

Controle de plantas invasoras em cultivo orgânico e convencional de capim-limão (*Cymbopogon citratus* (DC) Stapf.)

LEMOS, G.C.S.^{1*}; SANTOS, A.D.²; FREITAS, S.P.¹; GRAVINA, G.A.¹

¹ Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF), CCTA, Laboratório de Fitotecnia, Av. Alberto Lamego 2000, Parque Califórnia, CEP: 28013-602, Campos dos Goytacazes, RJ; ² Escola Agrotécnica Federal de São Cristóvão, CEP: 49100-000, São Cristóvão, SE. *gloria@uenf.br

RESUMO: O cultivo orgânico é preconizado para o capim-limão (*Cymbopogon citratus* (DC) Stapf.) como planta medicinal promissora ao desenvolvimento de fármacos no Brasil. Objetivou-se avaliar técnicas de controle de plantas invasoras sobre componentes de produção de capim limão em cultivos orgânico e convencional. Dois experimentos foram instalados sob delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições, em esquema fatorial 2x2x3, considerando-se duas áreas (orgânico e convencional) e os tratamentos combinando cobertura morta (presente e ausente) e técnicas de controle de plantas invasoras (capina manual, roçada e nenhuma). Altura, perfilhamento, teor e rendimento total de óleo essencial de capim-limão no cultivo orgânico foram superiores ao convencional, mas a produtividade de biomassa aérea seca não diferiu entre ambos. A capina, com ou sem cobertura morta, favoreceu o rendimento de óleo no cultivo orgânico.

Palavras-chaves: planta medicinal, agricultura orgânica, controle de plantas daninhas, cobertura morta, capim limão

ABSTRACT: Weed control in organic and conventional crops of lemongrass. Organic farming is recommended for lemongrass as a promising medicinal plant for drug development in Brazil. The purpose of this paper was to evaluate the effect of the techniques to control weed on the plant height, tillering, biomass productivity, content and yield of the essential oil of lemon grass in organic and conventional crops. Two experiments were set in a completely randomized design with four replications, at a 2x2x3 factorial scheme, considering two areas (organic and conventional) and treatments combining mulching (present and absent) and weed control techniques (hoeing, skimming and none). Plant height, tillering, content and yield of the essential oil of lemongrass were better in the organic crop, but the biomass productivity did not differ between both areas. The biomass production was better in the conventional crop as to weed control, with or without mulching, and for organic crop under hoeing or skimming with mulching. Hoeing or skimming with no mulching improved the oil content in organic crops. Hoeing or skimming with mulching was better than any other weed control technique with no mulching, and hoeing was better than skimming, justifying its recommendation as a technique for this crop system.

Keywords: medicinal plant, organic farming, weed control, mulching, lemongrass,

INTRODUÇÃO

O capim-limão (*Cymbopogon citratus* (DC) Stapf., Poaceae) é uma gramínea perene que se destaca entre cerca de 56 espécies aromáticas do gênero devido às folhas ricas em óleo essencial de interesse às indústrias de perfumaria (Gomes et al., 2004), alimentar (Blank et al., 2005) e farmacêutica (Adeneye & Agbaje, 2007), pois o citral, componente predominante, é matéria prima para a síntese de iononas e vitamina A (Ferrua et al., 1994).

No Brasil, esta espécie conhecida popularmente por capim-limão, capim-santo, capim-cidreira, capim-cheiroso, capim-de-cheiro e erva-cidreira, é usada na medicina popular como carminativa, sedativa, sudorífera, febrífuga, diurética, antipirética e antireumática. Diversos estudos têm indicado atividades como calmante e espasmolítica leve, analgésica, diurética, anticarcinogênica, antibacteriana, antihelmíntica, antifúngica, inseticida e larvicida,

que são atribuídas aos compostos *a*-citral, β -citral e mircenol do óleo essencial (Negrelle & Gomes, 2007). Estes estudos contribuem para a inclusão da espécie na relação de espécies selecionadas como promissoras ao desenvolvimento de fármacos no Brasil (Carlini et al., 1986) e à sua indicação para cultivo no país (Gomes, 2001), onde é classificado entre as dez especiarias de maior importância agro-sócio-econômica do Estado do Paraná (SEAB/PR, 2000).

O cultivo orgânico é recomendado para produção de plantas para fins medicinais (Brasil, 2006), embora sua dinâmica produtiva ainda seja pouco conhecida, principalmente, nas condições do Brasil (Gomes, 2001). De acordo com o Decreto Nº 6.323 (Brasil, 2007), sistema orgânico de produção agropecuária refere-se a “todo aquele em que se adotam técnicas específicas empregando, sempre que possível, métodos culturais, biológicos e mecânicos, em contraposição ao uso de materiais”.

No manejo convencional, procura-se eliminar toda e qualquer planta diferente da cultura (daninhas, invasoras, mato, pragas, inços ou espontâneas) por meio de estratégias químicas, mecânicas ou biológicas, enquanto no manejo orgânico, exclui-se o controle químico no manejo destas plantas, priorizando-se técnicas culturais, como plantio direto, cobertura morta e revolvimento mínimo do solo (Feiden, 2001).

Os materiais mais utilizados para cobertura morta do solo são palhas, folhas, serragens e materiais sintéticos (plástico, papéis e metais), atribuindo-se a esta prática benefícios físicos (Bortoluzzi & Eltz, 2000), químicos (Rosolem et al., 2006) e biológicos ao solo (Cordeiro et al., 2004), redução na incidência de pragas e doenças (Theisen et al., 2000) e contribuição ao controle de plantas invasoras (Vargas & Roman, 2004). Contudo, pouco é conhecido sobre seu efeito na supressão da vegetação espontânea ou invasora, sobretudo, em cultivos orgânicos.

Outras formas adequadas ao controle de plantas invasoras no manejo orgânico são a capina e a roçada, as quais requerem mais mão de obra, sendo que a capina pode contribuir para erosão por deixar o solo descoberto, ou facilitar a infecção por patógenos por danos no sistema radicular (Vargas & Roman, 2004), enquanto a roçada mantém uma camada vegetal viva protegendo o solo (Matheis et al., 2006), diminuindo competição, principalmente, por água e nutrientes.

