

Efeito da adubação orgânica na produção de biomassa e bioatividade do óleo essencial do capim citronela

Adriano de Aguiar Soares, Henrique Guilhon de Castro*, Gil Rodrigues dos Santos,
Dione Pereira Cardoso, Aloisio Freitas Chagas Júnior, Raimundo Wagner de Souza Aguiar

Universidade Federal do Tocantins, Gurupi, TO, Brasil
*Autor correspondente, e-mail: hguilhon@uft.edu.br

Resumo

Este trabalho teve como objetivo analisar o efeito da adubação orgânica no crescimento e na produção de biomassa do capim citronela (*Cymbopogon nardus*), assim como avaliar o efeito do óleo essencial do capim citronela e do composto citronelal na inibição do crescimento micelial do fungo *Didymella bryoniae*. Na avaliação do efeito da adubação orgânica no crescimento do capim citronela, foi utilizado o delineamento em blocos casualizados em esquema de parcela subdividida. As parcelas foram constituídas por quatro doses de adubação orgânica de esterco bovino curtido (0, 3, 6 e 9 Kg cova⁻¹) e as subparcelas por cinco épocas de amostragem (80, 108, 136, 164, 192 dias após o transplante). Para avaliar a fungitoxicidade do óleo essencial do capim citronela na inibição do crescimento micelial do fungo *D. bryoniae*, foi instalado no delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial. Os tratamentos foram compostos por cinco alíquotas (5, 10, 15, 20 e 25 µL) do óleo essencial do capim citronela e do composto citronelal, em cinco épocas de amostragem. Verificou-se no tratamento de adubação orgânica de 9 Kg cova⁻¹ os maiores valores em todas as variáveis analisadas na última época de amostragem. Constatou-se maior efeito de inibição do crescimento micelial utilizando o citronelal em comparação com o óleo essencial. Na alíquota de 25 µL do citronelal ocorreu inibição total do crescimento micelial do fungo *D. bryoniae*.

Palavras-chave: *cymbopogon nardus*, fungitoxicidade, plantas medicinais, produção de biomassa

Effect of organic fertilization on biomass production and bioactivity of citronella grass essential oil

Abstract

This study aimed to analyze the effect of organic fertilization on the growth and on biomass production of citronella grass (*Cymbopogon nardus*) as well as evaluating the effect citronella grass essential oil and of the citronellal compound in inhibiting the mycelial growth of the *Didymella bryoniae* fungi. To evaluate the effect of organic fertilization on the growth of citronella grass, the experiment was installed in a block randomized design in subdivided plot scheme. The plots consisted by four doses of organic cattle manure (0, 3, 6 and 9 Kg hole⁻¹) and the subplots by five sampling times (80, 108, 136, 164, 192 days after transplant). To evaluate the effect of citronella grass essential oil in inhibiting mycelial growth of *D. bryoniae*, the experiment was installed in a completely randomized design in a factorial scheme. The treatments consisted of five aliquots (5, 10, 15, 20 and 25 µL) of essential oil of citronella grass and citronellal compound in five sampling times. The treatment of organic fertilization 9 Kg hole⁻¹ exhibited the highest values in all variables in the last sampling time. A greater effect of inhibition of mycelial growth was obtained using citronellal when compared with the essential oil. In the aliquot of 25 µL of citronellal was observed total inhibition of mycelial growth of the *D. bryoniae* fungi.

Keywords: biomass production, *cymbopogon nardus*, fungitoxicity, medicinal plants

Recebido: 21 Janeiro 2013
Aceito: 25 Julho 2014

Introdução

A pesquisa com plantas medicinais tem realizado, preferencialmente, estudos para o conhecimento da composição química das espécies que produzem fitofármacos, ignorando-se os processos genéticos e ambientais que influenciam a produção desses compostos. É de grande importância que se estabeleçam linhas de ação voltadas para o cultivo das plantas medicinais, considerando-se a sua utilização pelo homem e a manutenção do equilíbrio dos ecossistemas. É fundamental que estas técnicas sejam desenvolvidas respeitando-se as condições edafoclimáticas regionais, uma vez que a produção de princípios ativos pelas plantas pode ser afetada pelo ambiente de cultivo (Santos et al., 2004).

A adubação orgânica das plantas medicinais, além de ser parte essencial dos sistemas de cultivo orgânico, fornece nutrientes para as plantas, proporciona benefícios na estrutura física do solo, aumenta a retenção de água, diminui as perdas por erosão e favorece o controle biológico de pragas e doenças (Costa et al., 2008).

