

EFEITOS DOS MANEJOS ORGÂNICO E CONVENCIONAL SOBRE BIOMASSA  
E ÓLEO ESSENCIAL DE CAPIM-LIMÃO (*Cymbopogon citratus* (DC) Stapf)

**ANSELMO DE DEUS SANTOS**

“Tese apresentada ao Centro de Ciências e  
Tecnologias Agropecuárias da Universidade  
Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro,  
como parte das exigências para obtenção do  
título de Mestre em Produção Vegetal”

**Orientador: Prof. Silvério de Paiva Freitas**

**CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ**

**MAIO DE 2006**

**EFETO DOS MANEJOS ORGÂNICO E CONVENCIONAL SOBRE  
BIOMASSA E ÓLEO ESSENCIAL DE CAPIM - LIMÃO (*Cymbopogon citratus*  
(DC) Stapf)**

**ANSELMO DE DEUS SANTOS**

“Tese apresentada ao Centro de Ciências e  
Tecnologias Agropecuárias da Universidade  
Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro,  
como parte das exigências para obtenção do  
título de Mestre em Produção Vegetal”

Aprovada em 04 de maio de 2006.

Comissão Examinadora:

---

Prof. Dr. Cláudio Luiz Melo de Souza (D.Sc. em Produção Vegetal) - ISTCA

---

Prof. Dr. Geraldo Amaral Gravina (D.Sc. em Produção Vegetal) - UENF

---

Dr<sup>a</sup> Gloria Cristina da Silva Lemos (D.Sc. em Produção Vegetal) - UENF

---

Prof. Dr. Silvério de Paiva Freitas (D.Sc. em Fitotecnia) - UENF  
(Orientador)

À minha esposa Verônica e minha filha Érika.

À minha mãe Maria Elza.

Pelo amor, pela força, paciência e confiança em mim.

Dedico esse trabalho.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por suas bênçãos, vitórias e saúde.

A UENF e ao CCTA, em especial ao curso de Produção Vegetal, pela oportunidade de realizar o curso de mestrado e pela concessão de bolsa.

Ao professor Silvério de Paiva Freitas, pelo incentivo, paciência, amizade e orientações.

Aos professores Fábio Cunha Coelho, Henrique Duarte Vieira, Roberto Ferreira da Silva e José Tarcísio Lima Thiebaut, pelas contribuições, sugestões e colaborações.

Ao professor Geraldo Amaral Gravina, pelas valiosas sugestões e contribuição a este trabalho.

A Dr<sup>a</sup> Glória Cristina da Silva Lemos, pelo ensinamento e competência profissional.

Aos técnicos Wellington Moço da Costa, Rafael da Silva Vivório e Jader Zacharias Freitas, pelo apoio a execução do projeto.

Aos colegas do LFIT, LMGV e do LEF, pelo companheirismo, amizade e incentivo, em especial ao Juarez Ogliari, Jatinder Singh, Juan Pablo, Robson, Juan Carlos e à minha amiga Pollyanna.

Aos professores e funcionários do CCTA, pelos valiosos serviços prestados, pelo convívio e amizade.

## SUMÁRIO

LISTA DE QUADROS	vii
LISTA DE TABELAS	viii
LISTA DE FIGURAS	ix
RESUMO	x
ABSTRACT	xi
1.0 – INTRODUÇÃO	01
2.0 - REVISÃO DE LITERATURA	04
2.1- Sistemas de cultivo orgânico	04
2.2 – Coberturas mortas no controle de Plantas daninhas	07
2.3 – Tratos culturais	10
2.3.1 – Manejo de plantas daninhas	10
2.3.2 _ Adubação orgânica	12
2.4 – Capim-limão (Botânica, produção de biomassa e óleo)	15
2.5 – Época e horário de colheita de plantas medicinais	18
2.6 – Método de Extração de óleos essenciais	19
3.0 – OBJETIVO GERAL	22
3.1 – Objetivos específicos	22
4.0 – MATERIAL E MÉTODOS	23
4.1 – Características locais	23
4.2 – Material vegetal	25
4.3 – Experimentos	25
4.3.1 – Cultivo orgânico de capim-limão	25
4.3.2 – Cultivo convencional de capim-limão	25
4.4 – Planejamento experimental	27
4.4.1 – Avaliação da produção do capim-limão	27
4.4.1.1 – Monitoramento do crescimento da cultura	27

4.4.1.2 – Determinação da biomassa do capim-limão	28
4.4.2 – Rendimento de óleo	28
4.4.3 - Incidência de plantas daninhas	29
4.4.4 - Agrupamento dos tratamentos para análise de contraste	30
5.0 – RESULTADOS	31
5.1 – Produção do capim-limão	31
5.1.1 – Crescimento da cultura	31
5.1.2 – Biomassa do capim-limão	32
5.2 – Rendimento do óleo essencial	33
5.3 – Incidências de plantas daninhas	34
6.0 – DISCUSSÃO	41
6.1 – Crescimento da cultura: altura e perfilho	41
6.2 – Determinação da biomassa do capim-limão	42
6.3 – Determinação do rendimento de óleo essencial	43
6.4 – Incidência de plantas daninhas	45
6.5 – Época de controle	46
7.0 – CONCLUSÕES	49
8.0 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50
9.0 – APÊNDICE	65

## LISTA DE QUADROS

### Quadro

- |    |  |    |
|----|--|----|
| 1- | Valores médios mensais de precipitação (Prec.), umidade relativa do ar (UR), temperaturas do ar (Tar), radiação solar (Rad) e evapotranspiração (Eto), ocorridas na região de Campos dos Goytacazes – RJ, no período de março a novembro de 2005 | 24 |
| 2- | Análise química do solo da área experimental em função do sistema de cultivo   | 24 |
| 3- | Grupos de tratamentos adotados nos experimentos.   | 28 |

## LISTA DE TABELAS

### Tabela

1-	Agrupamento dos tratamentos para análise de contraste	30
2-	Coeficiente de ortogonalidade dos contrastes	30
3-	Altura de planta (cm) e número de perfilhos (un.) por touceira de capim-limão nos cultivos orgânico e convencional	31
4-	Altura de planta (cm) e número de perfilhos (un.) de capim-limão em função dos tratamentos no cultivo orgânico e no convencional	32
5-	Produção de biomassa seca (g.parcela <sup>-1</sup> ) e produtividade (Kg.ha <sup>-1</sup> ) de capim-limão em cultivo orgânico e convencional	33
6-	Avaliação do teor de óleo essencial (Dag.kg <sup>-1</sup> ) e rendimento total de óleo essencial (Kg. ha <sup>-1</sup> ) de capim-limão em cultivo orgânico e convencional	33
7-	Relação de família, espécie e nome vulgar das plantas daninhas incidentes nos experimentos de cultivo orgânico e convencional	35
8-	Número total de espécies daninhas, número de espécies daninhas dicotiledôneas e monocotiledôneas incidentes nos experimentos de cultivo orgânico e convencional	36
9-	Equações de regressão do número total de plantas daninhas (NTPI) e número de plantas daninhas dicotiledôneas (NPD) e monocotiledôneas (NPM) observadas nos tratamentos (Trat.) em função das épocas de controle, seguido da comparação dos seus respectivos coeficientes de regressão ( $\beta$ ) em relação aos contrastes (Contr.) no cultivo convencional	40

## LISTA DE FIGURAS

### Figura

1-	Touceira de capim-limão ( <i>Cymbopogon citratus</i> D.C. Stapf), no campo	16
2-	Área de cultivo orgânico	26
3-	Área de cultivo convencional	26
4-	Equipamento hidrodestilador tipo Clevenger	29
5-	Teor de óleo essencial na amostra (Dag.kg-1) de folhas secas de capim-limão em cultivo orgânico e convencional	34
6-	Número de plantas daninhas em função das épocas de controle no cultivo orgânico ( $Y=97,48 - 15,90X$ ).	37
7-	Número de plantas daninhas em função das épocas de controle no cultivo convencional ( $Y=119,60 - 20,53X$ ).	37
8-	Número de plantas monocotiledôneas daninhas em função das épocas de controle no cultivo orgânico ( $Y=98,55 - 18,30X$ ).	37
9-	Número de plantas monocotiledôneas daninhas em função das épocas de controle no cultivo convencional ( $Y = 120,15 - 21,75X$ ).	38
10-	Número de plantas dicotiledôneas daninhas em função das épocas de controle no cultivo orgânico ( $Y= -1,07 + 2,39X$ ).	38
11-	Número de plantas dicotiledôneas daninhas em função das épocas de controle no cultivo convencional ( $Y= 0,54 + 1,40X$ ).	38

## RESUMO

SANTOS, A. de D. ; M. Sc.; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro; maio de 2006. Efeito de manejo orgânico e convencional sobre a produção e óleo essencial de capim-limão (*Cymbopogon citratus* (DC) Stapf). Professor orientador: Silvério de Paiva Freitas; Conselheiros: Glória Cristina da Silva Lemos, Geraldo Amaral Gravina.

A demanda crescente por produtos naturais estimula o consumo de plantas naturais e cultivo orgânico de plantas medicinais. O capim-limão (*Cymbopogon citratus* (D.C.) Stapf.) é uma espécie medicinal utilizada mundialmente pela indústria e pela população brasileira, cujas propriedades são atribuídas ao óleo essencial. Entretanto, poucas são as informações sobre práticas de seu cultivo. Este trabalho se propôs avaliar o efeito de práticas culturais sobre a produção do capim-limão em cultivo orgânico e convencional, sob delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x2x3 sendo cobertura morta (presença e ausência) e controle manual de plantas daninhas (roçada, capina e nenhum). Aos 180 dias após plantio, verificou-se que altura de planta, número de perfilhos e rendimento total de óleo essencial foram superiores no cultivo orgânico em relação ao convencional, não se verificando, contudo diferença para produção de biomassa. A incidência de plantas daninhas foi superior no cultivo convencional. No cultivo orgânico, com ou sem cobertura morta, o controle de plantas daninhas com capina ou roçada, favoreceu o rendimento total de óleo essencial, porém na ausência de cobertura, a capina foi mais importante do que a roçada. A incidência de plantas daninhas variou com a época de controle, predominando as espécies monocotiledôneas em ambos os cultivos.

## ABSTRACT

SANTOS, A. de D. ; M. Sc.; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro; maio de 2006. Effect of organic and conventional management on biomass and essential oil yield of lemon grass (*Cymbopogon citratus* (DC) Stapf). Adviser: Silvério de Paiva Freitas. Counselors: Gloria Cristina da Silva Lemos, Geraldo Amaral Gravina

The growing natural products consumer stimulates organic medicinal plant agriculture. The lemon grass (*Cymbopogon citratus* (D.C.) Stapf.) is the medicinal species used by Brazilian population and by industry around the world, because their essential oil properties. Otherwise, there is little information about your agricultural practices. This work aimed to evaluate the effect of agricultural practices on lemon grass production under organic and conventional cultivation. Two experiments were set at randomized complete design with four replications, in a factorial scheme 2x2x3, considering as treatments mulching (present and absent) and manual control of weed (skimming, hoeing and anything). The plant height, tillers number and total essential oil production, 180 days after cultivated, in the organic was bigger than in the conventional experiment, but there was no difference to biomass production between both. There was major occurrence of weed plant in the conventional experiment. At organic experiment, with or without mulching, the weed plant control with hoeing or skimming, was favorable to essential oil production, but without mulching, the hoeing was more important than skimmings. The weed plants occurrence ranged with their control period, and the monocotyledones species predominated in both experiments.

## 1. INTRODUÇÃO

O uso de plantas aromáticas e medicinais teve seu início em épocas remotas, quando, provavelmente, o homem primitivo percebeu que determinadas plantas traziam alívio aos seus males. Então, por tentativa e erro, durante milênios, nossos antepassados da pré-história descobriram os primeiros remédios (Teske & Trentini, 1995). A observação dos animais que, por instinto se alimentavam de ervas específicas para amenizar suas dores quando adoentados, também foi outra forma de observação sobre o poder medicinal das plantas. As plantas medicinais representam a mais antiga, e por séculos, a única fonte de compostos utilizados como medicinais.

Os óleos voláteis destacam-se pelas propriedades antibacterianas, analgésicas, sedativas, expectorantes, estimulantes e estomáquicas (Mattos, 1996). Segundo Bonner (1961), os óleos essenciais são líquidos voláteis dotados de aroma forte e quase sempre agradável, elaborados pelo metabolismo secundário de espécies vegetais aromáticas. Esses óleos são, em geral, produzidos por células glandulares especializadas encontradas nas folhas, e compõem-se basicamente de terpenos, sintetizados pela rota de ácido mevalônico conforme relata Simon (1993).

Segundo Siani et al. (2000), os óleos essenciais estão associados a várias funções necessárias à sobrevivência do vegetal em seu ecossistema, exercendo papel fundamental na defesa contra microrganismos, predadores e também na atração de insetos e outros agentes polinizadores.

O uso de óleos essenciais como agentes medicinais se deve a várias propriedades medicinais que lhes são atribuídas, sendo as principais: analgésica, antiinflamatória, antimicrobiana, cosmética (Craveiro et al., 1981; Viane et al.,

1998; Siani et al., 2000). São usados também para conferir aromas e odores especiais a produtos alimentícios e de perfumaria (Craveiro et al., 1981). Podem ser utilizados como repelente de insetos (Isman, 2000), onde grandes resultados vêm sendo obtidos, principalmente, contra o mosquito da dengue e de doença-de-chagas (Siani et al., 2000).

*Cymbopogon citratus* (DC) Stapf., conhecida nacionalmente como capim-cidreira, capim-limão (Lorenzi & Matos 2002), é uma espécie que produz óleo essencial rico em aldeído monoterpênico, o citral, com forte odor de limão, bastante empregado na indústria farmacêutica e perfumaria. Trata-se de uma planta amplamente cultivada em países de clima tropical e subtropical para fins medicinais e aromáticos, para fixação de taludes nas ferrovias e curvas de nível das lavouras. Na América do Sul, além do Brasil, é cultivada no norte da Argentina e no Paraguai, segundo Leal (1998).

Em decorrência do aumento da consciência ecológica dos povos em todo o mundo nos últimos tempos, é cada vez maior a tendência do consumo de produtos naturais, incluindo as plantas medicinais. Daí a importância do conhecimento científico das espécies vegetais, seu uso racional, até mesmo para sua exploração comercial segundo Chagas Júnior (1994).

Costa & Campanhola (1997) enfatizam a adoção de práticas alternativas e conservacionistas de produção agropecuária, pois além de atender aos anseios da sociedade por produtos que não degradem o ambiente em seu processo de obtenção, tende a se tornar o componente de competitividade no mercado, impulsionado pelas normas ISO – 14000, que tratam da gestão ambiental das atividades produtivas agrícolas.

A agricultura orgânica, que até recentemente não detinha maior importância política ou econômica, teve, nos últimos anos, reconhecimento oficial na Europa em razão da crescente demanda por produtos saudáveis, segundo Sylvander (1993), o qual enfatiza que os maiores obstáculos ao desenvolvimento desse mercado são os preços mais elevados e a baixa disponibilidade dos produtos orgânicos.

O cultivo orgânico das plantas medicinais é uma alternativa, tanto para preservá-las, quanto para garantir fornecimento em quantidade, qualidade e utilidade desejada. Porém, poucos fatos pertinentes têm, efetivamente, sido desvendados até o momento, demandando esforço multidisciplinar acerca da sua

dinâmica produtiva, considerando os fatores de produção como preparo do solo, clima, efeito de adubação mineral e orgânica, tratos culturais, colheita e secagem, principalmente nas condições do Brasil.

Desse modo, é importante a realização de trabalhos relacionados ao manejo, em especial orgânico, de plantas medicinais, a exemplo do capim-limão (*Cymbopogon citratus* (D.C.) Stapf), pois existem poucas informações relativas ao efeito de práticas culturais sobre a produção de biomassa e de óleo essencial dessa espécie.

## 2. Revisão de Literatura

### 2.1 Sistemas de cultivo orgânico

A agricultura é uma prática milenar, que passou por várias transformações sempre voltadas a assegurar o suprimento de alimentos aos habitantes deste planeta. Entre o final do século XIX e o início do século XX, uma série de avanços científicos e tecnológicos, como a descoberta dos fertilizantes químicos, o melhoramento genético e os motores a combustão interna, induziram ao progressivo abandono dos sistemas agrícolas rotacionais e a separação das produções animal e vegetal. Consolidou-se o padrão produtivo, hoje denominado, agricultura “convencional”, que se intensificou após a Segunda Guerra Mundial, culminando na década de 70, com a chamada Revolução Verde (Ehlers, 1996).