Objetivou-se com este trabalho, avaliar componentes de produção de capim limão em função de técnicas de controle de plantas invasoras em cultivo orgânico e convencional.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram instalados em duas áreas de 300 m², uma em manejo orgânico (insumos industriais e mecanização ausentes) e outra em manejo convencional (insumos industriais e mecanização presentes). Ambas as áreas foram instaladas na unidade de apoio à pesquisa da UENF, sediada no município de Campos dos Goytacazes – RJ, com altitude de 14 m acima do nível do mar e coordenadas geográficas, 21°19'23" de latitude Sul e 41°10'40" de longitude Oeste.

O solo foi classificado como cambissolo (EMBRAPA, 1999) eutrófico, cujas características químicas determinadas pelo Laboratório de Análises Químicas de Solo da FUNDENOR (Fundação Norte Fluminense de Desenvolvimento Regional, Campos dos Goytacazes, RJ), em amostras coletadas nas profundidades de 0 – 20 cm e de 20 – 30 cm na área de cultivo orgânico foram, respectivamente: pH: 6,3 e 6,3; P₂O₅ (mg.dm⁻³): 9 e 10; Ca⁺² (mmolc.dm⁻³): 42,7 e 41,5; Mg⁺² (mmolc.dm⁻³): 75,5 e 54,5; K⁺¹ (mmolc.dm⁻³): 2,7 e 2,7; Na⁺¹ (mmolc.dm⁻³): 1,5 e 2,3; Al⁺³ (mmolc.dm⁻³): 0,0 e 0,0; H⁺¹+Al⁺³ (mmolc.dm⁻³): 31,4 e 29,2; SB trocáveis (mmolc.dm⁻³): 122,4 e 101,0; CTC (mmolc.dm⁻³): 153,8 e 130,2; V (%): 80; 78; m (%): 0,0 e 0,0; M.O. (g.dm⁻³): 29,83 e 29,83; C (g.dm⁻³): 17,3 e 17,3; Fe⁺² (mg.dm⁻³): 52,72 e 57,96; Cu⁺² (mg.dm⁻³): 1,62 e 1,66; Zn⁺² (mg.dm⁻³): 3,41 e 3,40; Mn⁺² (mg.dm⁻³): 32,08 e 29,68; B (mg.dm⁻³): 0,50 e 0,40; S-SO (mg.dm⁻³): 7 e 13; e na área de cultivo convencional: pH: 6,6 e 6,2; P₂O₅ (mg.dm⁻³): 8 e 7; Ca⁺² (mmolc.dm⁻³): 46,6; 45,1; Mg⁺² (mmolc.dm⁻³): 65,5; 53,5; K⁺¹ (mmolc.dm⁻³): 2,6 e 1,5; Na⁺¹ (mmolc.dm⁻³): 2,6 e 2,9; Al⁺³ (mmolc.dm⁻³): 0,0 e 0,0; H⁺¹+Al⁺³ (mmolc.dm⁻³): 30,2 e 33,1; SB trocáveis (mmolc.dm⁻³): 117,3 e 103,0; CTC (mmolc.dm⁻³): 147,5 e 136,1; V (%): 80 e 76; m (%): 0,0 e 0,0; M.O. (g.dm⁻³): 33,96 e 28,96; C (g.dm⁻³): 19,7 e 16,8; Fe⁺² (mg.dm⁻³): 47,86 e 61,05; Cu⁺² (mg.dm⁻³): 1,78 e 1,88; Zn⁺² (mg.dm⁻³): 4,51 e 4,14; Mn⁺² (mg.dm⁻³): 39,68 e 34,13; B (mg.dm⁻³): 0,42 e 0,49; S-SO (mg.dm⁻³): 6 e 15; considerando-se CTC = capacidade de troca catiônica; SB trocáveis = soma de bases trocáveis; V = saturação por bases; m = saturação por alumínio; MO = matéria orgânica; C = carbono; S-SO = enxofre.

As mudas de capim limão foram obtidas por divisão de touceiras de clone único, cultivado no mesmo local, utilizando-se perfilhos de raízes nuas, padronizados com 30 cm acima da base, mantendo-se 3 cm do limbo, e plantados no espaçamento de 0,30 x 0,60 m, enterrando-se o terço basal diretamente no solo. Na área orgânica, em pousio por dois anos, a vegetação local (Quadro 1) foi mantida na altura de seis centímetros acima do nível do solo com roçadeira costal, efetuando-se plantio direto das mudas. Na área convencional, em cultivo

sucessivo de grãos e olerícolas por cerca de 10 anos com uso de fertilizantes minerais e agroquímicos conforme a cultura, o plantio foi efetuado após aração e gradagem. Não foram utilizados insumos durante o período de experimento em ambas as áreas.

Os experimentos foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 2 x 3, relativo às duas áreas, convencional e orgânica e aos tratamentos combinando cobertura morta com capina manual ou roçada das plantas invasoras: T1- com cobertura morta e com capina; T2- com cobertura morta e com roçada; T3- somente cobertura morta e sem controle de invasora; T4- sem cobertura morta e com capina, mantendo o terreno limpo; T5- sem cobertura morta e com roçada; T6- sem manejo de invasoras, com quatro repetições. As unidades experimentais constituíram-se de 4 plantas, sendo as 2 plantas centrais como úteis e as outras 2 como bordadura.

A cobertura morta foi composta de palhada seca (3,75 kg) oriunda do próprio local, aplicada em camadas com espessura de 10 cm no plantio, equivalendo à 51,11 T.ha⁻¹. Três meses após a instalação dos experimentos, a cobertura morta foi recomposta de forma a manter sua espessura inicial com 10 cm de altura. A capina foi executada com enxada manual e a roçada com roçadeira costal, conforme a necessidade, aos 15, 42, 92, 131 e 150 dias após plantio.