Os óleos essenciais das plantas medicinais contêm metabólitos secundários que são considerados produtos finais do metabolismo das plantas e têm importância ecológica para as plantas que os sintetizam. Uma das funções dessas substâncias é fornecer proteção às plantas contra o ataque de organismos patogênicos (Castro et al., 2004; Silva et al., 2008).

A utilização de óleos essenciais ou extratos botânicos no controle fitossanitário têm sido frequentemente relatados. Diversos trabalhos com óleos essenciais têm indicado o seu potencial no controle de fungos fitopatogênicos. A inibição do desenvolvimento de fungos pode ser tanto por sua ação direta, inibindo o crescimento micelial e a germinação de esporos, quanto pela indução de resistência a diversos patógenos (Donlaporn & Suntornsuk, 2010; Deus et al., 2011; Perini et al., 2011; Seixas et al., 2011; Garcia et al., 2012; Passos et al., 2012; Silva et al., 2008).

O capim citronela (*Cymbopogon nardus* (L.) Rendle), planta originada do Ceilão e da Índia, possui uso medicinal como calmante

e digestivo. O gênero *Cymbopogon* pertence à família *Poaceae*, subfamília *Panicoideae*. Este gênero é constituído de oitenta e cinco espécies. O óleo essencial de *C. nardus* tem sido tradicionalmente usado como repelente de insetos (Billerbeck et al., 2001; Castro et al., 2010).

O óleo essencial extraído dessa espécie vegetal apresenta alto teor de geraniol e citronelal. O geraniol possui atividade anti-séptica, inibindo o crescimento de fungos e bactérias. O citronelal é utilizado como material básico para a síntese de importantes compostos químicos denominados iononas e para a síntese de vitamina A. O óleo essencial de *C. nardus* também apresenta atividade repelente a insetos, e é utilizado na fabricação de perfumes e cosméticos (Mumcuoglu et al., 2004; Trongtokit et al., 2005; Wong et al., 2005).

Considerando que a bioatividade do óleo do capim citronela está associado à sua composição química e que as condições de cultivo podem afetar essa composição, este trabalho teve por objetivo avaliar o efeito da adubação orgânica no crescimento e na produção de biomassa do capim citronela nas condições edafoclimáticas do sul do estado do Tocantins. Foi realizada também a avaliação do efeito do óleo essencial e do composto citronelal sobre a inibição do crescimento micelial do fungo *Didymella bryoniae*, causador do crestamento gomoso do caule na cultura da melancia.

Material e Métodos

Os experimentos foram instalados na Universidade Federal do Tocantins, na área experimental do Campus Universitário de Gurupi, localizado a 11°43'45" de latitude sul e 49°04'07" de longitude oeste, com altitude média de 300 m. Segundo o método de Thornthwaite, o clima da região é do tipo B1wA'a' (clima úmido com moderada deficiência hídrica) (Secretaria do Planejamento e Meio Ambiente, 2003).

O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico de textura média. A análise química do solo na área experimental apresentou a seguinte composição química: pH (H₂O) = 5,6; H⁺ + Al⁺⁺⁺ = 1,5 cmol_c dm⁻³; Ca⁺⁺ = 1,4 cmol_c dm⁻³; Mg⁺⁺ = 0,1

$\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$; P (extrator Melich 1) = $0,9 \text{ mg dm}^{-3}$; K^+ = $4,6 \text{ mg dm}^{-3}$; matéria orgânica = $9,6 \text{ g dm}^{-3}$; CTC = $3,0 \text{ cmol}_c \text{dm}^{-3}$ e $V\% = 50,8\%$.

A exsicata com amostra do material vegetal utilizado neste trabalho foi depositada no herbário da Universidade Federal de Viçosa com o número VIC 30283.

Efeito da adubação orgânica no crescimento do capim citronela

Foi utilizado o delineamento em blocos casualizados em esquema de parcela subdividida, com quatro repetições. As parcelas foram constituídas por quatro níveis de adubação orgânica de esterco bovino curtido (0, 3, 6 e 9 Kg cova⁻¹) e as subparcelas por cinco épocas de amostragem (80, 108, 136, 164, 192 dias após o transplante), com quatro plantas úteis. As épocas de amostragem foram realizadas em intervalos regulares de 28 dias.