As operações agrícolas envolvidas em um sistema de cultivo, desde os mais remotos tempos, têm sido realizadas com a finalidade de oferecer melhores condições às sementes, que ao serem depositadas no solo, serão favorecidas pelas condições de desenvolvimento da cultura a ser implantada.

Um sistema de cultivo pode ser definido como um conjunto de operações agrícolas visando à manipulação física, química e biológica do solo, com o objetivo de otimizar as condições para a germinação das sementes, a emergência das plântulas, bem como o estabelecimento e desenvolvimento das plantas cultivadas.

Apesar de os sistemas de cultivo propiciarem condições favoráveis ao crescimento e produção das plantas cultivadas, a mobilização intensiva do solo e o movimento de veículos e máquinas, geralmente pesados, durante a instalação da cultura, têm contribuído para a formação de camadas compactadas do solo, que se torna um fator negativo à produtividade agrícola (Lanças, 1998). Silveira

(1988) afirma que em muitas regiões, é necessário substituir os sistemas de cultivo com excessiva manipulação mecânica do solo por sistemas que visem um mínimo de mobilização e que propiciem o máximo de resíduos vegetais na superfície do solo, garantindo melhor infiltração e retenção de água, melhor estruturação do solo, porosidade, conteúdo e distribuição de matéria orgânica.

Durante a última década, a conscientização da sociedade quanto às relações da agricultura com ambiente, os recursos naturais e a qualidade dos alimentos cresceu substancialmente. Existe interesse entre os agricultores por sistemas de produção alternativos que aumentem a rentabilidade, reduzam as possibilidades de degradação ambiental e melhorem a qualidade de vida no meio rural, além de preservar a capacidade produtiva do solo a longo prazo (Ehlers, 1996).

O cultivo do solo sem o emprego de práticas que levem a favorecer a conservação do solo e a manutenção de sua fertilidade poderá causar queda de produtividade, com reflexo no aumento do custo de produção e na diminuição dos lucros (Primavesi, 1988). Preocupação crescente em relação à qualidade do solo tem sido característica das últimas décadas, devido a problemas associados à poluição ambiental, erosão, queimadas, salinização e desertificação (Sanders, 1992). Principalmente nos trópicos, onde as condições são favoráveis à ocorrência desses fenômenos, acarretando decréscimo no conteúdo de matéria orgânica do solo (Mello & Brasil Sobrinho, 1960), torna-se necessário o emprego constante de práticas conservacionistas. Segundo Lopes (1994), destacam-se os seguintes benefícios relacionados à incorporação de matéria orgânica ao solo: elevação da capacidade de troca de cátions (CTC); retenção de água, redução da toxicidade de agrotóxicos; melhoria da estrutura e favorecimento do controle biológico, pela população microbiana antagonista.

Ressalta-se, portanto, que os solos cultivados e desgastados serão, obrigatoriamente, os mesmos a serem utilizados pelas gerações futuras. Assim, a preservação do potencial produtivo do solo deixa de ser um problema meramente técnico, para assumir importante papel no contexto social e econômico (Bertoni & Lombardi Neto, 1990). O aumento da produtividade possibilita a diminuição da área cultivada. Isso permite a exploração de áreas mais próprias para o cultivo, que associada à diminuição dos efeitos prejudiciais da erosão e de menores

quantidades de fertilizantes químicos e agrotóxicos, favorecerão o equilíbrio do ambiente agrícola (Monegat, 1991).

O manejo orgânico do solo visa priorizar a reciclagem da biomassa por meio da preservação dos restos de cultura, pela compostagem orgânica, pela prática de cobertura morta, pela adubação verde, pela rotação de culturas e por outras práticas que favoreçam a reciclagem de nutrientes (Souza, 1998).

A adoção de sistemas de manejo que mantenham a proteção de solo e o contínuo aporte de resíduos orgânicos é fundamental para a manutenção de sua agregação. Os sistemas de adubação verde, em sucessão à cultura principal, protegem o solo do impacto direto das gotas de chuva na entressafra e evitam variações bruscas no teor de umidade do solo.

A maior estabilidade de agregados do solo promovida pelo plantio direto, quando comparado ao manejo convencional, detectada por Abraão et al. (1979) e por Carpenedo & Mielniczuk (1990), ajuda a esclarecer que a melhor estrutura do solo pode ser proporcionada por técnicas de preparo do solo, caracterizadas por uma intervenção reduzida.

Dentre as diferentes formas de suprimentos de matéria orgânica ao solo, uma das mais efetivas é aquela em que há menores custos operacionais, e que irá adicionar, ao longo dos anos, consideráveis quantidades de carbono orgânico. Neste sentido, o emprego de plantas para adubação verde torna-se uma prática fundamental e indispensável ao manejo dos solos agrícolas (Calegari et al., 1993).

A matéria orgânica fornecida pelos adubos verdes favorece a atividade dos organismos do solo (Kirchner et al., 1993; Filzer, 1995), já que seus resíduos servem como fonte de energia e nutrientes. Por sua vez, a maior atividade biológica intensifica a reciclagem de nutrientes, o que permite, inclusive, um melhor aproveitamento dos fertilizantes aplicados (Pankhurst & Lynch, 1994).

Segundo Corak et al. (1991), avaliando a influência de leguminosas em cobertura sobre o armazenamento de água no solo e sobre a produção de milho em plantio direto, evidenciaram que o principal benefício do adubo verde relacionou-se ao suprimento de nitrogênio.

Na literatura científica, o termo “biofertilizante” aparece relacionado ao uso de microrganismos (bactérias e fungos), tanto em meios de cultivos artificiais como em sistemas naturais onde eles se encontram e se reproduzem, tais como

fermentados aeróbios ou anaeróbios; produtos de compostagem (especialmente o vermicomposto) de materiais orgânicos, entre outros, com o objetivo de diminuir os insumos de adubos minerais, minimizar os efeitos degenerativos das práticas agrícolas e tentar alternativas em consonância com a preservação dos ecossistemas destinados à agricultura.

Estudos realizados por Magalhães et al. (1994) mostraram resultados financeiros favoráveis relativos à maioria dos principais produtos agrícolas, através de sistemas de produção alternativos, sendo comercializados normalmente a preços competitivos. A priorização do uso de recursos locais, além de atenuar os efeitos adversos da agricultura sobre o meio ambiente e a saúde humana, diminui os custos de produção e, em alguns casos até aumentam os rendimentos e a produtividade das lavouras e das criações, mantendo inclusive a boa aparência dos produtos.

## **2.2 Coberturas mortas no controle de plantas daninhas**

As plantas daninhas são um dos maiores problemas da agricultura tropical e uma das maiores causas de perdas na produção agrícola em todo o mundo. Além da redução da produção, as plantas daninhas reduzem a qualidade, aumentam os custos de produção, servem como hospedeiras de pragas e doenças e, ainda, podem apresentar efeito alelopático sobre a cultura (Keekey e Thullen, 1989; Kirkland, 1993).

A intensidade de competição das plantas daninhas com a cultura pode ser quantificada, em termos gerais, pela redução percentual da produção econômica de uma determinada cultura. Consideram-se cem por cento da produção da cultura quando esta é mantida no limpo, durante todo o ciclo, por meio de capinas manuais (Gelmini, 1988) ou prática equivalente.

Queiroga et al. (1998) estudaram a utilização de diferentes materiais como cobertura morta do solo no cultivo de pimentão e verificaram que os pesos das biomassas fresca e seca de plantas daninhas ( $T \cdot ha^{-1}$ ) sob a cobertura com vagem de caupi (35,67; 7,02) e testemunha (37,21; 7,05) foram maiores do que os observados nos tratamentos com palha de carnaúba (11,18; 2,52) e palha de

milho (12,81; 2,74), cujos primeiros corresponderam aos melhores controles de plantas daninhas.

Silva et al. (2003) estudaram a utilização da palha da cana-de-açúcar como cobertura morta e teve como objetivo avaliar a emergência de plantas de tiririca (*Cyperus rotundus*) sob diferentes quantidades de palha de cana-de-açúcar posicionadas na superfície do solo. Foram testadas quantidades de palha equivalentes a 0, 2, 4, 8, 16 e 20 T.ha<sup>-1</sup>, das variedades de cana RB 82-5336 e SP 79-2233. Observou-se que a testemunha sem palha foi a que apresentou maior quantidade de plantas emersas. Os tratamentos com 2, 4 e 8 T.ha<sup>-1</sup> apresentaram comportamento semelhante ao da testemunha a partir dos 46 dias após o plantio.

Os tratamentos com 16 e 20 T.ha<sup>-1</sup> de palha proporcionaram, durante todo o período experimental, menor quantidade de plantas emersas; contudo, em relação à biomassa seca da parte aérea, o tratamento com 20 T.ha<sup>-1</sup> comportou-se de forma semelhante à da testemunha. Não houve efeito das quantidades de palha testadas sobre o número de tubérculos produzidos. Os efeitos resultantes da palhada dos diferentes cultivares de cana-de-açúcar foram semelhantes.

A cobertura morta constituída por resíduos da vegetação local desempenha papel importante no sucesso do sistema, pois serve como camada isolante, protegendo o solo das amplitudes térmicas diurnas, reduz a evaporação, mantendo os terrenos úmidos mesmo durante longos períodos de estiagem, enriquece as terras em matéria orgânica e proporciona ambiente favorável ao desenvolvimento das populações da fauna do solo. Mas, além dessas vantagens, a cobertura morta funciona ainda como um valioso elemento no controle de ervas. Um terreno com cobertura uniforme e espessa de resíduos apresenta infestação bastante inferior aquela que se desenvolveria no terreno sem vegetação. As sementes silvestres que se encontram debaixo da camada de palha não germinam, até que, decompondo-se esta, restabeleçam-se as condições requeridas para quebra da dormência dessas sementes (IAPAR, 1981).

A cobertura do solo por resíduos de culturas atua significativamente no regime térmico do solo, principalmente, pela reflexão e absorção de energia incidente, que se relaciona à cor, ao tipo, à quantidade e à distribuição da palha da vegetação anterior (Salton & Mielniczuk, 1995). A cobertura do solo, obtida por plantas em desenvolvimento é tão efetiva quanto à cobertura morta quando a

atenuação térmica do solo. Atua através do sombreamento, que reduz a incidência de radiação que atinge o solo, assim como pela formação de um colchão de ar, que possui baixa condutividade térmica, retardando o aquecimento do solo. A utilização de cobertura viva ou morta, como prática de manejo do solo, é uma prática simples e viável, que pode mudar a situação dos solos degradados e de sistemas ecologicamente danificados para condições de melhores níveis de fertilidade (Sideras & Pavan, 1985; Monegat, 1991), permitindo a formação de ambiente mais estável de produção (Primavesi, 1988; Calegari et al., 1993). Os resíduos deixados em cobertura protegem o solo contra o impacto direto das gotas de chuva, principalmente as de maior intensidade, que atuam no fracionamento dos agregados do solo formando crostas superficiais de baixa permeabilidade. Isso favorece o escoamento superficial, levando por sua vez, a erosão hídrica do solo (Mielniczuk & Schneider, 1984).

Balbinot Júnior et al. (2002) realizaram estudo sobre a palha de ervilhaca em cobertura morta do solo, avaliaram emergência, crescimento de plantas daninhas e produtividade do milho submetido à competição interespecífica na presença (4,7 T.ha<sup>-1</sup> e 9,4 T.ha<sup>-1</sup>) e ausência de ervilhaca sobre o solo. Houve menor emergência e crescimento de plantas daninhas e maior produtividade do milho no tratamento com 9.4 T.ha<sup>-1</sup> de palha em relação aos demais tratamentos.

Leal & Hidalgo (1990) realizaram experimentos com cobertura morta (grama seca) na produção de batata, utilizando cinco cultivares de batata inglesa distribuídos em quatro repetições no delineamento em blocos ao acaso. A capacidade produtiva dos cultivares foi avaliada por análise conjunta das produções, sob condições de cobertura morta e o sistema tradicional sem cobertura. Os cultivares Radosa (15.381 Kg.ha<sup>-1</sup>) e Achat (14.571 Kg.ha<sup>-1</sup>) lideraram as produtividades, sem diferirem de Bintje (12.667 Kg.ha<sup>-1</sup>) e Mantiqueira (9.048 Kg.ha<sup>-1</sup>), diferindo, todavia, de Aracy (4.571 Kg.ha<sup>-1</sup>). A análise da influência da cobertura morta indicou que essa prática possibilitou produtividade média de 12.429 Kg.ha<sup>-1</sup>, enquanto que no sistema tradicional a média foi de 10.143 Kg.ha<sup>-1</sup>.

## 2.3 Tratos Culturais

### 2.3.1 Manejo de plantas daninhas

A visão holística integrada de um sistema envolve a combinação de práticas culturais ou biológicas tais como: a) o uso de produtos químicos ou práticas mecânicas no manejo de culturas destinadas à adubação verde, para a manutenção dos resíduos culturais na superfície do solo; b) a combinação de espécies com exigência nutricional, produção de fitomassa e sistema radicular diferenciados visando constituir uma rotação de cultura; c) a adoção de métodos integrados de controles de plantas daninhas, com utilização de cobertura morta, herbicidas específicos e o não revolvimento do solo, exceto nos sulcos de semeaduras (Sá, 1998).

A adubação verde é uma prática agrícola conhecida desde a antiguidade e pode ser entendida como a utilização de material vegetal não decomposto, produzindo ou não no local. A utilização dessa técnica é indispensável no sistema de plantio direto e propicia alterações desejáveis no solo, melhorando as propriedades físicas, químicas e biológicas deste e proporcionando à cultura subsequente benefícios que geralmente se refletem em ganhos de produtividade. Esta prática também beneficia o manejo de plantas daninhas, pois, dificulta a manutenção de suas populações em determinada área (Walker & Buchanan, 1982; Primavesi, 1986).

Assim, a fitomassa produzida pela adubação tem influência direta na supressão de plantas daninhas nos agroecossistemas, pois existe correlação linear entre a quantidade desta fitomassa e a efetiva redução da infestação por plantas daninhas, bem como diferentes espécies de adubos verdes modificam a composição da população das plantas daninhas na área (Rodrigues & Almeida, 1985; Severino & Christoffoleti, 2001). Também a cobertura morta altera as características físicas, químicas e biológicas do solo, modificando a constituição qualitativa e quantitativa do complexo florístico que se desenvolve nesse local, interferindo no processo de quebra de dormência das sementes e, devido à sua ação alelopática, na germinação e no desenvolvimento das plântulas (Almeida, 1991).

A alelopatia é a introdução no ambiente de substâncias químicas elaboradas por algumas espécies da comunidade e que afetam o comportamento de outras. Os compostos químicos responsáveis pela alelopatia são denominados aleloquímicos. São elaborados pelas células com finalidades específicas, e uma única planta pode produzir centenas deles. Cada espécie produz um conjunto diferente de aleloquímicos, com ação diferenciada sobre os componentes da comunidade de plantas onde está inserida, de acordo com Molish (1937); Swain (1977); Putnam & Duke (1974), citados por Severino & Christoffoleti (2001).

Deste modo, o sistema de plantio direto quando praticado seguindo o conceito holístico, assim, empregando adubação verde e a rotação de culturas pode promover normalmente outros benefícios, além dos já citados, como uma ferramenta valiosa no sistema de manejo integrado de plantas daninhas.

O plantio direto pode alterar a população de plantas daninhas, a dinâmica do banco de sementes do solo e a eficiência de herbicidas aplicados em pré-emergência, devido à cobertura do solo com resíduos vegetais. A presença de palhada na superfície do solo antes do plantio também pode modificar as condições para a germinação de sementes e emergência das plântulas, em razão do efeito físico de cobertura e da liberação de substâncias, alelopáticas. Desse modo, Jakelaitis et al. (2003) verificaram que aos 20 dias antes da emergência e da aplicação dos herbicidas nas culturas do milho e feijão, a densidade e a importância relativa das espécies dicotiledôneas no plantio direto foi maior. No plantio convencional constataram maior densidade, dominância e importância relativa de *Cyperus rotundus*. Após a aplicação dos herbicidas seletivos, *Cyperus rotundus* foi a espécie de maior importância relativa em todos os sistemas estudados. Tanto para grãos como para silagem do milho, *Cyperus rotundus* teve sua população reduzida no plantio direto, quando comparado com o convencional.