A incidência de invasoras foi avaliada por cinco amostragens aleatórias por parcela obtidas com um mostrador quadrado com 0,25 m² de área, coletadas com enxada nas épocas da capina, para determinação do número médio total de plantas invasoras (NTPI), de dicotiledôneas (NPD) e de monocotiledôneas (NPM) por parcela por tratamento. As espécies foram identificadas por meio de literatura especializada e comparações com exsicatas do Setor de Plantas Daninhas e Medicinais/LFIT/CCTA.

Os ensaios foram analisados conjuntamente por meio da comparação de médias pelo teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro, e as variáveis foram analisadas no esquema de parcelas subdivididas, com o fator tratamentos nas parcelas e as épocas de coleta nas subparcelas. Os dados obtidos foram analisados por meio de análise de variância, análise de regressão e os coeficientes de regressão foram comparados por meio do teste “t”, ao nível de 10% de probabilidade de erro.

A altura de planta e o número de perfilhos por touceira de capim limão foram determinados na ocasião da colheita, realizada 180 dias após o plantio, entre 16 e 18 horas. A altura foi determinada a partir da base até o ápice da folha mais desenvolvida, com auxílio de uma trena. O número

de perfilhos foi determinado a partir da média de perfilhos vegetativos contados nas soqueiras nos tratamentos. Os resultados obtidos foram analisados individualmente e em conjunto, por meio de análise de variância e comparação das médias pelo teste de Duncan, em nível de 5% de probabilidade.

A produtividade foi estimada a partir da biomassa seca da parte aérea, colhida a 20 cm acima do nível do solo e submetida à secagem em estufa com circulação forçada de ar, a 40 °C, até atingir o peso constante, cujos dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Duncan, ao nível de 5% de probabilidade.

O óleo essencial foi obtido por hidrodestilação (Clevenger) de 100 g de biomassa aérea seca em 1000 mL de água deionizada por 60 minutos, após início da condensação, estimando-se seu rendimento (kg.ha⁻¹) em função do teor de óleo relativo à produção de biomassa por tratamento, ou seja, percentual do peso de óleo obtido em relação ao peso da amostra. Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Duncan, em nível de 5% de probabilidade.

A partir das análises de variâncias (ANOVA) individuais para cada experimento (convencional e orgânico), verificando-se que a razão entre o maior quadrado médio do resíduo e o menor quadrado médio do resíduo inferior a 7 para todas as variáveis estudadas, procedeu-se a análise conjunta dos experimentos por meio da ANOVA conjunta e também a elaboração de contrastes ortogonais dos tratamentos de interesse. Para interpretação dos resultados, os tratamentos foram agrupados em contrastes denominados C₁ = (T₁, T₂, T₃) vs (T₄, T₅, T₆), C₂ = (T₁, T₂) vs (T₃); C₃ = (T₄, T₅) vs (T₆); C₄ = (T₁) vs (T₂); C₅ = (T₄) vs (T₅), comparados pelo teste F. As pressuposições de normalidade e homogeneidade de variância das variáveis estudadas foram confirmadas pelos testes de Lilliefors e de Bartlett visando atender as pressuposições da Análise de Variância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As espécies invasoras de incidência mais representativa nos cultivos, dentre as 39 identificadas, foram das famílias: Poaceae/ Gramineae (9 espécies), Asteraceae (7 espécies), Euphorbiaceae (6 espécies), Commelinaceae, Malvaceae e Lamiaceae (2 espécies), e demais famílias com apenas 1 espécie (Quadro 1), similar ao observado por Oliveira e Freitas (2008).

Contudo, a quantidade de indivíduos por espécie e a diversidade de espécies ao durante o experimento diferiram entre as áreas de cultivo, pois

QUADRO1. Plantas invasoras identificadas por família, espécie e nome comum incidentes nos cultivos

Família	Espécie	Nome comum	Família	Espécie	Nome comum
Amaranthaceae	<i>Amaranthus retroflexus</i>	Caruru ^{(1)(2)*}	Fabaceae	<i>Vigna unguiculata</i>	Feijão miúdo ⁽¹⁾
Asteraceae	<i>Bidens pilosa</i>	Picão preto ^{(1)*}	Lamiaceae	<i>Leonotis nepetifolia</i>	Cordão de frade ⁽²⁾
	<i>Emilia coccinea</i>	Serralinha ⁽¹⁾⁽²⁾		<i>Leonorus sibiricus</i>	Erva-macaé ⁽¹⁾
	<i>E. sonchifolia</i>	Falsa serralha ^{(1)(2)*}	Malvaceae	<i>Malvastrum coromandelianum</i>	Guanxuma, vassoura ⁽¹⁾⁽²⁾
	<i>Parthenium hysterophor</i>	Losna branca, fazendeiro ^{(1)(2)*}		<i>Sida cordifolia</i>	Mata-pasto, guanxuma ⁽¹⁾⁽²⁾
Commelinaceae	<i>Stegesbeckia orientalis</i>	Botão de ouro ⁽²⁾	Mimosoideae	<i>Mimosa pudica</i>	Dormideira, sensitiva ⁽¹⁾
	<i>Soliva anthemifolia</i>	Cuspe de caipira ⁽¹⁾⁽²⁾	Papilionoideae	<i>Crotalaria pallida</i>	Chocalho de cascavel ⁽¹⁾⁽²⁾
	<i>Sonchus oleraceus</i>	Serralha ^{(1)(2)*}	Poaceae	<i>Cynodon dactylon</i>	Gramma-seda ^{(1)(2)*}
	<i>Commelina benghalensi</i>	Trapoeraba ^{(1)(2)*}	Commelinaceae	<i>Bracharia decumbens</i>	Braquiária, capim braquiária ⁽¹⁾
<i>C. erecta</i>	Trapoeraba ⁽¹⁾⁽²⁾	<i>B. brizantha</i>		Braquiária ^{(2)*}	
Brassicaceae	<i>Lepidium virginicum</i>	Mastruz, menstruz ^{(1)(2)*}	Brassicaceae	<i>Echinochloa crusgalli</i>	Capim arroz ^{(1)(2)*}
Curcubitaceae	<i>Mormodica charantia</i>	Melão-de-são-caetano ^{(2)*}		<i>Eleusine indica</i>	Pé-de-galinha ⁽²⁾
Cyperaceae	<i>Cyperus rotundus</i>	Tiririca ^{(1)(2)*}	Poaceae	<i>Panicum maximum</i>	Capim colônia ^{(2)*}
Euphorbiaceae	<i>Acalypha arvensis</i>	Algodãozinho ⁽¹⁾⁽²⁾		<i>Pennisetum purpureum</i>	Capim elefante, napier ⁽²⁾
	<i>Chamaesyce hirta</i>	Erva-de-santa-luzia ⁽¹⁾	<i>Rottboellia exaltata</i>	Capim camalote ^{(1)(2)*}	
Euphorbiaceae	<i>Cróton lobatus</i>	Café bravo ^{(1)(2)*}	Poaceae	<i>Sorghum arundinaceum</i>	Sorgo selvagem ⁽¹⁾⁽²⁾
	<i>Phyllanthus niruri</i> , <i>P. tenellus</i>	Quebra-pedra ⁽¹⁾⁽²⁾		<i>Portulaca oleracea</i>	Beldroega ^{(1)(2)*}
	<i>P. tenellus</i>	Quebra-pedra ⁽¹⁾⁽²⁾	Solanaceae	<i>Solanum americanum</i>	Maria pretinha ^{(1)(2)*}
	<i>Ricinus communis</i>	Mamona ⁽¹⁾⁽²⁾		<i>Apium leptophyllum</i>	Gertudes, mastruço ^{(1)(2)*}