As mudas foram obtidas de matrizes existentes no Campus Universitário de Gurupi por divisão de touceiras. No plantio foi utilizado o espaçamento de 1 m entre fileiras e 0,6 m entre covas, utilizando três perfilho por cova. Foram avaliadas as seguintes características: massa fresca, massa seca, altura, número de folhas e número de perfilhos. Na obtenção da massa seca, amostras da massa fresca foram mantidas em estufa com circulação forçada de ar a 70°C por 72 h, até atingir massa constante.

Efeito do óleo essencial do capim citronela na inibição do crescimento micelial de D. bryoniae

As folhas das plantas do capim citronela utilizadas na extração do óleo essencial foram colhidas aos 192 dias após transplante. O óleo essencial foi obtido por hidrodestilação a partir de amostras da parte aérea da planta desidratada e cortadas (0,10 kg) por um período de duas horas. As amostras foram colocadas em balão de fundo redondo contendo 1L de água destilada acoplado ao aparelho tipo Clevenger e este, a um condensador. O óleo essencial utilizado neste experimento foi constituído pelo sobrenadante do líquido resultante da hidrodestilação e o composto citronelal foi adquirido na empresa Sigma-Aldrich com 85% de pureza.

Foram utilizados isolados de *D. bryoniae* obtidos de plantas de melancia Criwson Sweet, exibindo sintomas típicos da doença e proveniente do município de Formoso do Araguaia-TO. Para o isolamento de *D. bryoniae* foi empregado o meio batata-dextrose-agar (BDA) em placas de Petri. Fragmentos de folhas com sintomas previamente desinfetadas em hipoclorito de sódio 1,5% foram transferidos para as placas de Petri e posteriormente incubadas a 25°C por 7 dias.

Os óleos essenciais foram distribuídos uniformemente sobre o meio de cultivo BDA em placas de Petri (90 mm) com auxílio de uma alça de Drigalski. Em seguida, no centro de cada placa foi depositado um disco de 8 mm de diâmetro do meio BDA contendo micélio do fungo com sete dias. As placas foram vedadas com fita PVC, identificadas e incubadas à temperatura de 25°C . A partir da incubação, foi mensurado o diâmetro médio das colônias a cada dois dias, por meio da medição em dois sentidos diametralmente opostos, até dez dias após a repicagem.

O experimento foi instalado no delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial, com quatro repetições. Os tratamentos foram compostos por cinco alíquotas (0, 5, 10, 15, 20 e 25 μL) do óleo essencial do capim citronela e do composto citronelal (composto majoritário do óleo essencial do capim citronela), em cinco épocas de amostragem.

Análise estatística

Nos dois experimentos realizados os dados foram interpretados por meio de análises de variância e de regressão. No fator qualitativo (adubação orgânica ou alíquotas), as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. No fator época de amostragem, foram ajustadas equações de regressão com base no teste "t" dos coeficientes, a 5 ou 1% de probabilidade e no coeficiente de determinação. Calculou-se o valor de CE_{50} (concentração inibitória do crescimento em 50%), por meio de regressão linear e transformação log-probit. As análises estatísticas foram feitas com o auxílio do sistema computacional SAEG (Sistema para

Análises Estatísticas e Genéticas) (Ribeiro Júnior & Melo, 2009).

Resultado e Discussão

Efeito da adubação orgânica no crescimento do capim citronela

Nas condições experimentais adotadas neste trabalho, visualmente observou-se que as plantas do capim citronela adubadas com 9 Kg cova⁻¹ de esterco apresentaram mais vigorosas, com melhor desenvolvimento vegetativo e coloração verde mais intensa.

Nas variáveis massa fresca e massa seca a adubação de 9 Kg cova⁻¹ de esterco

resultou em maiores aumentos a cada intervalo de tempo, 26,94 g dia⁻¹ e 8,43 g dia⁻¹, respectivamente. Na última época de colheita na dose de 9 Kg cova⁻¹ de esterco foi obtido na variável massa fresca 3697,78 g planta⁻¹ e na variável massa seca 1099,43 g planta⁻¹ (Tabela 1). Outros estudos realizados com adubação orgânica também encontraram influência positiva das doses de adubação orgânica no crescimento de plantas de *Ocimum seloi* (Costa et al., 2008) e na produção de matéria seca comercial de capítulos de *Calendula officinalis* (Valadares et al., 2010).