Diferentes sistemas de manejo do solo condicionam as sementes a microambientes do solo, devido a alterações em suas propriedades físico-químicas e nas condições da superfície do solo. Essas mudanças podem influenciar a germinação e o estabelecimento de plantas daninhas, por causa da criação de condições variáveis de umidade e aeração. Também a distribuição das sementes no perfil do solo pode ser alterada, causando modificações na dinâmica populacional das plantas daninhas. O preparo convencional do solo incorpora as sementes de modo mais uniforme no perfil trabalhado, proporcionando a

distribuição horizontal e vertical de sementes das plantas daninhas. Essa distribuição das sementes no perfil do solo é influenciada pela frequência de preparo, dando origem a persistentes bancos de sementes no solo, conforme afirmam Lindquist & Maxwell (1991) e Guersa & Martinez – Guersa (2000), citados por Jakelaitis et al. (2003).

Um manejo adequado de plantas em uma lavoura envolve o levantamento das plantas presentes, identificando entre as espécies que ocorrem na área, aquelas que têm maior importância, levando-se em consideração os parâmetros de frequência, densidade e dominância. Após esta fase pode-se tomar decisões quanto ao melhor manejo a ser adotado. Seja pelo manejo com métodos culturais, mecânicos, físicos, biológicos, químicos com o uso de herbicidas ou manejo integrado de plantas daninhas (Deuber, 1997).

O controle mecânico consiste no uso de práticas de eliminação de plantas daninhas por meio de efeito físico-mecânico (Lorenzi, 2000), seja por tração humana, animal ou tratorizada. Quando realizado pelo homem pode ser o arranquio, a capina e a roçada manual. De acordo com Lorenzi (2000) a cobertura do solo com restos vegetais (aquela originada das roçadas) em camadas espessas é, também, um meio físico-mecânico de controle de plantas daninhas, uma vez que o aumento da temperatura resultante estimula a germinação das sementes de plantas daninhas, que são posteriormente destruídas, devido à impossibilidade de emergência.

### **2.3.2 Adubação orgânica**

A matéria orgânica, formada a partir de resíduos vegetais e animais em estádios variados de decomposição, da biomassa microbiana das raízes e da fração mais estável, denominada húmus (Camargo et al., 1999), exerce importantes efeitos benéficos sobre as propriedades do solo, contribuindo substancialmente para o crescimento e desenvolvimento das plantas.

A matéria orgânica do solo representa um dos reservatórios de carbono na superfície terrestre. Segundo Haigh (2000), os principais fatores que afetam os níveis de matéria orgânica do solo são o tipo de mineral original, o tempo, o clima, a topografia, a vegetação e a atividade humana no uso das terras.

Lopes & Guilherme (1990) descrevem os efeitos do adubo orgânico sobre promotores de crescimento das plantas garantindo produtividade semelhante ou maior do que a obtida com os adubos minerais. Este fato foi observado por vários autores como Haworth & Cleaver (1967), que utilizaram fontes orgânicas e minerais na adubação da cultura da alface. Blanc et al. (1983), ao cultivarem alface com o adubo orgânico (esterco de bovino) e adubos minerais com níveis equivalentes de nutrientes; Rodrigues (1990), ao avaliar os efeitos das adubações orgânica e mineral sobre o acúmulo de nutrientes e sobre o crescimento de alface.

Stevenson et al. (1999) observaram que as substâncias húmicas representam o compartimento mais estável dentre todos os componentes da matéria orgânica do solo e desempenham um importante papel na qualidade dos sistemas agrícolas, pois interferem na disponibilidade de elementos nutrientes para plantas. São fontes de energia para os microrganismos do solo, influenciam de maneira decisiva as condições físicas, químicas e físico-químicas do solo e exercem efeitos diretos sobre o desenvolvimento das culturas.

No cultivo com plantas medicinais, a opção pela utilização de adubo orgânico e de cultivo mínimo é promissora, tanto para Corrêa Júnior et al. (1991) quanto para Mattos (1989), cujo último acrescenta a estas técnicas as práticas de agricultura alternativa (biológica, biodinâmica, natural e outras.) por possibilitarem o desenvolvimento de plantas mais resistentes a pragas e doenças e pela não utilização de agrotóxicos que neste caso podem comprometer a composição química da planta contaminando ou mesmo invalidando seu uso medicinal.

Scheffer (1991) trabalhou com matéria orgânica no cultivo da espécie *Achillea millefolium* L (mil folha), verificando que houve aumento na biomassa e no rendimento de óleo essencial nesta espécie em função da dose de matéria orgânica utilizada.

Estudo realizado por Blanco (1994) demonstrou que, de modo geral, praticamente todas as características de biomassa (altura de planta, número de folhas, área foliar e peso de matérias fresca e seca das folhas) em *Plantago major* L. (tanchagem) foram afetados significativamente pelos tratamentos com adubação (composto orgânico; composto orgânico + 4-14-8; esterco bovino; esterco bovino + 4-14-8).

Espíndola et al. (2002), estudando o efeito da adubação orgânica em capim-limão (*Cymbopogon citratus* (D.C.) Stapf) sobre a produção e o teor de óleo essencial dessa espécie, observaram que a adubação com esterco bovino favoreceu aumentos na produção do capim-limão durante a época chuvosa. Além disso, a espécie mostrou comportamento diferenciado para peso da matéria seca da planta, teor de óleo essencial e quantidade de óleo essencial acumulado, de acordo com as condições climáticas existentes no período chuvoso no segundo corte.

Como característica física do solo alterada pela matéria orgânica, a agregação (Bayer & Mielniczuk, 1999) contribui e na diminuição de sua densidade e aumento da capacidade de armazenamento de água. A formação dos agregados é atribuída principalmente às forças envolvidas na alternância do umedecimento e secagem, além da compressão pelas raízes. Após a aproximação das partículas minerais, a matéria orgânica apresenta importância fundamental como um dos fatores determinantes da estabilização dos agregados.

Do ponto de vista agrícola, a estrutura do solo é um dos atributos mais importantes, pois está relacionada à disponibilidade de ar e água às raízes das plantas, ao suprimento de nutrientes, à resistência mecânica do solo à penetração e ao desenvolvimento do sistema radicular (Bayer et al., 1972), existindo, portanto, estreita relação entre as condições físicas do solo e o desenvolvimento das plantas. Solos com baixo grau de agregação e compactados, geralmente apresentam valores reduzidos de porosidade, dificultando a penetração das raízes e a difusão de oxigênio.

Em condições de campo, a influência da matéria orgânica na agregação do solo é um processo dinâmico. À medida que se adiciona material orgânico ao solo, a atividade microbiana é intensificada, resultando em produtos que agem na formação e estabilização (agentes cimentantes) dos agregados. Os efeitos benéficos são os resultados da atividade conjunta da fauna e da vegetação. Contudo a influência do sistema de cultivo sobre a agregação é reflexo dos efeitos combinados dos diversos agentes físicos, químicos e biológicos (Campos et al., 1995).

Maiores produtividades de óleo essencial com base na biomassa fresca e seca de *Cymbopogon citratus* (D.C.) Stapf. foram detectados nos tratamentos adubação orgânica + adubação química e adubação orgânica (Lunkes et al.,

1999), sendo verificado que apenas a adubação orgânica já foi suficiente para obter altas produtividades.

Segundo Armond et al. (2000), estudando a produção de óleos essenciais da *Calendula officinalis* L. (calêndula) cultivada em vários materiais orgânicos, verificaram que as plantas desenvolveram-se bem em qualquer tipo de solo, desde que rico em matéria orgânica. As plantas cultivadas com húmus de minhoca, compostos com preparo biodinâmico e o composto acrescido com farinha de osso apresentaram maior desenvolvimento. As flores alaranjadas apresentaram maior teor de óleo essencial, independente do tratamento.

Oliveira et al. (2002), estudando o efeito da adubação mineral e orgânica sobre a produção de biomassa e óleo essencial de capim-limão (*Cymbopogon citratus* (DC) Stapf), realizaram o primeiro corte das plantas a 20 cm da superfície do solo, aos seis meses, para avaliação da produtividade de biomassa fresca, matéria seca e produção de óleo essencial. Os tratamentos utilizados foram: adubo orgânico ( $2 \text{ Kg.cova}^{-1}$ ), adubo químico (N P K 4-14-8) com  $37 \text{ g.cova}^{-1}$ , adubo químico + orgânico e a testemunha (sem adubo). As melhores produções foram obtidas nos tratamentos adubação orgânica + química e adubação orgânica, verificando-se que somente a adubação orgânica foi suficiente para obter altas produtividades sem a necessidade da adubação química.

## 2.4 Capim-Limão

O gênero *Cymbopogon* pertence à família Poaceae/Gramineae e reúne 85 espécies (Abegaz & Yohannes, 1983; Lorenzi & Matos, 2002). *Cymbopogon citratus* (Figura 1) é uma espécie originária da Índia (Silva Júnior et al., 1995), bastante encontrada em países tropicais e subtropicais (Kasumov & Babaev, 1983). Prefere climas quentes e úmidos, com chuvas bem distribuídas e temperatura média elevada. Não resiste a regiões frias, sujeitas a geadas. É cultivado a pleno sol, vegetando em qualquer solo, desde de que bem drenado e fértil (Corrêa Júnior et al., 1994).

É uma planta perene, acaule, cespitosa de folhas longas, estreitas, agudas, ásperas e aromáticas, com nervura central grossa e acanelada, cujas touceiras atingem até 1,2 m de altura, com rizoma semi-subterrâneo (Martins et

al., 1995). O sistema radicular é superficial e fraco, exigindo chuvas freqüentes, embora a posição vertical, pilosidade e cerosidade das folhas diminuam as perdas de água. A propagação desta espécie pode se dar por sementes com posterior transplante, como ocorre na Índia, local onde floresce durante os meses de novembro e dezembro. No Brasil, a sua propagação é vegetativa, dando-se por meio da divisão de touceiras nos meses de setembro a janeiro (Martins et al., 1995).



Figura 1 – Touceira de capim-limão (*Cymbopogon citratus*) no campo

A cultura do capim-limão é mundialmente estudada, porém no Brasil, pouco é conhecido sobre o seu manejo agrônômico, principalmente no que se refere a tratos culturais, época, horário de colheita e tratamento pós-colheita.

Datta (1982) recomenda que em plantios comerciais das espécies *C. winterianus* e *C. nardus* (citronela) sejam utilizados espaçamentos de 1m entre plantas e 0,5m entre linhas. A cultura prefere solos arenosos, ricos em matéria orgânica, no entanto, não tolera solos argilosos devido ao fácil encharcamento. Com relação ao pH, a planta desenvolve-se satisfatoriamente numa faixa que varia entre 5,0 a 6,5. A época ideal de plantio é o fim da estação chuvosa, onde o solo possui uma boa umidade, sem o risco das fortes chuvas que são prejudiciais ao pegamento e crescimento das mudas. Em caso de cultura de sequeiro é recomendada a irrigação nos primeiros dias após o plantio com freqüências de 5 a 7 dias. O mesmo autor recomenda ainda a proteção do solo com cobertura morta. Quando o solo é muito lavrado, Datta (1982) recomenda uma aplicação de

62 Kg de  $P_2O_5$  e 50 Kg de  $K_2O$  por hectare no momento do plantio, além de 125 Kg de N distribuídos durante o ciclo da planta. O mesmo autor ainda observou que a aplicação foliar de uréia a 1% foi bastante eficiente. Quando necessário recomenda-se aplicação de pequenas doses de fósforo e potássio em cobertura. Após cada colheita recomenda-se aplicação das mesmas quantidades de fertilizantes que foram aplicados no plantio. Com dose de 185 Kg de  $N.ha^{-1}$ , Bhan et al. (1999) relacionaram o espaçamento com diferentes doses de N e encontraram melhores resultados na produção de biomassa seca no espaçamento 60 x 30 cm e doses de N superiores a 100  $Kg.ha^{-1}$ . Também Blank et al. (2003), estudando a influência de espaçamento, doses de biofertilizante e colheitas na produção de biomassa de capim-limão, obtiveram maior produção de matéria seca por touceira quando cultivado em espaçamento 60 x 30 cm.

Nos primeiros 12 a 15 meses, a produtividade média varia de 50 a 60  $T.ha^{-1}$  de matéria fresca, chegando de 80 a 85  $t.ha^{-1}$  até o terceiro ano, quando então a produtividade começa a cair, com um declínio médio de 25% já no quarto ano. O rendimento de óleo é de 0,28 a 0,50% da massa fresca. Recomenda-se a colheita do capim-limão no horário das 08:00 às 10:00 h da manhã, quando se observa uma maior concentração de citral, pois as altas temperaturas influenciam na qualidade do óleo (Singh et al., 1982). Por outro lado, Leal (1998) verificou que plantas de capim-limão, colhidas em experimento de campo, em junho, quando houve aumento significativo do teor de óleo entre as 16 e 20 horas, indicando que estes horários seriam recomendados para a colheita das folhas neste período. Isto leva a crer que, em alguns casos, as alterações climáticas diárias verificadas em determinados momentos do ano são suficientes para alterar o metabolismo secundário de plantas.

O primeiro corte após o plantio é recomendado no sexto mês. A frequência de corte deve ser de três ao ano, com produtividade média anual de 80 a 120  $Kg.ha^{-1}$  de óleo essencial, segundo dados do Instituto Agrônomo de Campinas. De acordo com Choudhury & Ghosh (1995), altura de corte de 30 cm foi a recomendada por produzir o mais alto valor de matéria seca e rendimento de óleo essencial de capim-citronela (*Cymbopogon winterianus*). Choudhury (1994) recomenda, como a melhor altura de corte, 20 cm, em razão do rendimento em óleo essencial na espécie *Cymbopogon flexuosus*. Leal (1998) descreve a altura de corte de 20 cm em plantios comerciais da espécie (*Cymbopogon citratus*) em

sistema de colheita mecanizada. Esta colheita é feita com segadeira de dentes acoplada lateralmente ao trator. Para que não ocorra embuchamento, a velocidade de corte não deve ser muito lenta (Calheiros et al.,1995). Não são descritas podas de renovação, devido ao fato de a planta ter dois a três cortes por ano.

## 2.5 Época e horário de colheita

O primeiro aspecto a ser observado na produção de plantas medicinais, além da condução das plantas é, sem dúvida, a colheita no momento certo. As espécies medicinais, no que se refere à produção de substâncias com atividade terapêutica, apresentam alta variabilidade em concentrações dessas substâncias. O ponto de colheita varia de acordo com o órgão da planta, o estágio de desenvolvimento, a época do ano e a hora do dia. No entanto, ainda há certo empirismo no que se refere à determinação do melhor momento para que se possa efetuar a colheita de plantas medicinais e aromáticas. Deve-se salientar que a colheita das plantas em determinado ponto tem como objetivo a obtenção do máximo teor de princípio ativo (Martins et al., 1995).

Neste contexto, Macrae & Towers (1984) constataram teor de cumarina cerca de duas vezes maior em folhas maduras comparado ao de folhas jovens de *Justicia pectoralis* Jacq. var. *Stienothylla* Leon (*chambá*).

Pereira (1997) recomenda que se faça a colheita de *Mikania glomerata* (guaco) na região de Ribeirão Preto no mês de janeiro, uma vez que neste período o teor de cumarina nesta planta é elevado. Nesta época também é intensa a emissão de folhas, as quais sintetizam quantidades significativas de cumarina.

Santos et al. (2000) concluíram, em trabalho realizado com *Ocimum basilicum* (manjeriçã) na região de Recife, que épocas e horários diferentes de colheita influenciaram no teor de óleo essencial. Plantas colhidas em janeiro, às 8:00 h, apresentaram maior teor de óleo. Para *Lippia alba* (Mill) N. E. Brown. (erva cidreira brasileira), Ventrella & Ming (2000) observaram que a melhor época de colheita é em janeiro, quando a produção de matéria seca foliar e a produção de óleo essencial foram máximas no cultivo a pleno sol.

Após a colheita e avaliação da área foliar, matéria fresca e seca da parte aérea e altura das plantas de *Calendula officinalis* L. (calêndula) em Dourados -

MS, Scalon et al. (2001) observaram que houve aumento linear destas características, sendo os valores máximos atingidos aos 80 dias após o transplante das mudas para o campo.