(1)/ cultivo orgânico e (2)/ cultivo convencional; (*)/pré-plantio

o número médio total de plantas invasoras (59) e de monocotiledôneas (55) no cultivo convencional foram maiores do que no cultivo orgânico (50 e 44), enquanto o número médio de plantas dicotiledôneas foi maior no cultivo orgânico (6) do que no orgânico (Tabela 1). Por outro lado, O número total de plantas invasoras e o número de monocotiledôneas diminuíram ao longo do período de observação em ambos os cultivo, enquanto o número de plantas dicotiledôneas aumentou (Tabela 2).

A dinâmica de sucessão de plantas invasoras resulta principalmente do tamanho e da composição do banco de sementes do solo (montante de estruturas de propagação presentes no solo ou restos vegetais), função da quantidade, dispersão, longevidade, viabilidade, dormência e fonte de entrada dos propágulos (Carmona, 1995); e da relação planta (vigor, ciclo, hábito de crescimento, competitividade) e ambiente (solo, nutrição, clima e fatores bióticos). Assim, nos agrossistemas, a sucessão e distribuição de espécies nas populações de invasoras refletem o manejo agrícola (Caetano et al., 2001).

No cultivo convencional, o número total de invasoras decresceu sob cobertura morta [C1:(T1, T2, T3) vs (T4, T5, T6)] ao longo das épocas de controle, mas, o controle de dicotiledôneas, com capina ou com roçada, com cobertura morta [C2:(T1,T2) vs (T3)] ou sem cobertura morta [C3:[(T4, T5) vs (T6)]] foi significativo em relação às testemunhas, nas quais o número de dicotiledôneas

aumentou ao longo das épocas de controle (Tabela 3). Para as plantas monocotiledôneas, a cobertura morta foi o fator mais importante para seu controle [C1:[(T1, T2, T3) vs (T4, T5, T6)]] conforme esperado, uma vez que as monocotiledôneas foram predominantes em ambos os cultivos.

O incremento no número de plantas invasoras no cultivo convencional foi associado ao preparo do solo que facilita a disseminação de plantas de propagação vegetativa, que inclui as gramíneas, favorecendo altas infestações (Jakelaitis et al., 2003), embora o efeito mecânico devido ao revolvimento do solo, da quebra e arranquio das plantas, seguidas à exposição e secagem pelo sol, também possam promover a redução do banco de sementes do solo, principalmente de dicotiledôneas (Radosevich et al., 1996).

O tamanho das sementes é uma característica importante na emergência de plântulas e no estabelecimento das espécies sujeitas ao preparo periódico do solo, principalmente quando não ocorrem mecanismos de dormências sofisticados (Radosevich et al., 1996), representando um fator de importante influência na diferença na ocorrência de espécies entre os dois cultivos.

No cultivo orgânico, o decréscimo no número de invasoras pode estar relacionado às condições de homeostase do solo, garantindo mais vantagem à cultura do capim-limão, uma vez que, a cobertura morta sendo a mesma nos dois cultivos, esperar-se-ia igual possibilidade de competição ou

TABELA 1. Número médio total de plantas invasoras (NTPI), de invasoras dicotiledôneas (NPD) e monocotiledôneas (NPM) incidentes nos cultivos orgânico e convencional

Cultivo	NTPI	NPD	NPM
Orgânico	50 ^b	6 ^a	44 ^b
Convencional	59 ^a	4 ^b	55 ^a
CV (%)	40,98	54,98	44,56

^{a/} Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

TABELA 2. Equações de regressão linear para as variáveis: número total de plantas invasoras (NTPI), número de invasoras dicotiledôneas (NPD) e de invasoras monocotiledôneas (NPM) por parcela de capim-limão, em função das épocas de controle, nos cultivos orgânico e convencional

Nº de plantas invasoras	Cultivo			
	Orgânico		Convencional	
	Equação de regressão	“F”	Equação de regressão	“F”
NTPI	$y = 97,48 - 15,90^{**} x$	60,10 ^{**}	$y = 119,60 - 20,53^{**}x$	68,86 ^{**}
NPD	$y = -1,07 + 2,39^{**} x$	32,49 ^{**}	$y = 0,54 + 1,40^{**}x$	36,32 ^{**}
NPM	$y = 98,55 - 18,30^{**} x$	79,64 ^{**}	$y = 120,15 - 21,75^{**}x$	80,54 ^{**}

^{**/} teste “t”, a 1% de probabilidade, para os coeficientes da regressão e Teste “F”, a 1% de probabilidade, para Análise de Variância das regressões lineares.

