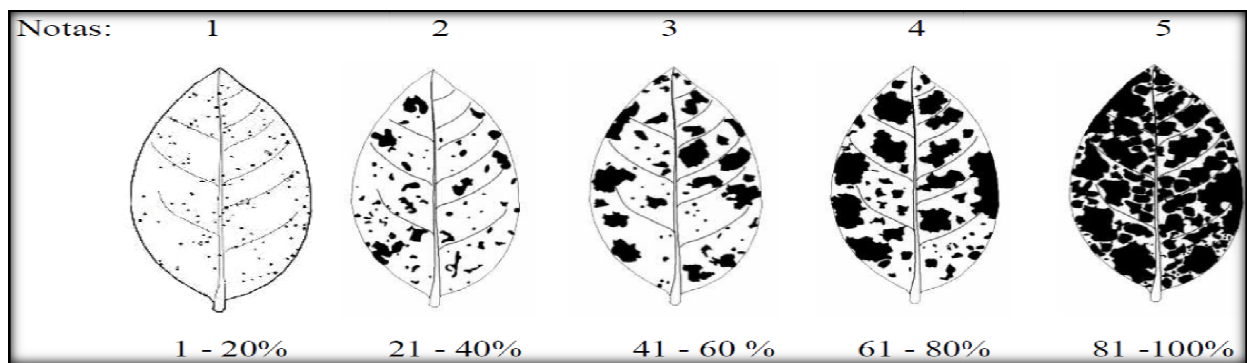


Figura 1- Diagrama para identificação e quantificação dos sintomas de fitotoxidade em plantas.

Fonte:Reis et al. (2010).

Os dados obtidos da fitotoxidade e massa seca da parte aérea e raiz, foram submetidos à análise de variância e submetidos à verificação das diferenças estatísticas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, pelo intermédio das facilidade do programa estatístico SISVAR 4.6.1

Para a avaliação dos efeitos dos óleos essenciais de *C. nardus* e *E. citriodora* e do composto citronelal sobre a micoflora associada às sementes de milho, cultivar XGN5320, as referidas sementes foram tratadas nas concentrações de 5, 10 e 15% com cada óleo essencial separadamente. Para essa avaliação foram estabelecidos os tratamentos testemunhas, que foram tratadas apenas com Tween (controle) e água estéril (controle). Após os tratamentos, as sementes foram incubadas e analisadas pelo método *Blotter test*, onde as sementes foram dispostas em placas

de Petri (Ø 120 mm) forradas com papel filtro e umedecidas com água estéril.

Foram utilizadas 200 sementes divididas em 4 repetições de 50 sementes para cada tratamento estabelecido. Logo após, as placas de petri com as sementes foram identificadas e deixadas em câmara de incubação com temperatura de $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$ e luz branca fluorescente alternada (12 horas de luz/12 horas escuro) durante 7 dias, segundo procedimentos propostos por Lucca Filho (1987). Em seguida avaliou-se a incidência de fungos nas sementes com auxílio de microscópio estereoscópico e microscópio composto, e os resultados foram expressos em números de sementes contaminadas com cada tipo de fungo. Os dados foram expressos em porcentagem e transformados em arco seno $\sqrt{x+1}$ e analisados estatisticamente por meio do software SISVAR 4.6.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os testes de germinação utilizando as doses de 0, 5, 10 e 15% dos óleos de *C. nardus*, eucalipto e do citronelal apresentaram efeitos sobre a germinação das sementes de milho da cultivar XGN5320, reduzindo os percentuais de germinação abaixo de 20% (Figura 2). Em todos os experimentos houve diferenças significativas ($P>0,05$) entre os tratamentos. Nos tratamentos com dose de 5% não houve diferenças significativas entre o óleo de eucalipto e o composto citronelal que diferiu do óleo de *C. nardus*. Enquanto, as concentrações de 10% e 15% não apresentaram diferenças significativas ($P>0,05$), sendo mais expressiva para a concentração de 15% para todos os óleos testados (Figura 2), o efeito de redução da germinação dos óleos em ordem crescente foi para o óleo de *C. nardus*, eucalipto e composto citronelal, respectivamente, (Figura 2).