Leal (1998) relata que clones de *Cymbopogon citratus* (capim-limão) provenientes de planta colhida no Estado do Espírito Santo apresentam o dobro do rendimento de óleo essencial, em comparação aos clones de planta originária do Estado do Rio de Janeiro, quando cultivados sob as mesmas condições. As plantas desta espécie responderam efetivamente as influências estacionais, sendo que, nas condições onde foram desenvolvidos os trabalhos nos clones plantados em junho e colhidos no mês de outubro, o teor de óleo essencial das folhas de capim-limão foi significativamente superior ao de outras épocas avaliadas. A menor produção de óleo deu-se nos clones plantados em outubro, colhidos no mês de junho.

Martins (1996), avaliando os efeitos dos diferentes horários de colheita sobre o conteúdo de óleo essencial de *Ocimum selloi* na região de Vicososa - MG, verificou que o mesmo foi significativamente maior pela manhã, não havendo variação no teor de estragol (principal componente) entre os horários estudados.

Em termos práticos, conforme o que ficou evidenciado, a colheita das folhas de capim-limão visando à extração do óleo essencial poderia ser feita em qualquer momento do dia, nas épocas mais quentes do ano, ao passo que os horários preferenciais para a colheita estariam entre 16 e 20 horas na estação fria, devido ao maior rendimento apresentado.

## **2.6 Métodos de extração de óleos essenciais**

Conforme o método empregado para a extração de óleo essencial, suas características químicas poderão ser totalmente alteradas, alterando também seus efeitos terapêuticos. Um exemplo seria o teor de esclareol no óleo de Amaro (*Salvia esclareia*), extraído a baixas ou altas temperaturas ou ainda do óleo de bergamota (*Equisetum arvense*) que perde bergapteno (furanocumarina que causa manchas de pele) se destilado e não extraído por prensagem a frio das cascas. Métodos mais rápidos de extração podem ser o fator para baratear o

produto, mas conforme o óleo, isso poderá alterar drasticamente suas qualidades terapêuticas.

Destilação a vapor é o método primário para extrair o óleo essencial de plantas para produtos comerciais. A vantagem sobre os métodos de extração envolvendo solvente é a ausência de não voláteis na extração, tais como clorofila e ácidos gordurosos, o que significa não ser necessário nenhum procedimento para melhorar a extração, o que poderia levar à perda do produto (Schaneberg & Khan, 2002).

Os óleos essenciais podem também ser extraídos por outros métodos que utilizam menos material da planta e tempos de extração mais curtos, tais como extração sônica com solvente (hexanos, diclorometano, acetona e metanol), extração supercrítica com fluido (modificador de diclorometano e hexanos a 10%) e extração acelerada com solvente (ASE) segundo Schaneberg & Khan (2002).

A destilação a vapor é feita em hidroddestilador, onde são colocadas partes frescas ou secas da planta. Saindo de uma caldeira, o vapor circula através das partes da planta forçando a quebra das frágeis bolsas intercelulares que se abrem e liberam o óleo essencial. À medida que este processo acontece, as moléculas sensíveis de óleos essenciais evaporam junto com o vapor da água deslocando através de um tubo no alto do destilador, onde logo em seguida passam por um processo de resfriamento em uma serpentina e se condensam junto com a água. Forma-se então, na parte superior desta mesma água obtida, uma camada de óleo essencial que é separado por decantação. A água que sobra de todo este processo, após a retirada do óleo, é chamada de água floral, destilado, hidrosol ou de hidrolato. Ela retém muito das propriedades terapêuticas da planta, mostrando-se útil em preparados para a pele, como até mesmo de uso oral no tratamento de saúde interna. Em muitos casos os hidrosóis são preferidos aos óleos essenciais por serem mais suaves, principalmente, em se tratando de crianças ou quando uma maior diluição dos óleos faz-se necessária (Starmans & Nijhuis, 1996).

A composição química do óleo volátil de *C. citratus* consiste em compostos monoterpenos, hidrocarbonos, acetona, aldeídos e ésteres. Através do método GC (cromatografia a gás) usado para identificar e quantificar estes compostos, o óleo é caracterizado por altas percentagens de citral (70-85%), segundo Rauber et al. (2005).

Segundo o mesmo autor, a cromatografia a gás (GC) ou combinação com outras técnicas, tais como a espectrometria de massa – GC/MS; headspace, cromatografia líquida on-line-GC (LC – GC), tem sido usada para separação, identificação e quantificação de vários compostos voláteis. As características de GC são usadas no controle de qualidade de materiais e produtos naturais bem como na caracterização de novos óleos voláteis e investigação biotecnológicas. Rauber et al. (2005) com o objetivo de desenvolver e validar um método de cromatografia líquida de alta potência (HPLC) para a determinação quantitativa de citral em óleo volátil de capim-limão mostraram como resultado, excelente desempenho, sendo simples, linear, acurado e sensível. Podendo ser usado para quantificar citral em óleo volátil em capim-limão, indicando concentração similar àquela obtida pela análise GC/FID.

Schaneberg & Khan (2002), comparando métodos de extração e quantificação de compostos ativos em óleos essenciais de capim-limão por cromatografia a gás, verificaram que a concentração de geraniol foi a mais alta próxima ao citral (neral e geraniol) dos compostos dos marcadores medidos. Limonene não foi detectado na amostra. O percentual de citral nos compostos de marcadores medidos foi mais alto nos extratos dos solventes obtidos por sonificação com hexanos (86,83%) quando comparado a SFE e ASE. A extração por SFE usando 10% de hexanos como modificador acima de 1 hora também produziu um extrato contendo mais que 80% de citral nos compostos de marcadores medidos. As percentagens de citral estavam abaixo de 80% por todas as outras extrações de solventes testados. O percentual para citral nos compostos de marcadores obtidos por sonificação de solventes com hexanos foi comparável aos extratos de destilação a vapor. Este método teve vantagens acima da destilação a vapor, pois menos material da planta foi necessário para análise e o tempo de extração foi menor. Considerando-se que na destilação a vapor os mais altos percentuais de compostos de marcadores estavam presentes no destilado após 2 horas (58,32%) e diminuíram quando o tempo de extração aumentou para 9,5 horas (21,84%), o oposto foi mostrado para o conteúdo de citral, pois após 9,5 horas o conteúdo de citral nos compostos dos marcadores medidos foi o maior (92,81%) e o mais baixo após 2 horas (78,19%).

### **3. OBJETIVO GERAL**

Avaliar efeitos de tratos culturais sobre a produção de biomassa e o rendimento de óleo essencial de capim-limão cultivado em sistema orgânico e convencional visando identificar estratégias de controle de plantas daninhas.

#### **3.1 Objetivos específicos**

Monitoramento do crescimento da cultura;  
Produção de biomassa foliar de capim-limão;  
Rendimento de óleo essencial de capim-limão;  
Efeito de tratos culturais, sobre a incidência de plantas daninhas.

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Características locais

Dois experimentos de cultivo de capim-limão (*Cymbopogon citratus* (DC) Stapf) foram instalados na Unidade de Apoio à Pesquisa (UAP) do Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias (CCTA/UENF) no município de Campos dos Goytacazes – RJ, com altitude de 14 m acima do nível do mar, nas coordenadas geográficas 21°19'23" de latitude sul e 41°10'40" de longitude oeste.

Os dados climatológicos foram monitorados durante o período experimental, registrando-se as médias mensais de precipitação (mm), umidade relativa do ar (%), temperatura do ar (°C), radiação solar (W.m<sup>-2</sup>) e evapotranspiração (mm) (Quadro 1).

O solo das áreas experimentais foi classificado como cambissolo (Embrapa, 1999) eutrófico, de acordo com as características químicas descritas no Quadro 2.

Foram coletadas amostras de solo nas profundidades de 0 – 20 cm e de 20 – 30 cm. As análises foram realizadas no laboratório de Análises Químicas e Físicas de Solo da FUNDENOR – Fundação Norte Fluminense de Desenvolvimento Regional, Campos dos Goytacazes – RJ, 2005.

Quadro 1: Valores médios mensais de precipitação (Prec.), umidade relativa do ar (UR), temperaturas do ar (Tar), radiação solar (Rad) e evapotranspiração (Eto), ocorridas na região de Campos dos Goytacazes – RJ, no período de janeiro a novembro de 2005

Mês	Prec. (mm)	UR (%)	Tar (°C)	Rad (W.m-2)	Eto (mm)
Jan/05	7,22	81,9	25,2	240	4,95
Fev/05	2,1	78,5	25,2	242	4,90
Mar/05	5,15	82,6	25,4	227	4,49
Abr/05	1,82	81,6	24,6	196	3,83
Mai/05	3,05	82,0	22,5	157	2,89
Jun/05	2,52	85,4	20,9	170	2,71
Jul/05	1,85	82,8	19,6	152	2,63
Ago/05	0,17	80,2	21,4	201	3,83
Set/05	4,27	82,4	21,3	163	3,26
Out/05	1,25	78,0	24,0	238	4,89
Nov/05	7,30	83,8	22,7	240	4,50

Fonte: Estação evapotranspirométrica – UENF/PESAGRO – RJ (2005)

Quadro 2: Análise química do solo da área experimental em função do sistema de cultivo

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DO SOLO	SISTEMA DE CULTIVO			
	Orgânico		Convencional	
	0-20 cm	20-30 cm	0-20 cm	20-30 cm
pH	6,3	6,3	6,6	6,2
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg.dm <sup>-3</sup> )	9	10	8	7
Ca <sup>+2</sup> (mmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> )	42,7	41,5	46,6	45,1
Mg <sup>+2</sup> (mmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> )	75,5	54,5	65,5	53,5
K <sup>+1</sup> (mmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> )	2,7	2,7	2,6	1,5
Na <sup>+1</sup> (mmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> )	1,5	2,3	2,6	2,9
Al <sup>+3</sup> (mmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> )	0,0	0,0	0,0	0,0
H <sup>+1</sup> +Al <sup>+3</sup> (mmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> )	31,4	29,2	30,2	33,1
SB trocáveis (mmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> )	122,4	101,0	117,3	103,0
CTC (mmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> )	153,8	130,2	147,5	136,1
V (%)	80	78	80	76
m (%)	0	0	0	0
M.O. (g.dm <sup>-3</sup> )	29,83	29,83	33,96	28,96
C (g.dm <sup>-3</sup> )	17,3	17,3	19,7	16,8
Fe <sup>+2</sup> (mg.dm <sup>-3</sup> )	52,72	57,96	47,86	61,05
Cu <sup>+2</sup> (mg.dm <sup>-3</sup> )	1,62	1,66	1,78	1,88
Zn <sup>+2</sup> (mg.dm <sup>-3</sup> )	3,41	3,40	4,51	4,14
Mn <sup>+2</sup> (mg.dm <sup>-3</sup> )	32,08	29,68	39,68	34,13
B (mg.dm <sup>-3</sup> )	0,50	0,40	0,42	0,49
S-SO (mg.dm <sup>-3</sup> )	7	13	6	15

CTC = capacidade de troca catiônica; SB trocáveis = soma de bases focáveis; V = saturação por bases; m = saturação por alumínio; MO = matéria orgânica; C = carbono; S-SO = enxofre;

## **4.2 Material vegetal**

As mudas de capim-limão foram obtidas a partir da divisão de touceiras oriundas de um único clone, cultivado na área experimental da Unidade de Apoio a Pesquisa (UAP/ CCTA/ UENF). As mudas constituíram-se de um perfilho com raízes nuas padronizados na altura de 30 cm acima da base.

## **4.3 Experimentos**

### **4.3.1 Cultivo orgânico de capim-limão**

O ensaio de cultivo orgânico de capim-limão foi instalado, numa área em pousio há 2 anos, sem utilização de qualquer insumo ou mecanização, encontrando-se com vegetação espontânea, roçada manualmente três vezes ao ano, mantendo-se a palhada no local.

O preparo da área consistiu-se na realização de roçada mecânica na altura de aproximadamente seis centímetros acima do nível do solo (Figura 2), retirando-se o material vegetal do local. As covas foram abertas na véspera do plantio (06/04/2005), com auxílio de um trado holandês, no espaçamento de 0,30 m entre plantas, 0,60 m entre fileiras, com 10 x 25 cm de diâmetro por profundidade.

### **4.3.2 Cultivo convencional de capim-limão**

O ensaio de cultivo convencional de capim-limão foi instalado em área que vem sob cultivo contínuo de grãos e olerícolas há cerca de 10 anos, vizinha a área do ensaio orgânico.

O preparo da área consistiu na aração e gradagem do solo com grade aradora de cinco discos, na profundidade de 30 cm aproximadamente (Figura 3), retirando-se o material vegetal do local. As operações de plantio seguiram exatamente os mesmos procedimentos descritos para o cultivo orgânico.



Figura 2 - Área do plantio orgânico



Figura 3 - Área do plantio convencional

#### 4.4 Planejamento Experimental

O planejamento experimental, foi comum aos dois experimentos (cultivo convencional e orgânico de capim-limão) para avaliar a produção de biomassa e o rendimento de óleo essencial em função do manejo de plantas daninhas com cobertura morta e com controle manual por meio de capina e de roçada (Quadro 3), em esquema fatorial 2x2x3, sob delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições.

Quadro 3: Grupos de tratamentos adotados nos experimentos

<b>Tratamentos</b>	<b>Manejo de plantas daninhas</b>
T1	com cobertura morta, com capina
T2	com cobertura morta, com roçada
T3	com cobertura morta, sem manejo
T4	sem cobertura morta, com capina
T5	sem cobertura morta, com roçada
T6	sem cobertura morta, sem manejo

As unidades experimentais constituíram-se de 4 plantas, considerando-se as 2 plantas centrais como úteis, mais 2 plantas de bordadura.

A cobertura morta constituiu-se de 3,752 Kg de palhas da vegetação local por parcela, que aplicada na altura de 10 cm, equivaleu a 51,11 T.ha<sup>-1</sup>. Efetuou-se uma reposição da cobertura morta aos três meses depois da instalação dos experimentos.

O controle de plantas daninhas foi realizado manualmente com enxada, na capina, e com roçadeira costal, na roçada, aos 15, 42, 92, 131 e 180 dias após plantio.

##### 4.4.1 Avaliação da produção de capim-limão

###### 4.4.1.1 Monitoramento do crescimento da cultura

O crescimento da cultura foi monitorado por meio da avaliação da altura de planta e do número de perfilhos por touceira de capim-limão aos 180 dias após

plântio. A altura foi determinada a partir da base até o ápice da folha mais desenvolvida, com auxílio de uma trena. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro, em conjunto e individualmente nos experimentos.

#### **4.4.1.2 Determinação da biomassa do capim-limão**

Aos 185 dias após a aplicação dos tratamentos, foram realizadas as colheitas dos experimentos, entre 16:00 e 20:00h, determinando-se, em seguida, a biomassa seca. As plantas foram cortadas a altura de 20 cm acima do nível do solo, separando-se as raízes da parte aérea, acondicionadas em sacos de papel e seca em estufa com circulação forçada de ar a 40°C, até atingir o peso constante, seguindo-se a determinação da biomassa seca da parte aérea. Os dados foram submetidos à análise de variância, e uma vez verificada a significância dos efeitos de tratamentos, pelo teste F, foi estabelecido contrastes ortogonais e testados também pelo teste F e Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

#### **4.4.2 Rendimento de óleo essencial**

O rendimento de óleo do capim-limão foi determinado por hidrodestilação, em extrator tipo Clevenger (Figura 4) adaptado a um balão de fundo redondo com capacidade de 2000 mL.

A cada extração, o balão foi carregado com 100 g de folhas secas e com 1000 mL de água deionizada, mantendo-se o processo de hidrodestilação de 60 minutos, após início da condensação, para obtenção do peso do óleo. Calculou-se o teor de óleo na amostra ( $\text{Dag.kg}^{-1}$ ) a partir da proporção do peso do óleo obtido (g) em relação ao peso da amostra de folhas secas (100 g) por tratamento, multiplicado por 100. O rendimento total de óleo ( $\text{Kg.ha}^{-1}$ ) foi estimado em função do teor de óleo relativo a produção de biomassa por tratamento. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA), e as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro. Contrastes ortogonais, foram previamente estabelecidos entre médias de grupos de tratamentos e testados pelo teste F, para interpretação dos resultados.