Tabela 1. Valores médios, equações de regressão e coeficiente de determinação do capim citronela nas variáveis massa fresca, massa seca, altura, número de folhas e número de perfilhos, de quatro doses de adubação orgânica (D) (0, 3, 6 e 9 Kg cova⁻¹), em cinco épocas de amostragem. Gurupi, UFT, 2010

D	Épocas de amostragem (dias após transplante)					Equações de regressão	r ²
	80	108	136	164	192		
Massa fresca (g planta⁻¹)							
0	433,80a	770,13a	778,90 b	1417,4b	2218,03b	y= -923,09 + 15,05EP**	0,8870
3	487,90a	918,70a	946,21 b	2086,9b	2192,9b	y= -897,17 + 16,35EP**	0,8946
6	642,05a	1361,7a	1142,22b	2104,1b	3190,90a	y= -1148,40 + 20,86EP**	0,8678
9	745,63a	1446,6a	2047,43a	2927,66a	3776,33a	y= -1474,7 + 26,94EP**	0,9946
Massa seca (g planta⁻¹)							
0	98,16a	206,55a	236,89b	372,46 b	785,15bc	y= - 408,10 + 5,50EP**	0,8287
3	114,56a	235,06a	442,81b	536,27ab	677,08c	y= - 291,60 + 5,10EP**	0,9882
6	140,90a	358,14a	432,00b	543,60ab	1007,9ab	y= - 435,78 + 6,86EP**	0,8910
9	153,86a	360,51a	724,59a	763,16 a	1132,25a	y= -519,13 + 8,43EP**	0,9628
Altura (cm planta⁻¹)							
0	47,53 a	67,11 a	73,33 a	83,60 a	99,97 a	y= 15,36 + 0,43EP**	0,9725
3	50,27 a	66,58 a	81,80 a	91,23 a	104,73 a	y= 14,04 + 0,48EP**	0,9917
6	49,20 a	74,00 a	83,57 a	92,00 a	114,50 a	y= 10,48 + 0,53EP**	0,9616
9	50,47 a	74,67 a	81,17 a	97,47 a	115,10 a	y= 9,91 + 0,54EP**	0,9766
Número de folhas							
0	203,97 a	241,40 a	218,77b	308,25 b	282,10 b	y= 142,53 + 0,80 EP**	0,6561
3	209,87 a	215,95 a	277,0 ab	384,13ab	334,07 b	y= 81,86 + 1,49 EP**	0,7642
6	245,22 a	324,37 a	293,29ab	370,27ab	499,97 a	y= 76,86 + 1,98EP**	0,8183
9	248,20 a	303,56 a	416,92 a	499,77 a	611,70 a	y= -32,39 + 3,30EP**	0,9897
Número de perfilhos							
0	64,73 a	82,33 a	56,20 a	85,57 b	64,17 b	y= 70,6	
3	69,14 a	75,42 a	84,13 a	105,67ab	85,00 b	y= 53,78 + 0,22 EP*	0,5020
6	76,79 a	96,61 a	88,90 a	111,00ab	134,37 a	y= 38,61 + 0,46 EP**	0,8546
9	81,40 a	93,22 a	84,13 a	129,17 a	151,67 a	y= 22,20 + 0,63EP**	0,8089

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (P > 0,05); ** = significativo a 1% de probabilidade pelo teste "t"; * = significativo a 5% de probabilidade pelo teste "t".

A altura das plantas apresentou crescimento contínuo ao longo do período avaliado em todas as doses de adubação orgânica. Nessa variável não foi observado diferença significativa entre os tratamentos em todas as épocas de amostragem. A adubação de 9 Kg cova⁻¹ de esterco apresentou a maior taxa de crescimento em altura 0,54 cm dia⁻¹, atingindo na última época de amostragem

113,59 cm (Tabela 1).

Quanto às variáveis número de folhas e número de perfilhos, no tratamento de 9 Kg cova⁻¹ de esterco as plantas do capim citronela apresentaram na última época de amostragem 601,21 folhas planta⁻¹ e 143,16 perfilhos planta⁻¹ (Tabela 1). Segundo Costa et al. (2008) ao trabalharem com o capim limão submetido a cinco tipos de adubação (controle, adubação

química, composto orgânico, esterco de gado e esterco avícola), observaram maior número de perfilhos no tratamento de esterco avícola.

A produtividade média das plantas no tratamento com 9 Kg cova⁻¹ de esterco na última época de amostragem foi de 61,63 t ha⁻¹ de massa fresca. Em outro trabalho realizado no estado do Tocantins o capim citronela atingiu a produtividade de 20,05 t ha⁻¹ de massa fresca, fato este que pode ser explicado pelo número de perfilhos utilizados no preparo das mudas. No presente trabalho foi utilizado três perfilhos por cova, enquanto que no outro trabalho foi utilizado apenas um perfilho por cova (Perini, 2008).