TABELA 3. Equações de regressão do número médio total das plantas invasoras (NTPI), das invasoras dicotiledôneas (NPD) e das invasoras monocotiledôneas (NPM) observadas nos tratamentos em função das épocas de controle, e comparação dos respectivos coeficientes de regressão ($\hat{\alpha}$) relativos aos contrastes no cultivo convencional

Contrastes	Tratamentos	NTPI		NPD		NPM	
		Equação de regressão	"F" da regressão	Equação de regressão	"F" da regressão	Equação de regressão	"F" da regressão
C ₁ :	T ₁ , T ₂ , T ₃	Y = 92,69 – 15,94**X	31,90**	Y = -1,74 + 1,69**X	25,09**	Y = 94,43 – 17,63**X	39,35**
	T ₄ , T ₅ , T ₆	Y = 146,52 – 24,75**X	48,65**	Y = 0,65 + 1,11**X	12,22**	Y = 145,37 – 25,87**X	54,23**
	Dif. $\hat{\alpha}$	8,81*		0,58 ^{ns}		8,24*	
C ₂ :	T ₁ , T ₂	Y = 79,81 – 13,02**X	17,98**	Y = -0,65 + 0,95**X	15,23**	Y = 80,50 – 13,97**X	20,98**
	T ₃	Y = 118,37 – 21,77**X	15,03**	Y = -3,92 + 3,17**X	22,16**	Y = 122,30 – 24,95**X	19,57**
	Dif. $\hat{\alpha}$		8,75 ^{ns}		2,22*		10,98 ^{ns}
C ₃ :	T ₄ , T ₅	Y = 104,57 – 18,22**X	23,47**	Y = -5,38 + 4,06**X	22,93**	Y = 109,96 – 22,28**X	37,22**
	T ₆	Y = 155,57 – 28,77**X	45,59**	Y = 0,52 + 1,27*X	4,44*	Y = 155,05 – 30,05**X	46,18**
	Dif. $\hat{\alpha}$		10,55 ^{ns}		2,79*		7,77 ^{ns}
C ₄ :	T ₁	Y = 69,75 – 12,10**X	6,90*	Y = -0,30 + 0,70*X	5,38*	Y = 70,05 – 12,80**X	7,78*
	T ₂	Y = 89,95 – 13,95**X	12,52**	Y = -1,00 + 1,20**X	10,05**	Y = 90,95 – 15,15**X	14,85**
	Dif. $\hat{\alpha}$		1,85 ^{ns}		0,50 ^{ns}		2,35 ^{ns}
C ₅ :	T ₄	Y = 117,22 – 15,77*X	3,44 ^{ns}	Y = -0,22 + 1,07*X	3,39 ^{ns}	Y = 117,45 – 16,85*X	4,11 ^{ns}
	T ₅	Y = 166,77 – 29,72**X	37,82**	Y = 1,65 + 1,00*X	4,27 ^{ns}	Y = 165,12 – 30,72**X	41,10**
	Dif. $\hat{\alpha}$		13,95 ^{ns}		0,07 ^{ns}		13,87 ^{ns}

**Significativo a 1% e * 5% de probabilidade de erro. ^{ns} Não significativo. Teste F para análise de variância da regressão linear e teste "t" significativo a 10% de probabilidade de erro para os coeficientes da regressão ($\hat{\alpha}$)

de alelopatia influenciando a germinação e, ou o desenvolvimento das invasoras (Theisen & Vidal 1999).

Embora possa favorecer o fluxo inicial de emergência de propágulos superficiais, o plantio direto tende a reduzir o banco de sementes, que aliado à frequência e ao método controle, contribui para seleção e eliminação de espécies mais agressivas em função das cultivadas (Ricklefs, 2003).

Os resultados indicam a importância da capina para o entouceiramento do capim-limão na fase de implantação da cultura, podendo ser atribuídos ao favorecimento da competitividade da cultura em relação às plantas invasoras no início do ciclo e, ou a redução da crosta superficial do solo facilitando irrigação e aeração do solo.

A altura de planta e o número de perfis por touceira na média geral do experimento orgânico foram superiores ao convencional (Tabela 4), possivelmente devido aos efeitos da matéria orgânica e das propriedades biológicas do solo, uma vez que química e pedologicamente as áreas experimentais são muito similares. A ação microbiológica do solo contribui para liberação de

nutrientes e disponibilização de nutrientes da matriz do solo, mantendo a microfauna ativa e promovendo aumento nos rendimentos das culturas.

A capina pode favorecer o perfilhamento, devido ao estímulo mecânico da brotação e redução da competição, enquanto o crescimento em altura é favorecido pelas condições de estabilidade térmica e hídrica do solo propiciadas pela cobertura morta em ambos os cultivos. Isto é importante para decisão de manejos adequados à produção de matéria prima destinada à extração de óleo, pois sendo as células oleíferas do *C. citratus* localizadas próximo ao clorênquima foliar da espécie (Lewinsohn et al., 1998) e com distribuição fixa em relação à unidade de área foliar, é interessante a adoção de técnicas que favoreçam maior área foliar por meio de maior perfilhamento ou de altura de planta.

Contudo, não significa que a altura e o perfilhamento sejam proporcionais, pois para completarem seu ciclo de vida, as plantas necessitam de água, luz, nutrientes, temperatura, gás carbônico e oxigênio em quantidades adequadas. À medida que a planta se desenvolve, esses fatores ambientais tornam-se limitados, podendo ser agravados pela presença de outras plantas no mesmo espaço, que

TABELA 4. Altura de planta (cm) e número de perfilhos (un.) por touceira de capim-limão nos tratamentos com cobertura morta e capina manual (T1), com cobertura morta e roçada (T2), com cobertura morta e sem controle de invasora (T3), sem cobertura morta e capina manual (T4), sem cobertura morta e roçada (T5), sem cobertura morta e sem controle de invasora (T6), em cultivos orgânico e convencional.