Figura 4. Equipamento hidrodestilador tipo Clevenger.

#### 4.4.3 Incidência de plantas daninhas

Para avaliar a incidência de plantas daninhas, avaliaram-se o número total de plantas daninhas, número de plantas daninhas de dicotiledôneas e de monocotiledôneas por parcela, aos 15, 42, 92, 131 e 180 dias após plantio.

Foram realizadas cinco amostragens de plantas daninhas aleatoriamente, com um mostrador quadrado de 0,5 m de lado correspondendo a área de 0,25 m<sup>2</sup>. As espécies amostradas nas parcelas foram coletadas com auxílio de enxada, seguindo-se a identificação 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.

As variáveis observadas foram analisadas no esquema de parcelas subdivididas, com o fator tratamentos nas parcelas e as épocas de coleta compondo as 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.

#### 4.4.4 Agrupamento dos tratamentos para análise de contraste

Os tratamentos foram reunidos em dois grupos: cobertura morta (com ou sem) e manejo das plantas daninhas (capina, roçada, sem manejo), os quais, correspondendo a 5 graus de liberdade na ANOVA, foram decompostos em 5 contrastes ortogonais (Tabela 1), visando comparar os tratamentos e satisfazer os critérios de ortogonalidade dos mesmos (Tabela 2), para análise individual e conjunta dos experimentos orgânico e convencional.

Tabela 1 – Agrupamento dos tratamentos para análise de contraste

Contraste	Tratamentos	Descrição dos tratamentos
C <sub>1</sub>	(T <sub>1</sub> , T <sub>2</sub> , T <sub>3</sub> ) vs (T <sub>4</sub> , T <sub>5</sub> , T <sub>6</sub> )	(CC) vs (SC)
C <sub>2</sub>	(T <sub>1</sub> , T <sub>2</sub> ) vs (T <sub>3</sub> )	(CC + Cap, CC + Roç) vs (CC – sem controle)
C <sub>3</sub>	(T <sub>4</sub> , T <sub>5</sub> ) vs (T <sub>6</sub> )	(SC + Cap, SC + Roç) vs (SC – sem controle)
C <sub>4</sub>	(T <sub>1</sub> ) vs (T <sub>2</sub> )	(CC + Cap) vs (CC + Roç)
C <sub>5</sub>	(T <sub>4</sub> ) vs (T <sub>5</sub> )	(SC + Cap) vs (SC + Roç)

<sup>CC</sup> com cobertura morta; <sup>SC</sup> sem cobertura morta; <sup>Cap</sup> capina; <sup>Roç</sup> Roçada; <sup>+</sup> incluindo; <sup>-</sup> excluindo

Tabela 2. Coeficiente de ortogonalidade dos contrastes

Contraste	Tratamentos					
	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>
C <sub>1</sub>	1	1	1	-1	-1	-1
C <sub>2</sub>	1	1	-2			
C <sub>3</sub>				1	1	-2
C <sub>4</sub>	1	-1				
C <sub>5</sub>				1	-1	

## 5. Resultados

As pressuposições de normalidade e homogeneidade de variância das variáveis estudadas (altura de planta, número de perfilhos, peso de biomassa seca, teor de óleo, rendimento de óleo, incidência de plantas daninhas) foram confirmadas pelos testes de Lilliefors e de Bartlett para que os dados atendessem as pressuposições da Análise de Variância .

### 5.1 Produção de capim-limão

#### 5.1.1 Crescimento da cultura

A altura de planta (Quadro 1A) e número de perfilhos por touceira (Quadro 2A) foram significativamente superiores no cultivo orgânico em relação ao convencional, (Tukey, 5%) conforme demonstrado na Tabela 3.

Tabela 3. Altura de planta (cm) e número de perfilhos (un.) por touceira de capim-limão nos cultivos orgânico e convencional

Plantio	Altura (cm)	Perfilhos (un.)
Orgânico	91,93 <sup>a</sup>	24,28 <sup>a</sup>
Convencional	88,33 <sup>b</sup>	21,47 <sup>b</sup>

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

A partir da análise de variância, verificou-se que a altura de plantas nos tratamentos no cultivo orgânico (Quadro 1-A) foi favorecida pela roçada com ou

sem cobertura morta (T2) e prejudicada pela roçada sem cobertura morta (T5), segundo teste de Tukey (5%) conforme demonstrado na Tabela 4.

A partir da análise de variância, verificou-se que o número de perfilhos nos tratamentos no cultivo orgânico (Quadro 2A) foi favorecido pela capina sem cobertura e prejudicado pela ausência de manejo (Tabela 4).

A partir da análise de variância da altura de plantas nos tratamentos no cultivo convencional (Quadro 3A), verificou-se que os tratamentos diferiram entre si, embora não se detectando diferenças significativas entre as médias dos tratamentos pelo teste de Tukey (Tabela 4).

Observou-se, a partir da análise de variância, que o número médio de perfilhos por touceira de capim-limão, no plantio convencional (Quadro 4A), foi favorecido pela capina sem cobertura (T4) e prejudicado pela ausência de manejo e de cobertura (T6) conforme demonstrado no Tabela 4.

Tabela 4: Altura de planta (cm) e número de perfilhos (un.) de capim-limão em função dos tratamentos no cultivo orgânico e no convencional

TRATAMENTOS	ORGÂNICO		CONVENCIONAL	
	Altura	Perfilhos	Altura	Perfilhos
T1	92,50 <sup>ab</sup>	29,12 <sup>ab</sup>	90,13 <sup>a</sup>	26,94 <sup>a</sup>
T2	96,19 <sup>a</sup>	27,62 <sup>ab</sup>	91,00 <sup>a</sup>	20,62 <sup>ab</sup>
T3	92,25 <sup>ab</sup>	18,87 <sup>bc</sup>	90,57 <sup>a</sup>	19,81 <sup>ab</sup>
T4	91,75 <sup>ab</sup>	30,19 <sup>a</sup>	84,94 <sup>a</sup>	28,06 <sup>a</sup>
T5	86,69 <sup>b</sup>	23,25 <sup>abc</sup>	85,19 <sup>a</sup>	19,94 <sup>ab</sup>
T6	92,19 <sup>ab</sup>	16,62 <sup>c</sup>	88,19 <sup>a</sup>	13,44 <sup>b</sup>

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

### 5.1.2 Biomassa do capim-limão

A biomassa seca não diferiu significativamente entre os experimentos de cultivo orgânico e convencional (Tukey, 5%), conforme resultados apresentados na Tabela 5.

A partir da análise dos contrastes, observou-se diferença significativa apenas para o C2: (T1,T2) vs (T3) (Quadro 5A), ou seja, a capina ou roçada, com cobertura morta, podem interferir indistintamente no peso de biomassa seca de plantas de capim-limão em cultivo orgânico, correspondendo a práticas úteis para o manejo de plantas daninhas da cultura neste sistema de cultivo.

Tabela 5. Produção de biomassa seca (g.parcela<sup>-1</sup>) e produtividade (Kg.ha<sup>-1</sup>) de capim-limão em cultivo orgânico e convencional

TRATAMENTOS	ORGÂNICO		CONVENCIONAL	
	g.parcela <sup>-1</sup>	Kg.ha <sup>-1</sup>	g.parcela <sup>-1</sup>	Kg.ha <sup>-1</sup>
T <sub>1</sub>	245,75	6826,39	182,25	4896,78
T <sub>2</sub>	264,25	7340,28	201,50	4489,55
T <sub>3</sub>	135,25	3756,94	167,50	4611,65
T <sub>4</sub>	215,25	5979,17	169,50	4383,73
T <sub>5</sub>	135,75	3770,83	132,00	4485,88
T <sub>6</sub>	121,00	3361,11	74,50	4673,34
Média		5174,50 <sup>a</sup>		4293,90 <sup>a</sup>

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

No experimento de cultivo convencional, verificou-se efeito dos contrastes C1: (T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub>) vs (T<sub>4</sub>, T<sub>5</sub>, T<sub>6</sub>) e C3: (T<sub>4</sub>, T<sub>5</sub>) vs (T<sub>6</sub>) (Quadro 6A), indicando que a produção de biomassa seca de capim-limão foi favorecida pela presença de cobertura morta, independente do tipo de controle de plantas daninhas, quando na ausência de cobertura morta.

## 5.2 Rendimento de óleo essencial

O teor de óleo essencial na amostra (Dag.kg<sup>-1</sup>) e o rendimento total de óleo (Kg.ha<sup>-1</sup>) no experimento orgânico foram superiores aos obtidos no experimento convencional (Tukey, 5%) (Tabela 6 e Figura 5).

Tabela 6. Avaliação do teor de óleo essencial (%) e rendimento total de óleo essencial (Kg. ha<sup>-1</sup>) de capim-limão em cultivo orgânico e convencional, Campos dos Goytacazes-RJ, 2005

TRATAMENTOS	ORGÂNICO		CONVENCIONAL	
	Teor de óleo	Produtividade	Teor de óleo	Produtividade
T <sub>1</sub>	0,9113	62,21	0,8870	44,90
T <sub>2</sub>	0,9871	72,46	0,7167	40,11
T <sub>3</sub>	0,8212	30,85	0,6445	30,03
T <sub>4</sub>	1,0970	65,59	0,9640	45,39
T <sub>5</sub>	0,9849	37,14	0,8092	29,67
T <sub>6</sub>	0,8015	26,94	0,7286	15,08
Média *	0,9338 <sup>a</sup>	49,20 <sup>a</sup>	0,7917 <sup>b</sup>	34,20 <sup>b</sup>

\*/ Médias seguidas de mesma letra, dentro de cada sistema e entre eles, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro

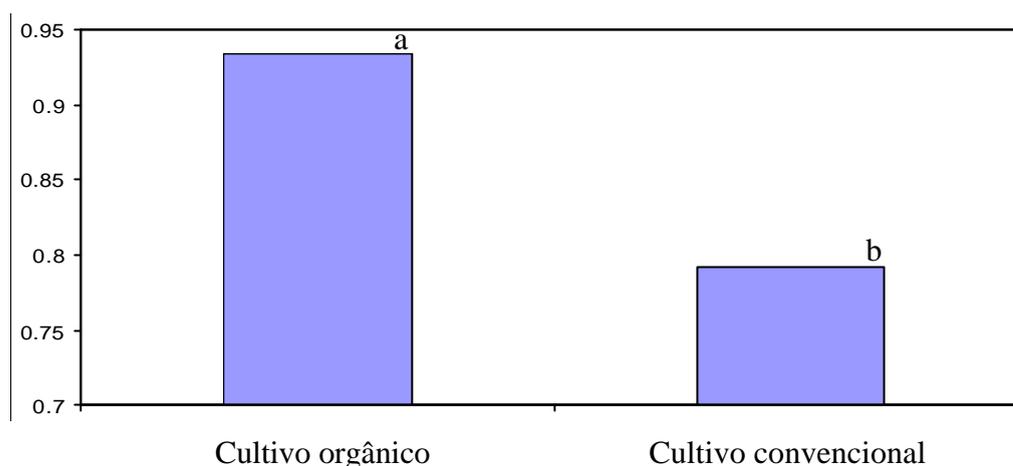


Figura 5. Teor de óleo essencial na amostra (Dag.kg<sup>-1</sup>) de folhas secas de capim-limão em cultivo orgânico e convencional

Apenas para o contraste C3: [(T4, T5) vs (T6)] incrementou o teor de óleo nas amostras (Dag.kg<sup>-1</sup>) do experimento orgânico (Quadro 7A), indicando que as práticas de capina ou de roçada favoreceram o teor de óleo extraível de capim-limão, quando na ausência de cobertura morta. No experimento de cultivo orgânico, verificou-se efeito significativo dos contrastes C2: (T1, T2) vs (T3), C3: (T4, T5) vs (T6) e C5: (T4) vs (T5) sobre o rendimento total de óleo, ou seja, o controle de plantas daninhas com capina ou com roçada é importante, com ou sem cobertura morta, contudo quando na ausência de cobertura morta, o efeito da capina sobre o rendimento total de óleo foi superior ao da roçada (Quadro 8A). No experimento de cultivo convencional não se verificaram efeitos dos tratamentos em relação ao teor de óleo nas amostras (Dag.kg<sup>-1</sup>) de capim-limão (Quadro 9A) e ao rendimento total de óleo (g/parcela) (Quadro 10A).

### 5.3 Incidência de plantas daninhas

Foram identificadas 39 espécies de plantas daninhas infestando a cultura do capim-limão, distribuídas em 35 gêneros e em 16 famílias (Tabela 7). A família Poaceae/Gramineae, com um total de 9 espécies, foi a mais representativa em relação ao número de espécies, seguida pelas famílias Asteraceae (7 espécies),

Euphorbiaceae (6 espécies) e Commelinaceae, Malvaceae, Lamiaceae com 2 espécies, enquanto as demais famílias apresentaram apenas 1 espécie.

Tabela 7. Relação de plantas daninhas por família, espécie e nome vulgar incidentes nos experimentos de cultivo orgânico e convencional, Campos dos Goytacazes-RJ, 2005

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

<sup>(1)</sup>/ incidência no cultivo orgânico e <sup>(2)</sup>/ incidência no cultivo convencional

A análise da incidência de plantas daninhas (Quadro 11A) permitiu observar que as plantas monocotiledôneas predominaram em ambos os experimentos, sendo superiores no ensaio convencional, enquanto a incidência de plantas daninhas dicotiledôneas no experimento orgânico superou o convencional, segundo análise de médias pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro (Tabela 8).

Tabela 8. Número total de plantas daninhas, número de plantas daninhas dicotiledôneas e monocotiledôneas incidentes nos experimentos de cultivo orgânico e convencional, Campos dos Goytacazes-RJ, 2005

Plantio	Nº de plantas daninhas	Nº plantas dicotiledôneas	Nº plantas monocotiledôneas
<b>ORGÂNICO</b>	49,76 <sup>b</sup>	6,12 <sup>a</sup>	43,65 <sup>b</sup>
<b>CONVENCIONAL</b>	58,56 <sup>a</sup>	3,67 <sup>b</sup>	54,89 <sup>a</sup>

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

A época de controle influenciou o número total de plantas daninhas (Quadro 12A), número de dicotiledôneas (Quadro 13A) e de monocotiledôneas (Quadro 14A) incidentes nos tratamentos do cultivo orgânico, conforme representado na Figura 6, não se observando contudo interação época de controle e tratamento em nenhuma das variáveis, conforme representado

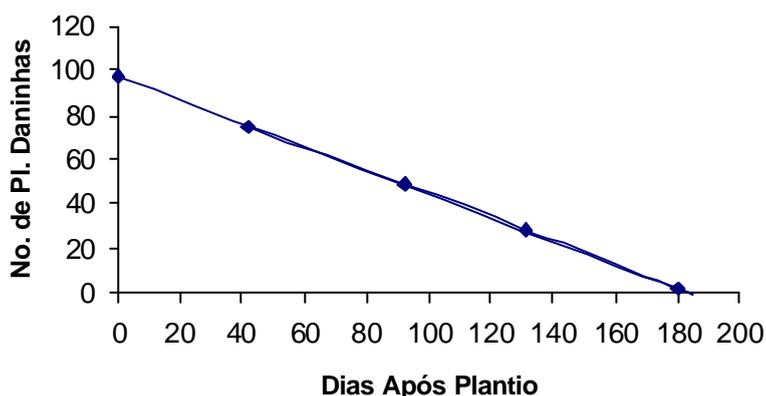


Figura 6 - Número de plantas daninhas em função das épocas de controle no cultivo orgânico ( $Y=97,48 - 15,90X$ ).

A época de controle influenciou o número total de plantas daninhas (Quadro 15A), número de dicotiledôneas (Quadro 16A) e de monocotiledôneas

(Quadro 17A) incidentes no experimento convencional (Figura 7) observando-se interação época de controle x tratamentos.