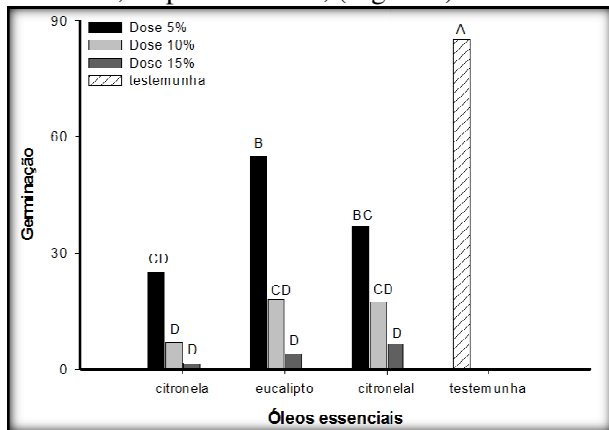


Figura 2-Efeito dos óleos essenciais de *C. nardus* e *E. citriodora* e do composto citronelal sobre a germinação de sementes de milho, cultivar XGN5320.

O efeito alelopático sobre a germinação de sementes foi verificado para diferentes tipos de óleos essenciais, sendo a intensidade dos efeitos potencialmente alelopáticos varia em função da concentração (Souza Filho et al., 2009). No entanto, Lobato et al. (2007) verificou que o óleo essencial de pimenta-de-macaco *Piper aduncum* L. não possui efeito sobre sementes de *Vigna unguiculata* (L.). Enquanto que o óleo essencial de *Ocimum americanum* (Souza Filho et al., 2009) apresentou aumento gradual na inibição da germinação das sementes de malícia e mata-pasto, respectivamente, de 9,0 a 89% e 10 a 78%, para as concentrações mínimas de 100 mg. L⁻¹ e máxima de 2000 mg. L⁻¹. Os efeitos dos constituintes dos óleos essenciais de certa forma atuam nos processos metabólicos das sementes e plantas,

passando a apresentar características aleloquímicas, inibindo ou estimulando o funcionamento normal das plantas (Langenhein, 1994).

As características dos sintomas de fitotoxicidade nas plantas de milho causados pelos óleos essenciais voláteis de *C. nardus* e *E. citriodora* e o composto citronelal nas plantas de milho *Zea mays*, apresentaram desde o início da aplicação murcha das folhas, seguida de tombamento, necrose das folhas e morte das plantas (Tabela 1). Entre os óleos com maior toxicidade, o óleo de *C. Nardus* foi o mais tóxico, seguido do componente majoritário citronelal e posteriormente do óleo de eucalipto (*E. citriodora*). Em todos dos experimentos verificou-se que os sintomas aumentaram em função do aumento das concentrações dos óleos utilizados e também a medida que tempo se passou, até 96 horas após as aplicações. Com relação ao comprimento de raízes das plantas, os tratamentos não apresentaram diferença estatística quando comparadas com a testemunha. Em contra partida a parte aérea das plantas foram afetadas com a aplicação dos óleos essenciais em questão, com destaque para as maiores doses (15%). Para o peso da massa seca da raiz, foi possível observar que o óleo de eucalipto (*E. citriodora*) promoveu o menor peso de massa seca na dose de 15%. Para a massa seca da parte aérea, todas as doses dos óleos não apresentaram diferenças entre si, mas quando comparadas com a testemunha, podemos observar que os óleos de citronela (*C. nardus*) e citronelal apresentaram a maior redução de massa seca da parte aérea das plantas de milho.

Quanto ao modo de ação dos óleos essenciais de *C. nardus*, *E. citriodora* e do composto citronelal sobre plantas de milho, não possui relato na literatura informações que possa elucidar a sintomatologia ocasionada pelos óleos essenciais. O mesmo é visualizado sobre os mecanismos de ação na célula, que pouco são caracterizados, conforme relatado nos trabalhos desenvolvidos por Sartoratto et al.(2004) e Kim et al.(1995), onde esses autores relatam que os óleos essenciais podem aumentar a permeabilidade da membrana e consequentemente ocorre perdas de constituintes celulares, interferindo no funcionamento normal das enzimas, incluindo aquelas envolvidas na síntese de energia e substâncias estruturais, causando inativação e destruição dos ácidos nucléicos.