No cultivo do capim citronela nas condições edafoclimáticas do sul do estado do Tocantins, o aumento da dose de adubo orgânico favoreceu o seu crescimento e a sua produtividade. A maior dose de adubo orgânico utilizada (9 Kg covar⁻¹ de esterco), em todas as variáveis estudadas, propiciou as maiores taxas

de crescimento no período avaliado.

O estudo do cultivo do capim citronela nas condições edafoclimáticas do sul do Estado do Tocantins é fundamental para a inclusão desta cultura no sistema de produção sustentável diversificado com a integração do cultivo de espécies medicinais com outras culturas de interesse.

Efeito do óleo essencial do capim citronela na inibição do crescimento micelial de D. bryoniae

Verificou-se maior efeito de inibição no crescimento micelial do fungo *D. bryoniae* com o uso do composto citronelal (Tabela 2). Esse maior efeito de inibição do crescimento micelial do patógeno obtido pelo uso do citronelal em relação ao óleo essencial do capim citronela foi observado de forma mais acentuada na alíquota de 25 µL. Nas outras alíquotas utilizadas o efeito de inibição do composto citronelal foi semelhante ao óleo essencial do capim citronela.

Tabela 2. Valores médios, equações de regressão e coeficiente de determinação do crescimento micelial (mm) do fungo *Didymella bryoniae*, de seis alíquotas (A) (A₁ = 0; A₂ = 5µL; A₃ = 10µL; A₄ = 15µL; A₅ = 20µL e A₆ = 25µL) do óleo essencial do capim citronela e do citronelal, em cinco épocas de amostragem. Gurupi, UFT, 2010

A	Épocas de amostragem					Equações de regressão	r ²
	2	4	6	8	10		
Óleo essencial							
A1	20,71 a	43,46 a	63,21 a	74,25 a	90,00 a	y= 7,51 + 8,47EP**	0,9782
A2	14,69 ab	40,91ab	60,89 a	73,77 a	76,47 b	y= 6,42 + 7,82EP**	0,8956
A3	12,00 bc	35,91bc	52,85 b	70,31ab	70,27 bc	y= 3,66 + 7,21EP**	0,9220
A4	10,33 bc	32,04 c	51,14bc	63,57 b	63,72 cd	y= 1,99 + 7,25EP**	0,8662
A5	7,60 c	22,02 d	45,34 c	51,49 c	58,87 d	y= - 2,54 + 6,60EP**	0,9286
A6	0 d	9,47 e	27,79 d	35,57 d	43,17 e	y= - 10,53+5,62EP**	0,9316
Citronelal							
A1	20,71 a	43,46 a	63,21 a	74,25 a	90,00 a	y= 7,51 + 8,47EP**	0,9782
A2	14,90 ab	33,42 b	54,04 a	61,24 b	83,00 b	y= 0,12 + 8,82EP**	0,9748
A3	10,89 b	29,21 b	48,62bc	53,64 c	69,16 c	y= 0,008 + 7,71EP**	0,9393
A4	9,54 b	26,82 b	42,34 c	46,99cd	57,83 d	y= 1,68 + 5,84EP**	0,9071
A5	0 c	16,98 c	34,26 d	43,43 d	50,17 e	y= - 9,07+ 6,34EP**	0,9512
A6	0	0	0	0	0		

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (P > 0,05); * significativo a 1% de probabilidade, pelo teste "t".

O óleo essencial do capim citronela na alíquota de 25 µL diferiu das outras alíquotas em todas as épocas de amostragem, apresentando maior efeito de inibição do crescimento micelial do fungo *D. bryoniae*. De acordo com as equações de regressão ajustadas, foi obtido na alíquota de 25 µL do óleo essencial do capim citronela a menor taxa de crescimento micelial, 5,62 mm dia⁻¹, atingindo 45,67 mm na última

época de amostragem (Tabela 2).

Quanto ao composto citronelal, verificou-se na alíquota de 25 µL em todas as épocas de amostragem, 100% de inibição do crescimento micelial do fungo *D. bryoniae*. De acordo com os modelos ajustados, na alíquota de 20 µL do citronelal foi obtido uma taxa de crescimento micelial do fungo de 6,34 mm dia⁻¹, atingindo na última época de amostragem

54,33 mm. Para o óleo essencial na alíquota de 20 µL foi obtido na última época de amostragem o valor de 63,46 mm (Tabela 2).