Tratamentos	Altura de planta		Número de perfilhos	
	Orgânico	Convencional	Orgânico	Convencional
T1	92,50 ^{ab}	90,13 ^a	29,12 ^{ab0}	26,94 ^{a0}
T2	96,19 ^{a0}	91,00 ^a	27,62 ^{ab0}	20,62 ^{ab}
T3	92,25 ^{ab}	90,57 ^a	18,87 ^{bc0}	19,81 ^{ab}
T4	91,75 ^{ab}	84,94 ^a	30,19 ^{a00}	28,06 ^{a0}
T5	86,69 ^{b0}	85,19 ^a	23,25 ^{abc}	19,94 ^{ab}
T6	92,19 ^{ab}	88,19 ^a	16,62 ^{00c}	13,44 ^{b0}
Média geral	91,93 ^A	88,33 ^B	24,28 ^A	21,47 ^B
CV (%)	6,94	7,31	41,14	47,61

*/ Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna (dentro de cada cultivo) e maiúscula na linha (entre cultivos), não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade.

competem pelos mesmos fatores de crescimento, resultando na competição entre plantas da mesma espécie ou de espécies diferentes. Portanto, uma planta pode crescer mais que outra e ter menor biomassa que sua vizinha, como também pode perfilhar mais que outra, caso obtenha todas as condições necessárias à sua sobrevivência.

Os resultados avaliados no geral indicam que a cobertura morta com o controle das plantas invasoras são benéficos para o crescimento do capim limão.

A média geral da produtividade de biomassa aérea seca do capim limão no cultivo orgânico (5.174,50 kg.ha⁻¹) não diferiu do convencional (4.293,90 kg.ha⁻¹), enquanto o rendimento e o teor de óleo essencial no cultivo orgânico (49,20 kg.ha⁻¹; 0,93%) foram superiores ao convencional (34,20 kg.ha⁻¹; 0,79) (Tabela 5).

Possivelmente, o caráter eutrófico do solo comum às duas áreas experimentais, propiciou o suprimento nutricional necessário ao metabolismo de fixação de carbono de forma igualmente satisfatória para a produção de biomassa aérea, enquanto fatores biológicos, mais sensíveis às atividades antrópicas (Araújo & Monteiro, 2007) indicaram o efeito positivo do manejo orgânico sobre a produção de óleo, a altura da planta, e o número de perfilhos, pois durante a abertura das covas para plantio, foi facilmente visível a presença de minhocas nesta área. Estes resultados reforçam a indicação de parâmetros biológicos e da matéria orgânica relacionados com a qualidade do solo (Blank et al., 2007).

A cobertura morta no solo propicia melhor uniformidade da umidade e da temperatura do solo, permitindo melhores respostas das culturas,

pois Bortoluzzi & Eltz (2000), observaram variação em até 11,5°C na temperatura do solo com e sem cobertura, verificando-se maior amplitude térmica no solo sem cobertura do que com cobertura morta, a qual ainda pode conferir maior capacidade competitiva da cultura em relação às plantas invasoras, atuando como agente supressor ou, no mínimo, retardador da germinação das sementes e da emergência das plantas invasoras, seja por interferência no fluxo luminoso para fotossíntese, germinação das plantas invasoras ou por efeito alelopático (Vidal & Trezzi, 2004).

O contraste C2: [(T1, T2) vs (T3)] foi significativo para produtividade de capim limão no cultivo orgânico, indicando que a capina ou roçada, com cobertura morta, podem favorecer o ganho de biomassa aérea seca de plantas de capim-limão, correspondendo à prática útil para o manejo da cultura neste sistema de cultivo (Tabela 6).

No cultivo convencional, verificou-se efeito do contraste C1: [(T1, T2, T3) vs (T4, T5, T6)] indicando que a produtividade de biomassa seca de capim-limão foi favorecida pela presença de cobertura morta, independentemente do tipo de controle de plantas invasoras, provavelmente, devido a melhor uniformidade da umidade e da temperatura do solo sob cobertura morta e redução do efeito das plantas invasoras. Também na ausência de cobertura morta, o controle de plantas invasoras com capina ou roçada foi importante para produtividade de biomassa no experimento convencional, como verificado no contraste C3: [(T4, T5) vs (T6)], atribuindo-se ao maior efeito de competição na área.

O teor de óleo essencial foi favorecido apenas pelo controle de plantas invasoras, com

TABELA 5. Produtividade de biomassa aérea seca (kg.ha⁻¹), rendimento de óleo essencial (kg.ha⁻¹) e teor de óleo essencial (%) de capim limão nos tratamentos com cobertura morta e capina manual (T1), com cobertura morta e roçada (T2), com cobertura morta e sem controle de invasora (T3), sem cobertura morta e capina manual (T4), sem cobertura morta e roçada (T5), sem cobertura morta e sem manejo de invasora (T6), em cultivos orgânico e convencional.

Tratamentos	Produtividade de biomassa		Rendimento de óleo essencial		Teor de óleo essencial	
	Orgânico	Convencional	Orgânico	Convencional	Orgânico	Convencional
T ₁	6.826,39 ^a	4.896,78 ^a	62,21 ^a	44,90 ^a	0,91 ^a	0,89 ^a
T ₂	7.340,28 ^a	4.489,55 ^a	72,46 ^a	40,11 ^a	0,99 ^a	0,72 ^a
T ₃	3.756,94 ^b	4.611,65 ^a	30,85 ^{bc}	30,03 ^b	0,82 ^a	0,64 ^a
T ₄	5.979,17 ^{ab}	4.383,73 ^a	65,59 ^a	45,39 ^a	1,10 ^a	0,96 ^a
T ₅	3.770,83 ^b	4.485,88 ^a	37,14 ^b	29,67 ^b	0,98 ^a	0,81 ^a
T ₆	3.361,11 ^b	4.673,34 ^a	26,94 ^c	15,08 ^c	0,80 ^a	0,73 ^a
Média	5.174,50 ^A	4.293,90 ^A	49,20 ^A	34,20 ^B	0,93 ^A	0,79 ^B
CV (%)	16,60	16,18	16,69	16,18	16,69	16,53

*/ Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna (dentro de cada cultivo) e maiúscula na linha (entre cultivos), não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade.