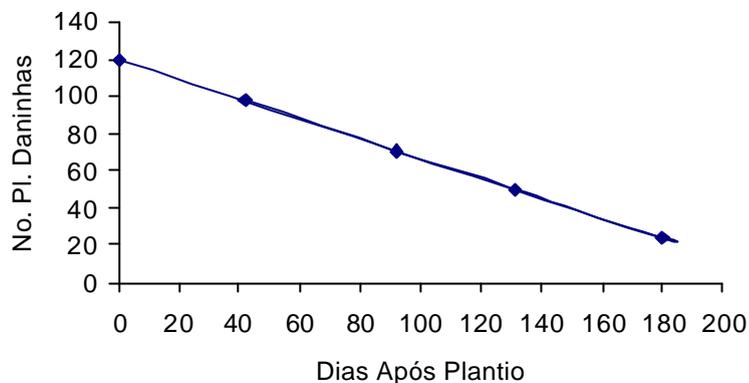


Figura 7- Número de plantas daninhas em função das épocas de controle no cultivo convencional ( $Y=119,60 - 20,53X$ ).

A análise de regressão linear do número total de plantas daninhas, de plantas dicotiledôneas e de monocotiledôneas por parcela dos tratamentos do cultivo orgânico de capim-limão em função das épocas de controle de plantas daninhas indicou que a época de controle influenciou a incidência de plantas daninhas nos experimentos orgânico e convencional.

O número de monocotiledôneas diminuiu ao longo do período de observação tanto no cultivo orgânico (Figuras 8) como no cultivo convencional (Figura 9).

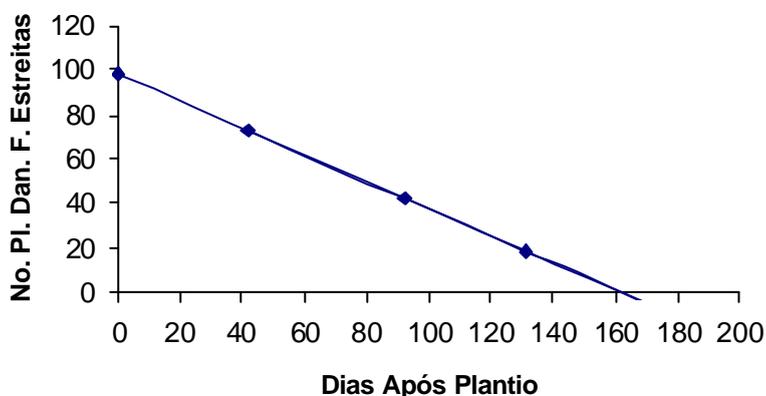


Figura 8 Número de plantas daninhas monocotiledôneas em função das épocas de controle no cultivo orgânico ( $Y=98,55 - 18,30X$ ).

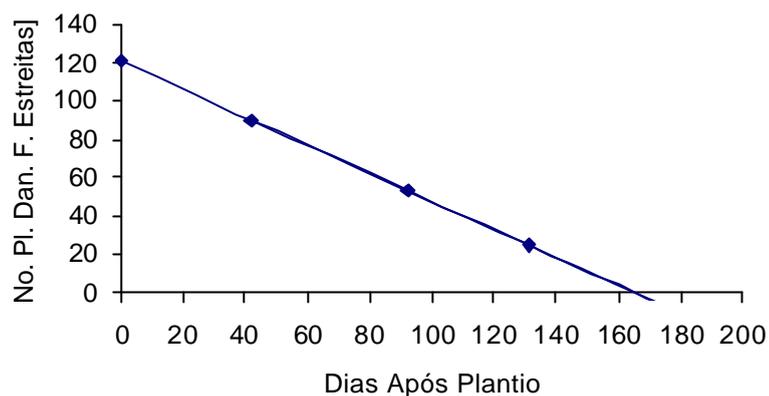


Figura 9 Número de plantas daninhas monocotiledôneas em função das épocas de controle no cultivo convencional ( $Y = 120,15 - 21,75X$ ).

O número de plantas daninhas dicotiledôneas aumentou ao longo do período de observação tanto no cultivo orgânico (Figura 10) como no cultivo convencional (Figura 11).

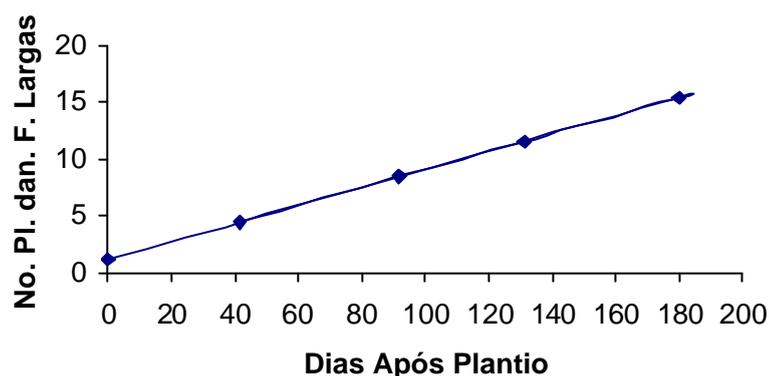


Figura 10- Número de plantas daninhas dicotiledôneas em função das épocas de controle no cultivo orgânico ( $Y = -1,07 + 2,39X$ ).

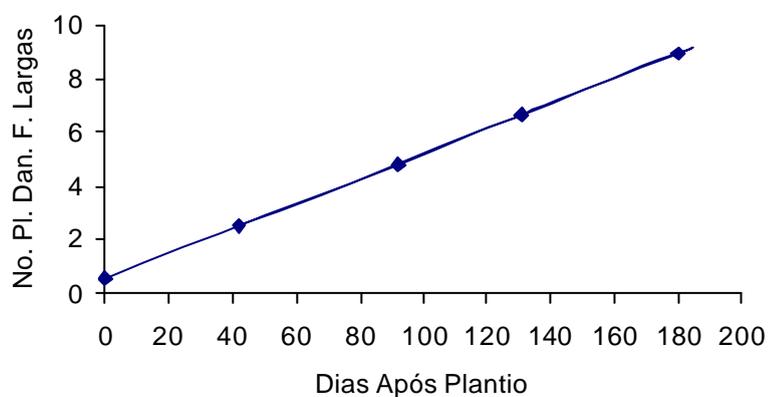


Figura 11- Número de plantas daninhas dicotiledôneas em função das épocas de controle no cultivo convencional ( $Y = 0,54 + 1,40X$ ).

A análise de variância das equações de regressão linear das variáveis do número total de plantas daninhas, de dicotiledôneas e de monocotiledôneas nos contrastes ortogonais estabelecidos para o experimento convencional em função das épocas de controle de plantas daninhas, resultou em interação significativa entre tratamento x época de controle (Quadro 18A), enquanto que os coeficientes de regressão destas variáveis foram comparados pelo teste “t” (10%) conforme apresentado na Tabela 9.

No experimento convencional, o número total de plantas indesejáveis decresceu sob cobertura morta (C1: T1, T2, T3 vs T4, T5, T6) ao longo das épocas de controle. Mas, o controle de plantas daninhas 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 plantas daninhas dicotiledôneas aumentou ao longo das épocas de controle. Já para as plantas monocotiledôneas, assim como para o número total de plantas daninhas, 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 as plantas predominantes em ambos os experimentos.

Tabela 9. Equações de regressão do número total de plantas daninhas (NTPI) e número de plantas daninhas dicotiledôneas (NPD) e monocotiledôneas (NPM) observadas nos tratamentos (Trat.) em função das épocas de controle, seguido da comparação dos seus respectivos coeficientes de regressão ( $\beta$ ) em relação aos contrastes (Contr.) no cultivo convencional, em Campos dos Goytacazes-RJ, 2005

CULTIVO CONVENCIONAL								
Contr.	Trat.	Variável	Equação de regressão	"F" ANOVA da regressão	n1	n2	DMS	Dif. $\beta$
C <sub>1</sub>	1,2,3	NTPI	$Y = 92,69 - 15,94^{**}X$	31,90 <sup>**</sup>	60	60	7,94	8,81 <sup>*</sup>
	4,5,6		$Y = 146,52 - 24,75^{**}X$	48,65 <sup>**</sup>				
	1,2,3	NPD	$Y = -1,74 + 1,69^{**}X$	25,09 <sup>**</sup>	60	60	0,91	0,58 <sup>ns</sup>
	4,5,6		$Y = 0,65 + 1,11^{**}X$	12,22 <sup>**</sup>				
	1,2,3	NPM	$Y = 94,43 - 17,63^{**}X$	39,35 <sup>**</sup>	60	60	7,97	8,24 <sup>*</sup>
	4,5,6		$Y = 145,37 - 25,87^{**}X$	54,23 <sup>**</sup>				
C <sub>2</sub>	1,2	NTPI	$Y = 79,81 - 13,02^{**}X$	17,98 <sup>**</sup>	30	15	13,77	8,75 <sup>ns</sup>
	3		$Y = 118,37 - 21,77^{**}X$	15,03 <sup>**</sup>				
	1,2	NPD	$Y = -0,65 + 0,95^{**}X$	15,23 <sup>**</sup>	30	15	1,58	2,22 <sup>*</sup>
	3		$Y = -3,92 + 3,17^{**}X$	22,16 <sup>**</sup>				
	1,2	NPM	$Y = 80,50 - 13,97^{**}X$	20,98 <sup>**</sup>	30	15	13,80	10,98 <sup>ns</sup>
	3		$Y = 122,30 - 24,95^{**}X$	19,57 <sup>**</sup>				
C <sub>3</sub>	4,5	NTPI	$Y = 104,57 - 18,22^{**}X$	23,47 <sup>**</sup>	30	15	13,77	10,55 <sup>ns</sup>
	6		$Y = 155,57 - 28,77^{**}X$	45,59 <sup>**</sup>				
	4,5	NPD	$Y = -5,38 + 4,06^{**}X$	22,93 <sup>**</sup>	30	15	1,58	2,79 <sup>*</sup>
	6		$Y = 0,52 + 1,27^{*}X$	4,44 <sup>*</sup>				
	4,5	NPM	$Y = 109,96 - 22,28^{**}X$	37,22 <sup>**</sup>	30	15	13,90	7,77 <sup>ns</sup>
	6		$Y = 155,05 - 30,05^{**}X$	46,18 <sup>**</sup>				
C <sub>4</sub>	1	NTPI	$Y = 69,75 - 12,10^{**}X$	6,90 <sup>*</sup>	15	15	15,90	1,85 <sup>ns</sup>
	2		$Y = 89,95 - 13,95^{**}X$	12,52 <sup>**</sup>				
	1	NPD	$Y = -0,30 + 0,70^{*}X$	5,38 <sup>*</sup>	15	15	1,82	0,50 <sup>ns</sup>
	2		$Y = -1,00 + 1,20^{**}X$	10,05 <sup>**</sup>				
	1	NPM	$Y = 70,05 - 12,80^{**}X$	7,78 <sup>*</sup>	15	15	15,94	2,35 <sup>ns</sup>
	2		$Y = 90,95 - 15,15^{**}X$	14,85 <sup>**</sup>				
C <sub>5</sub>	4	NTPI	$Y = 117,22 - 15,77^{*}X$	3,44 <sup>ns</sup>	15	15	15,90	13,95 <sup>ns</sup>
	5		$Y = 166,77 - 29,72^{**}X$	37,82 <sup>**</sup>				
	4	NPD	$Y = -0,22 + 1,07^{*}X$	3,39 <sup>ns</sup>	15	15	1,82	0,07 <sup>ns</sup>
	5		$Y = 1,65 + 1,00^{*}X$	4,27 <sup>ns</sup>				
	4	NPM	$Y = 117,45 - 16,85^{*}X$	4,11 <sup>ns</sup>	15	15	15,94	13,87 <sup>ns</sup>
	5		$Y = 165,12 - 30,72^{**}X$	41,10 <sup>**</sup>				

\*\*Significativo a 1% e a \* 5% de probabilidade de erro. <sup>ns</sup> 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 ( $\beta$ )

## 6. DISCUSSÃO

### 6.1.1 Crescimento da cultura: altura de planta e nº de perfilhos

O efeito significativo para altura de plantas de capim-limão no ensaio orgânico foi associada ao controle de plantas daninhas, com ou sem cobertura, com exceção da capina, na ausência de cobertura morta (T4). Estes resultados, podem ser atribuídos aos possíveis efeitos da matéria orgânica, sobretudo nas propriedades microbiológicas do solo, uma vez que as características químicas e físicas do solo em ambos os experimentos são muito similares.

Por meio da ação de microrganismos do solo, a matéria orgânica tanto libera nutrientes, como favorece a disponibilização de nutrientes da matriz do solo mantendo a microfauna ativa, promovendo aumento nos rendimentos das culturas (Primavesi, 1982; Almeida et al., 1985 e Fonseca & Angeletti, 1987). Este efeito pode ter sido majorado no tratamento com cobertura e com roçada (T2), onde se observou significativo para altura de planta no cultivo orgânico, devido a possíveis ações alelopáticas, isto é, substâncias provenientes do metabolismo secundário que conferem alguma vantagem contra a ação de microrganismos, vírus, insetos e outros patógenos ou predadores, seja inibindo a ação destes ou estimulando o crescimento ou desenvolvimento das plantas, conforme afirma Waller, citado por Ferreira & Aquila (2000).

A produção de perfilhos, fator que pode influir no rendimento total de biomassa vegetal, foi significativo no cultivo orgânico em relação ao convencional, mas o tratamento com capina, sem cobertura (T4) propiciou os melhores resultados em ambos os experimentos, possivelmente devido à vantagem

competitiva garantida ao capim-limão em relação às plantas daninhas, e indicando a importância da capina para o entouceiramento do capim-limão. No cultivo convencional, a capina favoreceu a emissão de perfilhos independente da cobertura morta, ratificando o potencial da competição de plantas daninhas sobre o entouceiramento de capim-limão. Em ambos os experimentos a produção de perfilhos foi prejudicada pela ausência de manejo com cobertura (T3) e mais ainda, nos tratamentos sem cobertura (T6) novamente ratificando os efeitos negativos da competição sobre a cultura.

A capina pode favorecer o perfilhamento, devido ao estímulo mecânico da brotação e redução da competição, enquanto o crescimento em altura parece ser favorecido pelas condições de estabilidade térmica e hídrica do solo propiciadas pela cobertura morta em ambos os experimentos. Isto é importante para decisão de manejos adequados a produção de material prima destinada à extração de óleo, pois se a estrutura armazenadora de óleo em capim-limão apresentar distribuição fixa em relação à unidade de área foliar, é de interesse a adoção de técnicas que favoreçam o perfilhamento, ou do contrário, técnicas que favoreçam o crescimento em altura podem ser mais adequadas.

Contudo, não significa que a altura e o perfilhamento sejam proporcionais, pois para germinarem, crescerem e reproduzirem-se, completando 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 também lutam pelos mesmos fatores de crescimento, gerando, assim, uma relação de competição entre plantas vizinhas, seja da mesma espécie ou de espécies diferentes. Porquanto uma planta pode crescer (estiolar) mais que outra, e não ter maior biomassa que sua companheira; enquanto do mesmo modo, uma planta pode perfilhar mais que outra, se esta obter todas as condições necessárias a sua sobrevivência.

## **6.2 Determinação da biomassa do capim-limão**

A produção de biomassa, ainda que não diferindo entre os experimentos, foi favorecida pelo controle de plantas daninhas (C2), (Quadro 5A) na área orgânica com cobertura morta, seja com roçada ou com capina. Na área

convencional, a cobertura morta (C1) favoreceu a produção de biomassa independente do tipo de controle de plantas daninhas ou da ausência deste controle; mas na ausência de cobertura morta (C3), o controle de plantas daninhas, seja com capina ou com roçada, favoreceu indistintamente a sua produção (Quadro 6A), ratificando os efeitos da matéria orgânica no solo e da competição de plantas daninhas já comentados.

O menor número das plantas daninhas ao longo do tempo, em função da cobertura morta, se reflete numa menor competição por nutrientes, gás carbônico e luz, e contribui para manutenção da umidade e da temperatura mais estáveis para a cultura do capim-limão. Temperaturas mais elevadas são propiciadas em solos descobertos, as quais são estabilizadas em solos sob cobertura morta. Assim, sob uma mesma insolação, o incremento do fluxo de calor para o interior de um solo sem cobertura é maior em comparação a solos com cobertura, além de ocorrer variação do fluxo de calor em função do tipo de resíduo depositado na superfície do solo (Derpsch et al., 1985).