De acordo com os resultados obtidos, verifica-se que para os óleos essenciais, por menor que seja a

sua toxicidade, é sempre necessária a realização de testes toxicológicos, pois apresentam atividade biológica, e aplicações de concentrações inadequadas podem comprometer o desenvolvimento normal das plantas, o mesmo

aspecto é observado no desenvolvimento de produto sintético, que de certa forma busca imitar o comportamento dessas substâncias orgânicas por meio de esqueletos químicos (Saito, 2004).

Tabela 1. Valores de fitotoxicidade (FITO), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca de raízes (MSR), comprimento da parte aérea (CPA) e comprimento da parte da raiz (CPR) de plantas de milho cultivar XGN5320, tratadas com óleos essenciais de *C. nardus*, *E. citriodora* e do composto citronelal nas doses de 5, 10 e 15%.

Dosagens dos óleos	Variáveis analisadas					
	Fito48h(%)	Fito 96h(%)	P.A.(MS)	P.R.(MS)	C.P.A.	C.P.R.
Médias dos tratamentos e resultados dos testes						
CT-5%	24 ab	25 ab	0,06 bc	0,02 ab	0,66 abc	0,48 a
CT-10%	23 ab	27 ab	0,045 c	0,03 ab	0,65 abc	0,43 ab
CT-15%	29 a	31 a	0,04 c	0,02 b	0,58 c	0,43 ab
EU-5%	10 c	10 cd	0,10ab	0,04 ab	0,74 ab	0,37 ab
EU-10%	11 c	11 cd	0,08ab	0,05 a	0,71 a	0,39 ab
EU-15%	24 ab	28 ab	0,06 bc	0,02 b	0,59 c	0,43 ab
CL-5%	24 ab	25 ab	0,06bc	0,03 ab	0,67 c	0,33 b
CL-10%	25 b	25bc	0,05bc	0,03 ab	0,62 bc	0,40 ab
CL-15%	27ab	29ab	0,03 bc	0,03 ab	0,58bc	0,36 b
A(test.)	0,0 d	0,0 d	0,09 a	0,04 ab	0,78 a	0,45a b

CV(%) =14,53

Índice da tabela: Fito 48h (%) (avaliação 48 horas após os tratamentos); Fito 96h (%) (avaliação 96 horas após os tratamentos); P.A.(MS) (peso da parte aérea – matéria seca); P.R.(MS) (peso da raiz – matéria seca); C.P.A. (comprimento da parte aérea); C.P.R. (comprimento da raiz); CT (óleo de *C. nardus*); EU (óleo de eucalipto); CL (citronelal); A(test) (testemunha – Tratamento apenas com água).

* Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si (P>0,05).

Os óleos essenciais (*C. nardus*, *E. citriodora* e do composto citronelal) nas concentrações de 5, 10 e 15% sobre a micoflora presente nas sementes de milho, cultivar XGN5320, Conforme os resultados obtidos, observou-se através da testemunha, que os fungos predominantes nas sementes foram *Aspergillus sp.*, *Fusarium sp.*, *Penicillium sp.* e *Colletotrichum sp.*, justamente nesta ordem (Tabela 2).

De acordo com os resultados, foi possível observar que as sementes tratadas com o óleo essencial de *C. nardus* apresentaram uma baixa infestação de *Aspergillus sp.*, apresentando diferença estatística significativa (P<0,05) quando comparado a testemunha, com destaque para a dose de 15% (Tabela 2). *C. nardus* ainda inibiu totalmente o fungo *Colletotrichum sp.* em todas as doses (5, 10 e 15%). Para os fungos *Fusarium sp.* e *Penicillium sp.* as doses de 10 e 15% reduziram drasticamente a 0% a incidência destes fungos (Tabela 2).

O óleo de *E. citriodora* também inibiu drasticamente o fungo *Aspergillus sp.*, com destaque para a maior dose (15%). Com relação

aos demais fungos, esse óleo inibiu totalmente o aparecimento destes em todas as doses (5, 10 e 15%) (P<0,05) (Tabela 2). Com relação ao óleo Citronelal, foi possível observar que assim como os demais óleos essenciais utilizados, este inibiu satisfatoriamente o fungo *Aspergillus sp.*, com destaque para a dose de 15%. Já o fungo *Colletotrichum sp.* foi inibido totalmente em todas as doses. Os fungos *Fusarium sp.* e *Penicillium sp.* foram inibidos totalmente apenas nas doses de 10 e 15%.