Em relação à inibição do crescimento micelial determinada pela análise de Probit, o menor valor da CE_{50} (concentração inibitória do crescimento micelial em 50%) foi obtida com o uso do composto citronelal (2,90 ppm), demonstrando que a utilização do citronelal *in vitro* foi efetiva na inibição do isolado de *D. bryoniae* ($CE_{50} \leq 11$ ppm) (Silveira et al., 2003). O óleo essencial do capim citronela também foi efetivo, com CE_{50} de 3,19 ppm.

Os compostos monoterpênicos do óleo essencial do capim citronela como o limoneno, citronelal, geraniol e neral atuam na defesa química da planta contra ação de predadores (Castro et al., 2010). Desta forma, esses compostos podem estar relacionados com a ação do óleo essencial do capim citronela na inibição do crescimento micelial *in vitro* do fungo *D. bryoniae*. O efeito de inibição do óleo essencial do capim citronela pode estar relacionado com a interação dos vários compostos constituintes do óleo essencial que atuam de forma conjunta.

Resultados semelhantes aos obtidos nesse trabalho, em relação ao controle de outros fungos fitopatogênicos têm sido relatados por vários pesquisadores. Lima (2007) constatou que o óleo essencial do capim citronela (*Cymbopogon nardus*) propiciou alta inibição do crescimento micelial do fungo *Colletotrichum gossypii* causador da ramulose do algodoeiro. O óleo essencial do capim-limão (*Cymbopogon citratus*) apresentou inibição total do crescimento micelial de *Fusarium solani*, *Sclerotinia sclerotiorum* e *Rhizoctonia solani* (Valarini et al., 1994). A deterioração de sementes de melão inoculadas com *Aspergillus flavus* e *Penicillium citrinum* também foi reduzida com o uso do óleo essencial e o pó de folhas do capim limão (*Cymbopogon citratus*) (Bankole & Joda, 2004).

O controle de *Colletotrichum gloeosporioides*, agente causal da antracnose do mamão em pós-colheita, foi feito utilizando óleos essenciais de *Cymbopogon citratus*, *Eucalyptus citriodora*, *Mentha arvensis* e *Artemisia dracunculus*, confirmando o potencial dos

óleos essenciais no controle da antracnose do mamão (Carnelossi et al., 2009). Outros trabalhos com óleo essencial de *Cymbopogon winterianus* mostraram resultados positivos contra o crescimento de bactérias e fungos fitopatogênicos (Pattnaik et al., 1996; Begum et al., 1993; Dikshit & Husain, 1984).

O efeito curativo e preventivo do óleo essencial do capim citronela foi testado no controle da brusone do arroz. Para o efeito curativo, a aplicação do fungicida (tiofanato metílico) teve o mesmo efeito que a aplicação do óleo essencial do capim citronela. Em relação ao efeito preventivo, as plantas não apresentaram sintomas da doença em 50% das linhas avaliadas (Perini et al., 2011).

Seixas et al. (2011) avaliaram o efeito de inibição do óleo essencial do capim-citronela no crescimento micelial do fungo *Fusarium subglutinans* em relação ao composto citronelal e verificaram que o óleo essencial teve maior efeito de inibição do crescimento micelial. Este maior efeito de inibição do óleo essencial está relacionado ao sinergismo existente entre os compostos do óleo essencial do capim-citronela, que atuam de forma conjunta, o que propiciou um maior efeito fungistático do que o composto citronelal.

Os óleos essenciais possivelmente atuam na parede celular dos fungos, causando o vazamento do conteúdo celular (Amaral & Bara, 2005). Esse efeito também foi observado usando microscopia eletrônica de transmissão, quando o óleo essencial de *Thymus eriocalyx* promoveu danos severos para as paredes, membranas e organelas celulares de *Aspergillus niger* (Rasooli et al., 2006). O mecanismo de ação dos monoterpênicos envolve, principalmente, efeitos tóxicos à estrutura e à função da membrana celular (Oliveira et al., 2011).

A avaliação da bioatividade dos óleos essenciais e de seus constituintes podem contribuir para o uso das plantas medicinais como medicamento, cosmético ou insumo agrícola; que para a utilização criteriosa dos óleos essenciais é também necessário avaliar o sinergismo entre os constituintes que pode ser determinante da sua atividade biológica.