### **6.3 Determinação do rendimento de óleo essencial**

Ao contrário do observado para produção de biomassa seca, o teor de óleo essencial ( $\text{Dag.kg}^{-1}$ ) e o rendimento total de óleo ( $\text{Kg.ha}^{-1}$ ) no experimento orgânico foram superiores ao sistema convencional, conforme também observado para altura de planta e número de perfilhos. Estes resultados estão de acordo com Duarte & Zaneti (2004) ao comentarem, citando Carvalho et al. (2001) e Lewinsohn et al. (1998), que as células oleíferas do *C. citratus* localizam-se adjacientemente ao tecido não fotossintetizante do clorênquima foliar da espécie. Portanto, fatores que contribuem para expansão foliar parecem favorecer a produção final de óleos essenciais, embora não necessariamente estejam relacionados a maiores taxas fotossintéticas ou do metabolismo de óleos.

Nos sistemas convencionais, a disponibilização de nutrientes solúveis em grandes quantidades pode causar desequilíbrios na plantas, ao contrário dos sistemas orgânicos, aos quais se atribui como vantagem a formação de quelatos do solo, que liberam os nutrientes de forma mais lenta para as plantas (Bayer & Mielniczuek, 1999).

A matéria orgânica no solo também propicia melhor uniformidade da umidade e da temperatura do solo, permitindo melhores respostas das culturas, pois segundo Bortoluzzi & Eltz (2000), nas horas mais quentes do dia, o solo sem palhada de cobertura alcançou 47°C, enquanto o solo coberto ficou em torno de 35,8°C na cultura da soja. A amplitude térmica foi maior no solo nu (17°C), enquanto a menor amplitude (11,9°C) foi observado no solo com cobertura morta. As elevadas temperaturas máximas do solo provocaram prejuízo na cultura, causando efeito deletério no seu crescimento, desenvolvimento e produção.

A cobertura morta, ainda pode conferir maior capacidade competitiva em relação às plantas daninhas, atuando como agente supressor ou no mínimo retardador da germinação das sementes e da emergência das plantas daninhas (Galvão & Puríssimo, 1981), seja por interferência no fluxo luminoso para fotossíntese, germinação das plantas daninhas ou por efeito alelopático (Aleida, 1988)

Ainda que não se considere apenas dois anos de conversão suficientes para a expressão das características do sistema orgânico, é possível que fatores relacionados a micro ou mesofauna tenham influenciado as respostas de desenvolvimento da cultura e de produção de óleo (Correia, 2002; Silveira et al, 2006), uma vez que, durante a abertura das covas para plantio, foi facilmente visível a presença de minhocas na área orgânica, não se observando sua ocorrência na área convencional. Também, na época da colheita, observou-se ocorrência de manchas ferrugíneas em plantas do experimento convencional, mas não do experimento orgânico. Neste sentido, Carvalho et al. (2005) observaram rendimentos superiores de produção de cenoura em sistema convencional, embora no sistema orgânico tenham observado melhor tolerância a doenças.

Isto se confirma pela ausência de efeito dos tratamentos sobre o teor de óleo ( $\text{Dag.kg}^{-1}$ ) e rendimento total de óleo ( $\text{Kg/ha}^{-1}$ ) no experimento convencional. Por outro lado, no experimento orgânico, onde o controle de plantas daninhas foi importante para obtenção dos teores de óleo ( $\text{Dag.kg}^{-1}$ ) na ausência de cobertura morta com capina ou com roçada (C3) (Quadro 7A) e para o rendimento final de óleo, com capina ou com roçada, quando com cobertura morta (C2) e com capina quando sem cobertura morta (C5). Contudo, na ausência de cobertura morta, a

capina ou a roçada garantiu melhor produtividade em relação à testemunha (C3) (Quadro 8A).

#### **6.4 Incidência de plantas daninhas**

Na agricultura, a cultura e as plantas daninhas desenvolvem-se juntas na mesma área e ambas competem por água, luz, nutriente e gás carbônico, de modo que quando estes fatores, ou pelo menos um deles, estão disponíveis em quantidades insuficientes, até mesmo para o próprio desenvolvimento da cultura, se estabelece a competição. Isto ocorre porque, nestas circunstâncias, qualquer planta daninha que se estabelece na cultura vai utilizar parte dos fatores de produção, já limitados no meio, reduzindo não somente a produtividade da cultura, mas também a qualidade de produto colhido (Radosevich et al., 1996), indicando a importância do controle de plantas daninhas.

Entre as 39 espécies de plantas daninhas identificadas infestando a cultura do capim-limão, destacaram-se 9 espécies da família Poaceae/Gramineae, como a mais representativa em relação ao número de espécies, também citadas no levantamento realizado por Oliveira (2005) na cultura da cana de açúcar no Norte Fluminense, em Campos dos Goytacazes-RJ.

Este incremento no número de plantas daninhas no experimento convencional foi associado ao preparo do solo que promove a disseminação de plantas daninhas que se propagam vegetativamente (gramíneas), proporcionando 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, promovam a redução do banco de sementes do solo (Radosevich et al., 1996), mas comum às dicotiledôneas.

No experimento orgânico, associou-se ao decréscimo para o número plantas daninhas observado às condições de homeostase do solo, garantindo mais vantagem a cultura do capim-limão, uma vez que, considerando a cobertura morta foi a mesma nos dois experimentos, esperar-se-ia igual possibilidade de liberação de substâncias alelopáticas prejudicando ou favorecendo a germinação e o desenvolvimento das plantas daninhas (Theisen & Vidal 1999).

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 estas não apresentam mecanismos de dormências

sofisticados (Radosevich et al., 1996). Silva et al. (2005) encontraram alto índice relativo de plantas daninhas de monocotiledôneas no plantio convencional, em especial a tiririca (*Cyperus rotundus*), o que se atribuiu à presença de intensa rede de rizomas dessa espécie no solo, cuja propagação é beneficiada pelos implementos de preparo do solo através da sua dispersão e fragmentação, que induz a quebra da dormência e brotação de partes destas plantas, aumentando a infestação (Pitelli, 2003; Jakelaitis et al., 2003). Estes mesmos fatores foram atribuídos a maior incidência de plantas de folha estreita no sistema convencional.

O incremento no número de plantas daninhas de dicotiledôneas no experimento orgânico, pode estar relacionado à ausência de revolvimento mecânico e à manutenção permanente da cobertura do solo nos últimos dois anos, o que contribui para redução da germinação e da emergência de algumas espécies de monocotiledôneas (Theisen & Vidal, 1999). Silva et al. (2005) observaram maior importância relativa de espécies de dicotiledôneas (*Bidens pilosa*, *Galinsoga parviflora* e *Ipomea grandifolia*) em plantio direto de feijão.

Provavelmente, o preparo do solo nas áreas dos experimentos está relacionado à diferença na incidência de plantas daninhas, uma vez que a composição botânica da comunidade vegetal (Duarte & Deuber, 1999; Pereira, 2000; Jakelaitis et al., 2003) se modifica em função dos sistemas agrícolas.

## 6.5 Época de controle

A época de controle influenciou significativamente a incidência de plantas daninhas (número total de plantas, número de monocotiledôneas e número de dicotiledôneas) em ambos os experimentos, observando-se interação tratamento x época de coleta apenas no experimento convencional.

O efeito da época deve corresponder a flutuações populacionais associadas a alterações temporárias, semelhantes ao fenômeno da sucessão ecológica. A evolução florística da comunidade vegetal ocorre de acordo com a intensidade, a regularidade e o tempo de utilização do sistema (Zanin, 1997), de modo que essas alterações podem afetar o manejo, o controle e a competição exercida por essa comunidade com a cultura (Ghersa, 2000).

A inibição da germinação das plantas daninhas em sistemas agrícolas pode estar relacionada a efeitos físicos, biológicos ou de natureza alelopática

(Gazziero & Sousa, 1993). O efeito físico se refere a interferência na qualidade da radiação solar incidente, na qualidade do comprimento de luz e na manutenção da temperatura do solo com menores oscilações (Taylorson & Borthwick, 1969; Fener, 1980; Egley & Duke, 1985) no manejo com cobertura morta. Martins & Santos (1999) observaram que a presença de 15 T.ha<sup>-1</sup> de palha de cana-de-açúcar reduziu a germinação de sementes de *Ipomea grandiflora*.

O efeito biológico pode ser observado pela instalação de uma densa e diversificada microbiocenose na camada superficial do solo, em que grande quantidade de organismos podem utilizar sementes e plântulas de espécies daninhas como fonte de energia (Pitelli, 2003), reduzindo a sua infestação, principalmente em sistemas de plantio direto ou de cultivo orgânico.

O efeito alelopático, por sua vez, pode ser percebido pela liberação de substância do metabolismo secundário das plantas durante o processo de decomposição, os quais impedem ou reduzem o desenvolvimento das plantas daninhas (Putnam & Defrank, 1983; Einhellig & Rasmussen, 1989; Vidal & Baumen, 1996; Theisen et al., 2000).

O incremento no número de plantas daninhas de dicotiledôneas (C3) ao longo do ciclo do capim-limão, foi atribuído ao período climático da condução da cultura (abril-outubro), pois o metabolismo de fixação de carbono tipo C3, confere altas taxas fotossintéticas em condições de baixas temperaturas e luminosidade (Ferri, 1985). Por outro lado, a redução na incidência de plantas daninhas de monocotiledôneas (C4) ao longo do ciclo do capim-limão, em especial *Cyperus rotundus* (tiririca), poderia estar relacionado ao metabolismo de fixação de carbono tipo C4, que confere altas taxas fotossintéticas em condições de altas temperaturas e luminosidade (Meirong, 1993). De toda forma, a incidência de plantas monocotiledôneas foi expressiva, em todo período de observação nos dois experimentos, atribuindo-se seu decréscimo devido ao crescimento da cultura do capim-limão.

De maneira geral, a incidência de plantas daninhas no experimento orgânico decresceu em relação ao convencional, ratificando o interesse por este sistema, também relacionado à menor degradação do solo, incrementos de produtividade e aos menores custos com preparo do solo por métodos convencionais (os quais consistem em preparar o solo com aração e gradagem por várias vezes incorporando os restos da cultura anterior). Mas, pesquisas

mostram algumas desvantagens em ambos sistemas, face ao problema de incidência das plantas daninhas e a dificuldade no seu controle (Pastana,1972; Corrêa,1980).

De maneira geral, a cobertura morta foi o fator mais importante para a produção de biomassa em ambos os experimentos, enquanto que o controle de plantas daninhas foi mais importante no experimento orgânico, pois quando na ausência de cobertura morta, o teor de óleo essencial foi favorecido pela capina ou roçada e o rendimento total de óleo foi favorecido pela capina, enquanto na presença de cobertura morta, o rendimento total de óleo foi favorecido pelo controle de plantas daninhas com capina ou com roçada.

## 7. CONCLUSÕES

O crescimento do capim-limão foi favorecido pelo cultivo orgânico comparado ao convencional.

A produção de biomassa não diferiu entre os cultivos orgânico e convencional, sendo favorecida, no cultivo orgânico, pela cobertura morta associada à capina ou à roçada. No cultivo convencional, a cobertura morta propiciou rendimentos superiores, independente do método de controle de plantas daninhas.

O teor e o rendimento total de óleo essencial foram favorecidos pelo cultivo orgânico.

As plantas daninhas monocotiledôneas predominaram nos dois experimentos, embora com ocorrência superior no ensaio convencional.

A época de coleta influenciou na distribuição de espécies daninhas em ambos os cultivos, observando-se interação tratamentos x época de controle de plantas daninhas no cultivo convencional.

## 8. Referências Bibliográficas

- Abegaz, B., Yohannes, P.G. (1983) Constituents of the essential oil of Ethiopian *Cymbopogon* Stapf. *Journal of Natural Products*, 46 (3): 424-426.
- Abraão, P.V.P.R., Goerpfert, C.F., Guerra, M., Eltz, F.L.F., Cassol, E.A. (1979) Efeito de sistemas de preparo do solo sobre características de um latossolo roxo distrófico. *Revista Brasileira de Ciências do solo*, Campinas 23: 168-172.
- Almeida, F.S.; Rodrigues, B.N. (1985) *Guia de Herbicidas: recomendações para o uso em plantio direto e convencional*. Londrina: (IAPAR, 468 p).
- Almeida, F.S.; Oliveira, V.F; Rodrigues, B.N. (1985) *Influência da cobertura morta na intensidade e composição do complexo florístico que se desenvolve nas culturas de verão*. In: IAPAR (Londrina, PR). Resultados de pesquisa da área de herbologia Safra de 1983-84. Londrina, PR, p.341-9.
- Almeida, F. S. (1988) *A alelopatia e as plantas*. IAPAR. Circular, n.53, 60p.
- Almeida, F. S. (1991) *Controle de plantas daninhas em plantio direto*. Londrina: IAPAR, Circular, n.67, 33p.
- Armond, C., Casali, V.W.D., Teixeira, R.R., Ventura, G.M., Faria, M.M.M. (2000) Produção e teor de óleos essenciais da calêndula (*Calendula officinalis* L.) cultivada em compostos orgânicos. *Anais do Workshop de Plantas Medicinais de Botucatu*, 4, Botucatu. Botucatu: Universidade Estadual Paulista, p. 29.

- Balbinot Júnior, A.A., Fonseca, J.A, Torres, A.N.L., Bavaresco, A. (2002) *Influência da palha de ervilhaca em cobertura morta do solo na produtividade do milho*. EPAGRI – Estação Experimental de Canoinhas – SC, 60 p.
- Baver, L.D., Gardner, W.H., Gardner, W.R. (1972) *Física de suelos*. 4. ed. México: Union Topografica Editorial Hispano Americana, 529 p.
- Bayer, C., Mielniczuek, J. (1999) Dinâmica e função da matéria orgânica. In: SANTOS, G. A; CAMARGO, F.A. O. (eds). *Fundamentos da matéria orgânica dos solos: Ecossistemas tropicais e subtropicais*. Porto Alegre: Gênese, p. 9-26.
- Bertoni, J., Lombardi Neto, F. (1990) *Conservação do solo*. São Paulo: Ícone, 355p.
- Bhan, M.K.; Kanti, R.; KaK, S.N.; Pal, S.; Rekha, K. (1999) Response of new improved strain RL-931 of cymbopogon to nitrogen fertilization. *Journal of Medicinal and Aromatic Plant Sciences*, Mumbai, v.21, n.4, p.1027-1029, 1999.
- Blanc, D., Montarone, M., Otto, C. (1983) The effect of fertilizers on the yield and quality of tomatoes and lettuces under glass. *Soils Fertility*, Stuttgart, 48 (1), p. 6109.
- Blanco, M.C.S.G. (1994) Biomassa e mucilagem da tanchagem (*Plantago major* L.), em função das adubações orgânica, mineral e mista e da supressão das inflorescências. In: Corrêa Jr, C., Ming, L. C., Sheffer, M. C. (eds) *Cultivo de plantas medicinais, condimentares e aromáticas*. 2. ed. Jaboticabal: Fundação de Estudos e Pesquisa em agronomia e Medicina Veterinária e Zootecnia, p.139-154.
- Blank, A.F. (2003) *Influência de espaçamento, doses de biofertilizantes e colheitas na produção de biomassa de capim-limão*. Disponível em: [http://www.fab.se.gov.br/anais/anais-Fap-01-02-03-2001/trabalhospdf/desenvolvimento de sistema.pdf](http://www.fab.se.gov.br/anais/anais-Fap-01-02-03-2001/trabalhospdf/desenvolvimento%20de%20sistema.pdf). Acesso em: 15/03/2003.