Observando os resultados da presente pesquisa, foi possível afirmar que todos os óleos utilizados (*C. nardus*, *E. citriodora* e composto citronelal) apresentam efeito fungicida para todos os fungos associados as sementes de milho utilizadas nesse estudo.

Com relação à ação antifúngica de óleos essenciais, Lobato et al. (2007) obteve por meio de ensaios, respostas positivas da atividade do óleo de pimenta-de-macaco a 0,5; 1,0; 4,0; 8,0%, reduzindo de 86% para 16% a incidência de fungos nas sementes de *Vigna unguiculata*.

Enquanto trabalhos desenvolvidos por Medice et al. (2007), em testes realizados *in vitro* e *in vivo* com óleos essenciais de *Corymbia citriodora* (eucalipto citriodora), *Cymbopogon nardus* (citronela), *Azadirachta indica* (nim) e *Thymus vulgaris* L. (tomilho) nas respectivas

concentrações de 1%, 0,5%, 1% e 0,3% no desenvolvimento de fungos, foi verificado que houve interferência, inibindo a infestação do fungo *Phakopsora pachyrhizi* em 100% nas sementes de soja analisadas.

Tabela 2. Valores do efeito fungicida dos óleos de *C. nardus*, *E. citriodora* e do composto citronelal nas doses de 5, 10 e 15% sobre os fungos associados às sementes de milho, cultivar XGN5320.

Óleos essenciais	Conc. (%)	FUNGOS				Médias*
		<i>Aspergillum sp</i>	<i>Colletotrichum sp</i>	<i>Fusarium sp</i>	<i>Penicillium sp</i>	
<i>C. nardus</i>	5	28,66 Aa	0 Fg	0 Fg	0,33Fg	8,24 De
	10	4,00 Ef	0 Fg	0 Fg	0 Fg	1 Fg
	15	1,00 EFg	0 Fg	0 Fg	0 Fg	0,25 Fg
<i>E. citriodora</i>	5	30,66 Aa	0 Fc	0 Fg	0 Fg	7,66 De
	10	20,66 Bc	0 Fc	0 Fg	0 Fg	5,16 De
	15	1 Fg	0 Fc	0 Fg	0 Fg	0,25 Fg
Citronelal	5	4,33 Ef	0 Fc	1,66 Fg	0,33 Fg	1,58 Fg
	10	1,33 Fg	0 Fc	0 Fg	0 Fg	0,41 Fg
	15	1 Fg	0 Fc	0 Fg	0 Fg	0,25 Fg
Testemunha		30,83 Aa	0,33 Fc	6 De	0,53 Fg	9,42De
Médias**		12,347	0,06	0,63	0,12	
CV(%)	34,77					

*Médias seguidas de mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey (P<0,05).

Segundo ensaios realizados por Souza-Júnior (2009), as concentrações de 1µL/ml, 3µL/ml, 5µL/ml e 10 µL/ml dos óleos essenciais de *Lippia sidoides*, *Ocimum gratissimum*, *Lippia citriodora*, *Cymbopogon citratos* e *Psidium guayava* inibiu 100% do fungo *Colletotrichum gloesporioides*, concordando com vários outros trabalhos que apontam as propriedades tóxicas dos óleos essenciais para esses fungos.

No presente trabalho, os tratamentos testemunha apresentaram uma alta incidência do fungo *Aspergillus sp*. De acordo com trabalhos desenvolvidos por Sallis et al.(2001), este fungo em feijão-caupi no Rio Grande do Sul, é responsável pela deterioração de sementes durante a maturação e após a maturidade quando encontram condições ambiente favoráveis ao seu desenvolvimento.

Enquanto, Marino et al., (2008) verificou alta incidência de *Aspergillus* e *Penicillium* em genótipos de *Phaseolus vulgaris* L. também pode causar danos na qualidade e na produtividade desta

cultura. A incidência desses fungos de armazenamento pode causar a deterioração das sementes que se manifesta por meio de várias alterações químicas e fisiológicas, sendo a mais evidente e importante o decréscimo na germinação e no vigor (Borém et al., 2000).