TABELA 6. Valor dos contrastes dos tratamentos relativos a produtividade, do teor de óleo e rendimento total de óleo de capim-limão em função de contrastes combinando os tratamentos com cobertura morta e capina manual (T1), com cobertura morta e roçada (T2), com cobertura morta e sem controle de invasora (T3), sem cobertura morta e capina manual (T4), sem cobertura morta e roçada (T5), sem cobertura morta e sem controle de invasora (T6), dos cultivos orgânico e convencional.

Tratamentos	Valor do Contraste					
	Produtividade de biomassa		Teor de óleo		Rendimento de óleo	
	Orgânico	Convencional	Orgânico	Convencional	Orgânico	Convencional
C ₁ :[(T ₁ , T ₂ , T ₃) vs (T ₄ , T ₅ , T ₆)]	173,25 ^{ns}	175,50 [*]	-0,1638 ^{ns}	-0,2536 ^{ns}	134,18 ^{ns}	79,2377 ^{ns}
C ₂ :[(T ₁ , T ₂) vs (T ₃)]	239,50 [*]	48,25 ^{ns}	0,2560 ^{ns}	0,3147 ^{ns}	246,72 ^{**}	87,0259 ^{ns}
C ₃ :[(T ₄ , T ₅) vs (T ₆)]	109,00 ^{ns}	152,50 [*]	0,4789 [*]	0,3160 ^{ns}	174,53 [*]	135,2378 ^{ns}
C ₄ :[(T ₁) vs (T ₂)]	-18,50 ^{ns}	-19,25 ^{ns}	-0,0758 ^{ns}	0,1703 ^{ns}	-44,49 ^{ns}	25,9929 ^{ns}
C ₅ :[(T ₄) vs (T ₅)]	79,50 ^{ns}	37,50 ^{ns}	0,1121 ^{ns}	0,1548 ^{ns}	111,71 [*]	52,9142 ^{ns}
Resíduo -	-	-	-	-	-	-

** significativo em nível de 1% de probabilidade e *significativo em nível de 5% de probabilidade dentro de mesma coluna, pelo teste "F";
ns não significativo.

capina ou com roçada, em relação à ausência de seu controle no cultivo orgânico, verificado pelo contraste C3:[T₄, T₅ vs T₆]], indicando possível efeito da competição entre a cultura e plantas invasoras sobre o metabolismo secundário de produção de óleo. Segundo Valarini et al. (2003), apenas os parâmetros químicos não são bons indicadores para comparação da capacidade produtiva do solo em sistemas orgânico e convencional, resultando em melhores indicadores a análise integrada de parâmetros químicos, físicos e biológicos.

O rendimento total de óleo foi favorecido pelo controle de plantas invasoras com ou sem cobertura morta no cultivo orgânico, segundo os

contrastos C2:[(T₁,T₂) vs (T₃)] e C3:[(T₄, T₅) vs (T₆)], respectivamente, enquanto o contraste C₅:[(T₄) vs (T₅)] indicou melhor efeito da capina em relação à roçada. Neste sentido, Ogliari et al. (2007) observaram que a capina favoreceu a produção de maracujá com adubação orgânica em relação à mineral. No sistema convencional não houve efeito dos tratamentos sobre o rendimento total de óleo.

Os resultados indicam a importância da capina para o entouceiramento do capim-limão na fase de implantação da cultura, verificando-se que, no cultivo convencional, a cobertura morta reduziu o número de monocotiledôneas, enquanto a capina e a roçada reduziram as dicotiledôneas com ou sem

cobertura.

A altura de planta, perfilhamento, teor e rendimento total de óleo de capim-limão foram superiores no cultivo orgânico, mas a produtividade média geral de biomassa aérea seca não diferiu entre ambos os cultivos. O teor e o rendimento total de óleo essencial foram superiores no cultivo orgânico, no qual, a capina, com ou sem cobertura morta, favoreceu o rendimento de óleo.

AGRADECIMENTOS

À FAPERJ pela concessão de bolsa. Este trabalho contém dados da dissertação de mestrado do segundo autor.