Conclusões

As plantas do capim citronela apresentaram no tratamento de adubação orgânica de 9 Kg cova⁻¹ os maiores valores em todas as variáveis analisadas na última época de amostragem. Deve ser destacado que o uso da adubação orgânica é recomendado visto a sua atuação sobre as características físicas do solo, reduzindo os problemas causados pelo processo erosivo promovendo melhor estruturação do solo.

Constatou-se maior efeito de inibição do crescimento micelial utilizando o citronelal em comparação com o óleo essencial. Na alíquota de 25 µL do citronelal ocorreu inibição total do crescimento micelial do fungo *D. bryoniae*. Outros estudos devem ser realizados para verificar a viabilidade do uso do óleo essencial do capim citronela no controle fitossanitário *in vivo* do fungo *D. bryoniae*, causador do crestamento gomoso do caule na cultura da melancia. O controle fitossanitário a partir dos óleos essenciais pode ser um método eficaz e de baixo impacto ambiental no combate a organismos patogênicos causadores de doenças em diferentes espécies vegetais.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de nível Superior (CAPES).

Referências

Amaral, M.F.Z.J., Bara, M.T.F. 2005. Avaliação da atividade antifúngica de extratos de plantas sobre o crescimento de fitopatógenos. *Revista Eletrônica de Farmácia* 2: 5-8.

Bankole, S.A., Joda, A.O. 2004. Effect of lemon grass (*Cymbopogon citratus* Stapf) powder and essential oil on mould deterioration and aflatoxin contamination of melons seeds (*Colocynthis citrullus* L.). *African Journal of Biotechnology* 3: 52-59.

Begum, J., Yusuf, M., Chowdhury, J.V., Wahab, M.A. 1993. Studies on essential oils for their anti-bacterial and antifungal properties. Part 1. Preliminary screening of 35 essential oils. *Bangladesh Journal of Scientific and Industrial Research* 28: 25-34.

Billerbeck, V.G., Roques, C.G., Bessière, J.M., Fonvieille, J.L., Dargent, R. 2001. Effects of *Cymbopogon nardus* (L.) W. Watson essential oil on the growth and morphogenesis of *Aspergillus niger*. *Canadian Journal of Microbiology* 47: 9-17.

Carnelossi, P.R., Schwan-Estrada, K.R.F., Cruz, M.E.S., Itako, A.T., MESQUINI, R.M. 2009. Óleos essenciais no controle pós-colheita de *Colletotrichum gloeosporioides* em mamão. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais* 11: 399-406.

Castro, H.G., Ferreira, F.A., Silva, D.J.H., Mosquim, P.R. 2004. *Contribuição ao estudo das plantas medicinais: metabólitos secundários*. 2. ed. Editora da UFV, Viçosa, MG. 113p.

Castro, H.G., Perini, V.B.M., Santos, G.R., Leal, T.C.A.B. 2010. Avaliação do teor e composição do óleo essencial de *Cymbopogon nardus* (L.) em diferentes épocas de colheita. *Revista ciência agrônômica* 41: 308-314.

Costa LCB, Rosal LF, Pinto JEBP, Bertolucci SKV. 2008. Efeito da adubação química e orgânica na produção de biomassa e óleo essencial em capim-limão (*Cymbopogon citratus* D.C.). *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais* 10: 16-20.

Costa, L.C.B., Pinto, J.E.B.P., Castro, E.M., Bertolucci, S.K.V., Corrêa, R.M., Reis, E.S., Alves, P.B., Niculau, E.S. 2008. Tipos e doses de adubação orgânica no crescimento, no rendimento e na composição química do óleo essencial de elixir paregórico. *Ciência rural* 38: 2173-2180.

Deus, R.J.A., Alves, C.N., Arruda, M.S.P. 2011. Avaliação do efeito antifúngico do óleo resina e do óleo essencial de copaíba (*Copaifera multijuga* Hayne). *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais* 13:1-7.

Dikshit, A., Husain, A. 1984. Antifungal action of some essential oils against animal pathogens. *Fitoterapia* 55: 171-6.

Donlaporn, S., Suntornsuk, W. 2010. Antifungal activities of ethanolic extract from *Jatropha curcas* Seed Cake. *Journal of Microbiology and Biotechnology* 20:319-324.

Garcia, R.A., Juliatti, F.C., Barbosa, K.A.G., Casemiro, T.A. 2012. Atividade antifúngica de óleo e extratos vegetais sobre *Sclerotinia sclerotiorum*. *Bioscience Journal* 28:48-57.

Lima, W.G. 2007. *Controle alternativo da ramulose do algodoeiro via utilização de óleos essenciais*. 88f. (Dissertação Mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Brasil.