Os efeitos do óleo essencial sobre a germinação das sementes e no desenvolvimento das plantas, além dos efeitos sobre os fungos presentes nas sementes de milho são frequentemente explicados em termos individuais de alguns dos principais constituintes nos óleos essenciais de *C. nardus*, *E. citriodora* e composto majoritário citronelal. No entanto, verifica-se que a diferença de toxicidade para as plantas de milho e fungos associados às sementes da mesma, pode estar está associada também a outros constituintes presentes nos óleos essenciais. A associação dos constituintes é o que promove efeitos diferenciados sobre os organismos. Langenhein (1994) ressalta a importância dos constituintes do óleo essencial das

plantas e relaciona essas características a maior ou menor atividade alelopática.

Alguns estudos realizados verificaram que diversos óleos essenciais apresentam poder herbicida para diferentes espécies de plantas, apresentando potencialidade de controlar plantas daninhas em agroecossistemas (Ens et al., 2009). Contudo, estudos realizados por Clay et al. (2005), com óleo essencial de *C. nardus*, verificou-se atividade fitotóxica para *Fraxinus excelsiore* e *Prunus avium*. A atividade fitotoxicidade do óleo essencial está associada diretamente à perda da capacidade fotossintética da planta (Batish et al., 2006). Curran (2004) mostrou em seu estudo, um controle de 99% do caruru (*Amaranthus spp.*) e Velvetleaf (*Abutilon theophrasti Medicus*), com mistura de óleo de 23-47% de cravo em um volume de calda de 281 L / ha ou 12 a 23% mistura de óleo de cravo em um volume de calda de 562 L / ha quando as ervas daninhas se encontravam inferiores a 7,6 centímetros de altura.

CONCLUSÕES

Os sintomas de murcha, tombamento, necrose e secamento total das plantas de milho, além da redução do acúmulo de massa seca e comprimento da parte aérea das mesmas, foram causados pela fitotoxicidade de citronela (*C. nardus*), eucalipto (*E. citriodora*) e composto citronelal, comprometendo severamente o desenvolvimento inicial da cultura. Portanto todos os óleos utilizados não apresentaram seletividade para a cultura do milho. Os óleos essenciais de citronela (*C. nardus*), eucalipto (*E. citriodora*) e composto citronelal, inibiram drasticamente os fungos associados às sementes de milho, indicando toxicidade para esses microrganismos. No entanto apresentaram atividade de alelopátia sobre a germinação das sementes, comprometendo drasticamente a germinação das sementes tratadas com os referidos óleos.

RESUMO

O objetivo desse trabalho foi avaliar os efeitos óleos essenciais de *C. nardus*, *E. citriodora* e do composto citronelal sobre micoflora associada, germinação e desenvolvimento inicial de plantas de milho (*Z. mays*) nas doses de 5, 10 e 15% para todos os testes. A cultivar de milho utilizada foi XGN5320 e o delineamento experimental usado foi o inteiramente casualizado. Após a aplicação das doses estabelecidas, a germinação foi avaliada em papel germitest em BOD. A avaliação de fitotoxidez foi realizada em plantas cultivadas em vasos, com aplicação direta sobre as

plantas e os sintomas observados 48 e 96 horas após a aplicação. Também foram avaliados tamanhos da parte aérea e raízes. A matéria seca dessas partes foi obtida após permanecerem em estufa de circulação forçada de ar. O efeito sobre a micoflorada das sementes foi observado pelo método *Blotter test*. Os resultados apontaram que os óleos utilizados não foram seletivos para as plantas de milho, causando danos severos de fitotoxicidade no desenvolvimento inicial das mesmas, com consequente redução no acúmulo de massa seca e comprimento da parte aérea ($P < 0,05$). Os óleos inibiram drasticamente os fungos associados às sementes, inibindo satisfatoriamente *Aspergillus sp.* e levaram a incidência de *Colletotrichum*, *Fusarium* e *Penicillium* igual a zero, com a maior dose (15%), indicando toxicidade para esses microrganismos. No entanto, apresentaram atividade alelopática, comprometendo drasticamente a germinação das sementes.