REFERÊNCIA

- ADENEYE AA; AGBAJE EO. Hypoglycemic and hypolipidemic effects of fresh leaf aqueous extract of *Cymbopogon citratus* Stapf. in rats. **Journal of Ethnopharmacology**, v.112, p.440-444, 2007.
- ARAÚJO ASF; MONTEIRO RTR. Indicadores biológicos da qualidade do solo. **Bioscience Journal**, v.23, p.66-75, 2007.
- BLANK AF; ARRIGONI-BLANK MF; AMÂNCIO VF; MENDONÇA MC; SANTANA FILHO LGM. Densidades de plantio e doses de biofertilizante na produção de capim-limão. **Horticultura Brasileira**, v.25, p.343-349, 2007.
- BLANK AF; SILVA PA; ARRIGONI-BLANK MF; SILVA-MANN R; BARRETO MCV. Influência da adubação orgânica e mineral no cultivo de manjerição cv. Genovese. **Revista Ciência Agronômica**, v.36, p.175-180, 2005.
- BORTOLUZZI EC; ELTZFLF. Efeito do manejo mecânico da palhada de aveia preta sobre a cobertura, temperatura, teor de água no solo e emergência da soja em sistema de plantio direto. **Revista Brasileira da Ciência do Solo**, v.2, p.449-457, 2000.
- BRASIL. Decreto nº 6.323, de 27 de dezembro de 2007. Regulamenta a Lei 10.831 de 23 de dezembro de 2003. In: IBD CERTIFICAÇÕES. Diretrizes e Legislação. **Decreto nº 6.323 de Agricultura Orgânica**. Disponível em: http://www.ibd.com.br/Downloads/DirLeg/Legislacao/Decreto_6.323_27Dez07.pdf. Acesso em: 10 dez. 2009
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Boas Práticas Agrícolas (BPA) de plantas medicinais, aromáticas e condimentares** / ed. preliminar Scheffer, M.C.; Corrêa Júnior; C. Coordenação: Udry MC; Marques NE; Kornijezuk RMP – Brasília: MAPA/SDC., 2006. 48 p.
- CARLINI EA; CONTAR JDP; SILVA-FILHO AR; SILVEIRA-FILHO NG; FROCHTENGARTEN ML; BUENO OFAJ. Pharmacology of lemongrass (*Cymbopogon citratus* Stapf). I. Effects of teas prepared from the leaves on laboratory animals. **Journal of Ethnopharmacology**, v.17, p.37-64, 1986.
- CARMONA, R. Banco de sementes e estabelecimento de plantas daninhas em agrossistemas. **Planta Daninha**, v.13, n.1, p.3-9, 1995.
- CAETANO RSX; CHRISTOFFOLETI PJ, VICTORIA FILHO R. “Banco” de Sementes de Plantas Daninhas em Pomar de Laranjeira ‘Pera’. **Scientia Agricola**, v.58, n.3, p.509-517, 2001.
- CORDEIRO FC; DIAS FC; MERLIM AO; CORREIA MEF; AQUINO AM; BROWN G. Diversidade da macrofauna invertebrada do solo como indicadora da qualidade do solo em sistema de manejo orgânico de produção. **Revista Universidade Rural**, Sér. Ci. Vida, v.24, p.29-34, 2004.
- EMBRAPA. Centro Nacional de pesquisa de solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema Brasileiro de classificação de solos**. – Brasília: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, xxvi, 1999. 412 p.
- FEIDEN A. **Conceitos e Princípios para o Manejo Ecológico do Solo**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 21. (Embrapa *Agrobiologia*. Documentos, 140). 2001.
- FERRUA FQ; MARQUES MOM; MEIRELLES MAM. Óleo essencial de capim-limão obtido por extração com dióxido de carbono líquido. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.14, p 83, 1994. Supl.
- GOMES EC. Aspectos do Cultivo e Beneficiamento do Capim-Limão (*Cymbopogon Citratus* (D.C.) Stapf) no Estado do Paraná, Brasil. **Revista Visão Acadêmica**, v.2, p.11-18, 2001.
- GOMES EC; RÜCKER NGA; NEGRELLE RRB. Estudos prospectivo da cadeia produtiva do capim-limão-estado do Paraná. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v.42, p.137-144, 2004.
- JAKELAITIS, A.; FERREIRA, L.R.; SILVA, A.A. ; AGNES, E.L. ; MIRANDA, G.V.; MACHADO, AFL Dinâmica populacional de plantas daninhas sob diferentes sistemas de manejo nas alturas de milho e feijão. **Revista Plantas Daninhas**, v.21, n. 1, p.71 – 79, 2003.
- LEWINSOHN E; DUDAI N; TADMOR Y; KATZIR I; RAVID U; PUTIEVSKY E; JOEL DM. Histochemical localization of citral accumulation in lemongrass leaves (*Cymbopogon citratus* (DC) Stapf., Poaceae). **Annals of Botany**, v.81, p.35-39, 1998.
- MATHEIS HASM; AZEVEDO FA; VICTORIA FILHO R. Adubação verde no manejo de plantas daninhas na cultura de citros. **Laranja**, v.27, p.101-110, 2006.
- NEGRELLE RRB; GOMES EC. *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf : chemical composition and biological activities. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.9, p.80-92, 2004.
- OGLIARI J; FREITAS SP; CARVALHO AJC; FERREIRA LR; MARINHO CS; THIEBAUT JTL. Manejo de plantas daninhas em maracujazeiro amarelo cultivado com adubação química e orgânica. **Planta Daninha**, v.25, p.823-830, 2007.
- OLIVEIRA, AR; FREITAS, SP Levantamento fitossociológico de plantas daninhas em áreas De produção de cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, v. 26, n. 1, p. 33-46, 2008.
- RADOSEVICH, S; HOLT, J; GHERSA, C **Weed ecology: implication for management**. 2.ed. New York:Jonh Wiley & Sons, 1996. 573 p.
- RICKLEFS, R. E. **A economia da natureza**. 5.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003. 503p.
- ROSOLEM CA; CALONEGO JC; FOLONI JSS. Lixiviação de potássio da palha de coberturas de solo em função

- da quantidade de chuva recebida. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, p.355-362, 2003.
- ROSOLEM CA; SANTOS FP; FOLONI JSS; CALONEGO JC. Lixiviação de potássio da palha de espécies de cobertura de solo de acordo com a quantidade de chuva aplicada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, p.355-362, 2006.
- SEAB/PR – Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento do Paraná. Departamento de Economia Rural. **Levantamento do valor bruto da produção agropecuária: Especiarias** - Safra 1998/1999. Paraná. 2000.
- THEISEN G; VIDAL RA Efeito da cobertura do solo com resíduos de aveia preta nas etapas do ciclo de vida do capim-limão. *Planta daninha*, v. 17, p.189-196, 1999.
- THEISEN G; VIDAL RA; FLECO NG. Redução da infestação de *Brachiaria plantaginea* em soja pela cobertura do solo com palha de aveia preta. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, p.753-756, 2000.
- VALARINI PJ; ALVAREZ MCD; GASCÓ JM; GUERRERO F; TOKESHI H. Assessment of soil properties by organic matter and EM-microorganism incorporation. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, p.519-525, 2003.
- VARGAS L; ROMAN ES. **Manual de manejo e controle de plantas daninhas**. Bento Gonçalves: EMBRAPA/CNPUV, 2004. 652 p.
- VIDAL RA; TREZZI MM. Potencial da utilização de coberturas vegetais de sorgo e milho na supressão de plantas daninhas em condição de campo: I – Plantas em desenvolvimento vegetativo. *Planta Daninha*, v.22, p.217-223, 2004.