Mumcuoglu, K.Y., Magdassi, S., Miller, J., Ben-Ishai, F., Zentner, G., Helbin, V., Kahana, F., Ingber, A. 2004. Repellency of citronella for head lice:

- double-blind randomized Trial of efficacy and safety. *The Israel Medical Association Journal* 6: 756-759.
- Oliveira, M.M.M., Brugnera, D.F., Cardoso, M.G., Guimarães, L.G.L., Piccoli, R.H. 2011. Rendimento, composição química e atividade antilisterial de óleos essenciais de espécies de *Cymbopogon*. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais* 13: 8-16.
- Passos, J.L., Barbosa, L.C.A., Demuner, A.J., Alvarenga, E.S., Silva, C.M., Barreto, R.W. 2012. Chemical Characterization of Volatile Compounds of *Lantana camara* L. and *L. radula* Sw. and their Antifungal Activity. *Molecules* 17:11447-11455.
- Pattnaik, S., Subramanyan, V.R., Kole, C.R. 1996. Antibacterial and antifungal activity of the essential oils in vitro. *Microbios* 86: 237-246.
- Perini, V.B.M. 2008. *Análise do óleo essencial, produção de biomassa e fungitoxicidade do capim citronela (Cymbopogon nardus)*. 100f. (Dissertação de Mestrado) - Universidade Federal do Tocantins, Gurupi, Brasil.
- Perini, V.B.M., Castro, H.G., Santos, G.R., Aguiar, R.W.S., Leão, E.U., Seixas, P.T.L. 2011. Avaliação do efeito curativo e preventivo do óleo essencial do capim citronela no controle de *Pyricularia grisea*. *Journal of Biotechnology and Biodiversity* 2:23-27.
- Rasooli, I., Rezaei, M.B., Allameh, A. 2006. Growth inhibition and morphological alterations of *Aspergillus niger* by essential oils from *Thymus ericalyx* and *Thymus x-porlock*. *Food Control* 17: 359-64.
- Ribeiro Júnior, J.I., Melo, A.L.P. 2009. *Guia prático para utilização do SAEG*. Editora UFV, Viçosa, MG. 288p.
- Santos, M.R.A., Innecco, R. 2004. Adubação orgânica e altura de corte da erva-cidreira brasileira. *Horticultura Brasileira* 22: 182-185.
- Secretaria do Planejamento e Meio Ambiente. 2003. *Atlas do Tocantins: subsídios ao planejamento da gestão territorial*. 3. ed. SEPLAN, Palmas, TO. 49p.
- Seixas, P.T.L., Castro, H.C., Santos, G.R., Cardoso, D.P. 2011. Controle fitopatológico do *Fusarium subglutinans* pelo óleo essencial do capim-citronela (*Cymbopogon nardus* L.) e do composto citronelal. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais* 13:523-526.
- Silva, M.B., Nicoli, A., Costa, A.S.V., Brasileiro, B.G., Jamal, C.M., Silva, C.A., Paula Júnior, T.J., Teixeira, H. 2008. Ação antimicrobiana de extratos de plantas medicinais sobre espécies fitopatogênicas de fungos do gênero *Colletotrichum*. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais* 10: 57-60.
- Silveira, S.F., Alfenas, A.C., Maffia, L.A., Suzuki, M.S. 2003. Controle químico da queima de folhas e da mela de estacas de eucalipto, causadas por *Rhizoctonia* spp. *Fitopatologia Brasileira* 28: 642-649.
- Trongtokit, Y., Rongsriyam, Y., Komalamisra, N., Apiwathnasorn, C. 2005 Comparative repellency of 38 essential oils against mosquito bites. *Phytotherapy Research* 19: 303-309.
- Valadares, S.V., Honório, I.C.G., Caldeira Júnior, C.F., Valadares, R.V., Barbosa, C.K.R., Martins, E.R., Fernandes, L.A. 2010. Adubação orgânica de calêndula (*Calendula officinalis* L.) produzida sobre grama batatais. *Biotemas* 23: 21-24.
- Valarini, P.J., Frighetto, R.T.S., Melo, I.S. 1994. Potencial da erva medicinal *Cymbopogon citratus* no controle de fitopatógenos do feijoeiro. *Revista de Agricultura* 69: 139-150.
- Wong, K.K.Y., Signal, F.A., Champion, S.H., Motion, R.L. 2005. Citronella as an insect repellent in food packaging. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 53: 4633-4636.