Palavras-chave: *Zeamays* L., Seletividade, toxicidade, fungos e alelopátia

REFERÊNCIAS

- Abad, M. J.; Ansuategui, M.; Bermejo, P. (2007), Active antifungal substances from natural sources. **ARKIVOC: journal and online education in chemistry**, **2**, 116-145.
- Balbi-Peña, M. I.; Becker, A.; Stangarlin, J. R.; Franzener, G.; Lopes, M. C.; Schwan-Estrada, K. R. F. (2006), Controle de *Alternaria solani* em tomateiro por extratos de *Curcuma longa* e *Curcumina*. II. Avaliação *in vivo*. **Fitopatologia Brasileira**, **31**, 401-404.
- Batish, D. R.; Singh, H. P.; Setia, N.; Kaur, S.; Kohli, R. K. (2006), Chemical composition and inhibitory activity of essential oil from decaying leaves of *Eucalyptus citriodora*. **Z. Naturforsch**, **61**, 52-56.
- Borém, F. M. (2000), Ocorrência de fungos no ar e em sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) armazenadas em ambientes com equipamento modificador de atmosfera. **Ciência e agrotecnologia**, **24**, 195-202.
- Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2009), Regras para análise de sementes/Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária - Brasília: Mapa/ACS, 399p.
- Castro, D.P.; Cardoso, M.G.; Moraes, J.C.; Santos, N.M.; Baliza, D.P. (2006), Não preferência de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae)

- por óleos essenciais de *Achillea millefolium* L. e *Thymus vulgaris* L. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, **8**, 27-32.
- Curran, W. S. (2004), The Pennsylvania State University herbicide field trials. Finish Report, **4**, 200–206. Disponível em: <http://www.weeds.cas.psu.edu/pdf/trials04.pdf>. Acesso: 15/Set/2012.
- Cury, J. P.; Santos, J. B.; Silva, E. B.; Byrro, E. C. M.; Braga, R. R.; Carvalho, F. P.; Valadão Silva, D. (2012), Acúmulo e partição de nutrientes de cultivares de milho em competição com plantas daninhas. *Planta Daninha*, **30**, 287-296.
- Clay, D. V.; Dixon, F. L.; Willoughby, I. (2005), Natural products as herbicides for tree Establishment. *Journal of Forestry*, **78**, 24-26.
- Ens, E.J.; Bremner, J.B.; French, K.; Korth, J. (2009), Identification of volatile compounds released by roots of an invasive plant, bitou bush (*Chrysanthemoides monilifera* spp. Rotundata), and their inhibition of native seedling growth. *Biology Investigación*, **11**, 275-287.
- Isman, M.B. (2006), Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. *Annual Review of Entomology*, **51**, 45-66.
- Kim, J. M. (1995), Antibacterial activity of carvacrol, citral, and geraniol against *Salmonella typhimurium* in culture medium and on fish Cubes. *Journal of Food Science*, **60**, 1364-1368.
- Kozłowski, L.A. (2002), Período crítico de interferência das plantas daninhas na cultura do milho baseado na fenologia da cultura. *Planta Daninha*, **20**, 365-372.
- Langenhein, J.K. (1994), Higher plant terpenoids: a phytocentric overview of their ecological roles. *Journal of Chemical Ecology*, **20**, 1223-1282.
- Lobato, A. K. S.; Santos, D.G.C.; Oliveira, F. C.; Gouvea, D. D. S.; Torres, G. I. O. S.; Júnior, J. A. L.; Neto, C. F. O.; Silva, M. H. L. (2007), Ação do Óleo Essencial de *Piper aduncum* L. utilizado como fungicida natural no tratamento de semente de *Vigna unguiculata* (L.). *Revista Brasileira de Biociências*, **5**, 915-917.
- Lucca Filho, O. A. (1987), Testes de sanidade de sementes de milho. In: Soave, J.; Wetzel, M.M.V. da S. Patologia de sementes. Campinas: Fundação Cargill/ ABRATESCOPASEM, 430-440.
- Marino, R.H.; Mesquita, J.B.; Andrade, K.V.S.; Costa, N.A.; Amaral, L.A. (2008), Incidência de fungos em sementes de *Phaseolus vulgaris* L. provenientes do Estado de Sergipe. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, **3**, 26-30.
- Medice, R.; Alves, E.; Assis, R. T.; Magno Júnior, R. G.; Lopes, E. A. G. L. (2007), Óleos essenciais no controle da ferrugem asiática da soja (*Phakopsora pachyrhizi*) Syd. & P. Syd. *Ciência e Agrotecnologia*, **31**, 83-90.
- Mordue, A.J. e Nisbet, A. (2000), Azadirachtin from the Neem tree *Azadirachta indica*: its actions against insects. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, **29**, 615-632.
- Moura, R. M. (2007), Agrotóxicos: heróis ou vilões? A face da questão que todos devem saber. *Academia Pernambucana de Ciência Agronômica*, **4**, 23-49.
- Reis, T. C.; Neves, A. F.; Andrade, A. P.; Santos, T. S. (2010), Efeitos de fitotoxicidade na soja RR tratada com formulações e dosagens de Glifosato. *Revista de Biologia e ciência da terra*, **10**, 34-43.
- Saito, M. L. (2004), As Plantas Praguicidas: Alternativa Para o Controle de Pragas da Agricultura. Embrapa Meio Ambiente. Disponível em: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/recursos/Saito_plantasID-xWZZuffPN5.pdf. Acesso em: 13/Set/2012.
- Sallis, M. G. V.; Lucca-Filho, O.; Maia, M. S. (2001), Fungos associados às sementes de feijão-miúdo (*Vigna unguiculata* (L.) produzidas no município de São José do Norte (RS). *Revista Brasileira de Sementes*, **23**, 36-39.
- Sartoratto, A.; Machado, A. L. M.; Delarmelina, G. M. (2004), Composition and antimicrobial activity of essential oil from aromatic plants used in Brazil. *Journal of Microbiology*, **35**, 275-280.
- Simões, C. M. O.; Schenkel, E. P.; Gosmam, G.; Mello, J. C. P.; Mentz, L. A.; Petrovick, P. R.

- (2003), Farmacognosia da Planta ao Medicamento. 5. Ed., **1**, 1102p.
- Souza, A.E.F.; Araújo, E.; Nascimento, L.C. (2007), Atividade antifúngica de extratos de alho e capim-santo sobre o desenvolvimento de *Fusarium proliferatum* isolado de grãos de milho. *Fitopatologia Brasileira*, **32**, 465-471.
- Souza Filho, A. P. S.; Bayma, J. C.; Guilhon, G. M. S. P.; Zoghbi, M. G. B. (2009), Atividade potencialmente alelopática do óleo essencial de *Ocimum americanum*. *Revista Plantas Daninhas*, **27**, 499-505.
- Souza Júnior, I. T.; Sales, N. L. P.; Martins, E. R. (2009), Efeito fungitóxico de óleos essenciais sobre *Colletotrichum gloeosporioides*, isolado do maracujazeiro amarelo. *Revista Biotemas*, **22**, 77-83.
- Souza, L.S.; Velini, E.D.; Maiomoni-Rodella, R.C.S. (2003), Efeito alelopático de plantas daninhas e concentrações de capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*) no desenvolvimento inicial de eucalipto (*Eucalyptus grandis*). *Planta Daninha*, **21**, 343-354.
- Singh, H.P.; Batish, D.R.; Kohli, R.K. (2003), Allelopathic interactions and allelochemicals: new possibilities for sustainable weed management. *Review Plant Science*, **22**, 239-311.
- Takatsuka, F. S., I. D.; Silva, M. F.; Oliveira, C.; Czepak, C. M. A.; Oliveira-Cunha, M. G. (2003), Efeito do óleo essencial açafraão (*Curcuma longa*) sobre o desenvolvimento micelial de fungos. In: Congresso Brasileiro de Fitopatologia, Uberlândia. Resumo, 36.p. S350.
- Tozani, R.; Lopes, H. M.; Sousa, C.M.; Silva, E. R. (2006), Manejo alternativo de plantas daninhas na cultura de beterraba. *Revista Universidade Rural, Série Ciência da Vida*, **25**, 70-78.