- Bonner, J. (1961) The Isoprenoids in: Bonner, J., Vener, J. E. (eds). *Plant Biochemistry*. New York: New York Academic Press, p. 665-92.
- Bortoluzzi, E.C.; Eltz, F.L.F. (2000). 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*, Campinas, v.2, p.449-457.
- Calegari, A., Mondardo, A., Bulisani, E.A., Costa, M.B.B., Miyasaka, S., Amado, T.J. Aspectos gerais da adubação verde. In: Costa, M.B.B., Calegari, A., Mondardo, A., Bulisani, E.A., Wildner, L.P., Alcântara, P.B., Miyasaka, S., Amado, T.J. (1993) *Adubação verde no sul do Brasil*. 2. ed. Rio de Janeiro: AS-PTA, p. 1-55.
- Calheiros, M.B.P, Duarte, F.R, Maia, N.B., Bovi, O.A. (1995) Capim-limão ou erva-cidreira. In:Fahl, J.E, Camargo, M.B.P., Pizzinato, M.A., Betti, J.A., Melo, A.M.T. Mana, I.C., Furlani, A.M.G. (Eds.), *Boletim 200*; Instruções agrícolas para o Estado de São Paulo – Seção de plantas medicinais, aromáticas e fumo. 6 ed.[São Paulo]: Secretaria de Agricultura e Abastecimento – Coordenadoria de Pesquisa Agropecuária – Instituto Agrônomo de Campinas.
- Camargo, F.A.O., Santos, G.A., Zonta, E. (1999) Alterações eletro-químicas em solos inundados. *Ciência Rural*, Santa Maria, 29: 171-180.
- Campos, B.C., Reinert, D.J., Nicolodi, R., Ruedel, J., Petrere, C. (1995) Estabilidade estrutural de um latossolo vermelho-escuro distrófico após sete anos de rotação de culturas e sistemas de manejo de solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, 19: 121-126.
- Carpenedo, V., Mielniczuk, J. (1990) Estado de agregação e qualidade de agregados de latossolo roxo, submetido a diferentes sistemas de manejo. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, Campinas, 14: 99-105.
- Carvalho, A.M.; Junqueira, A.M.R.; Vieira, J.V.; Reis, A.; Silva, J.B.C. (2005) Produtividade, florescimento prematuro e queima-das-folhas em cenoura

cultivada em sistema orgânico e convencional. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.23, n.2, p.250-254.

- Castro, L.O., Chemale, V.M. (1995) *Plantas medicinais, condimentares e aromáticas: descrição e cultivo*. Guaíba: Livraria e Editora Agropecuária, 196 p.
- Chagas Júnior, P.N. (1994) *Anatomia Foliar da Arrabidaea chica verlot*. Monografia. Universidade Federal do Maranhão, 95 p.
- Choudhury, S.N. (1994) Effect of clipping height on herb and essential oil yield of lemon grass (*Cymbopogon flexuosus*). *Indian Journal of Agronomy*, v.39, n.4, p.592-598.
- Choudhury, S.N., Ghosh, A.C. (1995) Effect of clipping height on the oil content of Java citronella (*Cymbopogon winterianus*) *Indian Journal of Agronomy*, v. 40, n. 3, p. 486-490.
- Corak, S.J., Frye, W.W., Smith, M.S. (1991) Legume mulch and nitrogen fertilizer effects on soil water in the corn production. *Soil Science Society of America Journal*, Madison, 55: 1305-1400.
- Corrêa Júnior, C., Ming, L.C., Scheffer, M.C. (1991) A importância do cultivo de plantas medicinais, aromáticas e condimentares. *SOB informa*, Brasília, 9 (2):23-24.
- Corrêa Júnior, C., Ming, I.C., Scheffer, M.C. (1994) *Cultivo de Plantas Medicinais, Condimentares e Aromáticas*. 2.ed. Jaboticabal: FUNEP, 151p.
- Corrêa, L.A. (1980) Plantio direto em milho. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte – MG, ano 6, n. 72, dez. p. 35 – 38.
- Correia, M.E.F. (2002) *Potencial de Utilização dos Atributos das Comunidades de Fauna de Solo e de Grupos Chave de Invertebrados como Bioindicadores do Manejo de Ecossistemas*. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 23 p. (Embrapa Agrobiologia. Documentos, 157).

- Costa, M.B.B, Campanhola, C.A. (1997) *Agricultura alternativa no Estado de São Paulo*. Jaguariúna: Embrapa – CNPMA, 63p., documento – 7.
- Craveiro, A.A., Fernandes, A.G., Andrade, C.H.S., Matos, F.J.A., Alencar, J.W., Machado, M.I.L. (1981) *Óleos essenciais de plantas do Nordeste*. Fortaleza: UFC, 210p.
- Cruz, G.L. (1979) *Dicionário das plantas úteis do Brasil*. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 599p.
- Datta, S.C. (1982) Cultivation of *Cymbopogon winterianus* Jowitt for production of citronella (java) oil. In: ATAL, C.K; Kapur, B.M. (eds). Cultivation and utilization of aromatic plants. Jammu-Tawi, India: *Council of Scientific and Industrial Research*, 1982.p.325-330.
- Derpsch , R., Sidiras, N, Heinzmann , F.X. (1985) Manejo do solo com coberturas verdes de inverno. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* , v.20, n.7, p.761-773.
- Deuber, R. (1997) *Ciência das plantas infestantes: manejo*. Campinas : edição do autor, 285p.
- Duarte, A.P.; Deuber, R. (1999) Levantamento de plantas infestantes em lavouras de milho “safrinha” no estado de São Paulo. *Plantas Daninhas*.v,17.p.207-307.
- Duarte, M.R.; Zaneti, C.C. (2004) Estudo farmacobotânico de folhas de capim-limão: *Cymbopogon citratus* (DC.) STAPF, Poaceae. *Visão Acadêmica*, v.5, p.117-124.
- Egley, G.H., Duke, S. (1985) *Physiology of weed seed dormancy and germination*. In: Duke, S.O. *Weed physiology: reproduction and ecophysiology*. Florida: CRC Press.p.27-64.
- Ehlers, E. (1996) A Agricultura moderna. In: *Agricultura Sustentável origens e perspectivas de um novo paradigma*. Livros da Terra p. 19-93.
- Einhellig, F.A., Rasmussen, J.A. (1989) Prior cropping with grain Sorghum inhibits, *Journal of chemical Ecology* n.15 (3) p.951-960.

- 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, 1999. xxvi, 412 p. : il.
- Espíndola, A.A.J., Carvalho, J.A.C., Oliveira R.M.M., Cunha, E.S., Souza, C.L.M., Costa, G.S., Freitas, S.P. (2002). Agricultura: Bases Ecológicas Para o Desenvolvimento Social e Econômico Sustentado, XXV Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas. IX Reunião Brasileira Sobre Micorrizas. VII Simpósio Brasileiro de Microbiologia do Solo. IV Reunião Brasileira de Biologia do Solo. *FERTIBIO 2002*, Rio de Janeiro, 4p.
- Fener, M. (1980) Germination tests of thirty-two East African Weed species. *Weed Research*, n.20: p.135-138.
- Ferreira, A.G.; Aquila, M.E.A. (2000) Alelopatia: Uma Área Emergente da Ecofisiologia. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal* 12 (Edição Especial):175-204. 2000. [online]. <http://www.ipe.rc.unesp.br/ftp/pdfs/RBFV/2.PDF>- acesso em 02/04/04.
- Ferri, M.G. (1985) *Fisiologia vegetal* 1. São Paulo: EPU, 362p.
- Filzer, J. (1995) The effect of green manure on the distribution of collembola in a permanent row crop. *Biology and Fertility of Soil*, Berlim, 19: 303-308.
- Fonseca, A.F.A.; Angeletti, M.P. (1987) *Utilização de cobertura morta do solo para produção de hortaliças no Estado de Rondônia*. Porto Velho, RO: EMBRAPA . 11p. (Embrapa circular técnico, 10)
- Galvão, J.J.V.; Puríssimo, C. (1981) Sistemas de plantio direto e Convencional, na cultura do feijão “da seca”, *Viçosa, Minas*, v.28., n.158, p.412-416.
- Gazziero, D.L.P., Sousa, I.F. (1993) *Manejo integrado de plantas daninhas*. In: Arantes, N.E., Sousa, P.I.M. (ed) *Cultura da soja nos cerrados*. Piracicaba:POTAFOS, p. 183-208.
- Gelmini, G.A. (1988) Herbicidas: tudo o que produtores e técnicos precisam saber sobre herbicidas e sua aplicação nas principais culturas. *A Granja*, 23 – 48.

- Ghersa, C.M, (2000). Advances in weed management strategies. *Field Crops Research*, v. 67, p. 95-104.
- Haigh, M.J. (2000) Soil stewardship on reclaimed coal lands. *Land Reconstruction and management*, Rotterdam, 1: 165-274.
- Haworth, F., Cleaver, T.J. (1967) The effects of different treatments on the yield and mineral composition of winter lettuce. *Journal Horticultural Science*, Ashford, 42 (1): 23-29.
- Hidalgo, A.F. (2001) Época de colheita de *Pfaffia glomerata* em Manaus – AM. *Anais da Jornada Paulista de Plantas Mediciniais*, 5, Botucatu. Botucatu: Unesp, p.69.
- IAPAR, Fundação Instituto Agrônômico do Paraná (1981). *Plantio direto no Estado do Paraná*. Londrina: IAPAR, 244p. (Circular IAPAR, 23).
- Isman, M.B. (2000) Plant essential oils for pest and disease management. *Crop Protection*, 19: 603-608.
- Jakelaitis, A.; Ferreira, L.R.; Silva, A.A. ; Agnes, E.L. ; Miranda, G.V.; Machado, A.F.L. (2003) 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.
- Joly, A.B. (1991) Botânica: introdução à taxonomia vegetal. 3. ed. São Paulo: Nacional, 777p.
- Kasumov, F.Y., Babaev, R.I. (1983) Components of the essential oil of lemon grass. *Chemistry Natural Compounds*, New York, 19 (1): 118.
- Keekey, P.E., Thullen, R.J. (1989) Growth and interaction of johnsongrass (*Sorghum halepense*) with cotton (*Gossypium hirsutum*). *Weed Science*, (37): 339 – 344.
- Kirchner, M.J., Wollum, A.G., King, L.D. (1993) Soil microbial population and activities in reduced chemical input agroecosystems. *Soil Science Society of America Journal*, Madison, 57: 1289-1295.

- Kirkland, K.J. (1993) Spring wheat (*Triticum aestivum*) growth and yield as influenced by duration of wild oat (*Avena fatua*) competition. *Weed Technology*, ( 7) : 890 – 893.
- Lanças, K.P. (1998) *Subsolador: desempenho em função de formas geométricas de hastes, tipos de ponteiras e número de hastes*. Botucatu, universidade estadual paulista - UNESP, 171 p.
- Leal, N.R., Hidalgo, O. (1990) A prática da cobertura morta e a produção da batata I: *Anais do Encontro Fluminense de Olericultura*, 2, Itaguaí. Itaguaí: Pesagro - Rio, p. 11.
- Leal, T.C.A.B. (1998) *Produção de óleo essencial de capim cidreira (Cymbopogon citratus) (DC) STAPF) em função de fatores endógenos e exógenos*. Tese (Doutorado em Produção Vegetal). Universidade Estadual do Norte Fluminense - UENF, 64p.
- Lopes, A.S. (1994) Manejo: Aspectos químicos. In: Pereira, V.P., Ferreira, M.E. Cruz, M.C.P. (eds). *Solos altamente suscetíveis à erosão*. Jaboticabal: UNESP/ SBCS, p.79-111.
- Lopes, A.S., Guilherme, L.R.G. (1990) *Uso eficiente de fertilizantes*. São Paulo: ANDA, 51p. (Boletim técnico, 4).
- Lorenzi, H. (1982). *Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas, tóxicas e medicinais*. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 425p.
- Lorenzi, H. (2000) *Manual de identificação e Controle de plantas daninhas: plantio direto e Convencional*. 5. ed. Nova Odessa, São Paulo: Editora Plantarum, p. 384.
- Lorenzi, H.; Matos, F.J.A. (2002) *Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas cultivadas*. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum. 512p.
- Lunkes, J.A., Oliveira, J.A., Oliveira, V.A. (1999) Efeitos da adubação mineral e orgânica sobre a produção de biomassa e óleo essencial de *Cytopogon citratus*. *Anais da Jornada Paulista de Plantas Medicinais*, 4, Ribeirão Preto. Botucatu: Unesp, p.63.

- Macrae, W.D., Towers, G.H.N. (1984) *Justicia pectoralis*: a study of the bases for its use as a hallucinogenic snuff ingt. *Journal of Ethnopharmacology*, Clare, 12 (1): 93-111.
- Magalhães, M.M., Carmo, M.S., Cormitre, V. (1994) *Agricultura sustentável: comparação de indicadores técnicos e econômicos entre sistemas orgânicos de produção de soja no Estado do Paraná*. Botucatu: IBD, 20 p.
- Martins,E.R.(1996) *Morfologia interna e externa, caracterização isoenzimática e óleo essencial de Ocimum selloi Benth*. Tese - Viçosa – MG, Universidade Federal de Viçosa - UFV, 97p.
- Martins,E.R., Castro, D.M., Castelani, D.C., Dias, J.E. (1995) *Plantas medicinais*. Viçosa: Imprensa Universitária/UFV, 220p.
- Martins,F.R.;Santos,F.A.M. (1999) Técnicas usuais de estimativas da biodiversidade. *Revista Holos*, n.1.p.236-267.
- Mattos, J.K.A (1996) *Plantas medicinais: aspectos orgânicos*. Brasília: Edição do autor, 51p.
- Mattos, J.K.A. (1989) *Plantas medicinais: aspectos agronômicos*. Brasília: Faculdade de Tecnologia/ Departamento de Engenharia Agrônômica – Universidade de Brasília, 19 p.
- Mello, F.A.F., Brasil Sobrinho, M. O. C. (1960) Efeito da incorporação de resíduos de mucuna preta, *Crotalaria juncea* L. e feijão baiano. I - Influência sobre a produção de arroz. *Revista de Agricultura*, Piracicaba, 35: 33-40.
- Meirong, L. (1993) Leaf photosynthetic nitrogen – use efficiency of C3 and C4 cyperus species *Photosynthetica*, 29 (1): 117-130.
- Mielniczuk, J., Schneider, P. (1984) *Aspectos sócio-econômicos do manejo de solos no sul do Brasil*. Anais do simpósio de manejo do solo e plantio direto no sul do Brasil, 1, Passo Fundo. Passo Fundo: PIUCS / Faculdade de Agronomia, p. 3-19.

- Monegat, C. (1991) *Plantas de cobertura de solo: Características e manejo em pequenas propriedades*. Chapecó, SC: Edição do autor, 337 p.
- Muzilli, O. (1981) *Princípios e perspectivas de expansão*. In: Fundação Instituto Agrônômico do Paraná, Londrina, Paraná, Plantio direto no Paraná, circular, n. 23, 244p.
- Oliveira, A.R. (2005). *Levantamento fitossociológico e controle de capim-camalote na cultura da cana de açúcar*. Tese (doutorado em produção vegetal)/ Universidade Estadual do Norte Fluminense.97-p.
- Oliveira, V.A., Lunkes, J.A., Argenta J.A., Oliveira, J.A., Dias D.R. (2002) *Pro Homine – v.1. n. (1):* , Jul /dez.2002 Centro Universitário de Lavras – UNILAVRAS.
- Pankhurst, C.E., Lynch, J.M. (1994) The role of the soil biota in sustainable agriculture. In: Pankhurst, C. E., Doube, B. M., Gupta, V. V. S. R., Grace, P. R. (eds). *Soil biota: Management in sustainable systems*. Victória: CSIRO,
- Pastana, F.L. (1972) Efeito da retenção de um herbicida pela cobertura morta do solo, no controle das ervas daninhas e na produção do milho com cultivo mínimo. *Bragantia*, v.31, n.22, p. 259 – 274.
- Pereira, A.M.S. (1997) *Propagação e co-cultivo de células como fatores predisponentes à produção de cumarina em Mikania glomerata Sprengel (guaco)*. Tese (Doutorado em Agricultura) - Botucatu – SP, Universidade Estadual de São Paulo - UNESP, 82p.
- Pereira, E.S. (2000) Avaliações qualitativas e quantitativas de plantas daninhas na cultura da soja submetida aos sistemas de plantio direto e convencional. *Planta Daninha*,v, 18, p. 207-217.
- Pitelli, R.A., (2003) Impactos do sistema de plantio direto na palha sobre as comunidades infestantes. *Journal Consherb*, n.2, v 9:p.1-3.
- Primavesi, A. (1988) *Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais*. São Paulo: Nobel, 549p.

- Primavesi, A.M. (1982) *O manejo ecológico do solo: Agricultura em regiões tropicais* 4. ed São Paulo. SP: Nobel. 541 p.
- Primavesi, A.M. (1986) Solo/Adubação verde. *Revista Guia Rural*, n.4, p.38 – 44.
- Putnam, A.R., Defrank, J. (1983) Use of phytotoxic plant residues for selective weed control. *Crop Protection*, n.2 p.173-181.
- Queiroga, R.C.F. ; Nogueira, I.C.C. ; Bezerra Neto, F. ; Moura, A.R.B. ; Pedrosa, J.F. (1998) utilização de diferentes materiais como cobertura morta do solo no cultivo de pimentão. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.20, n.3, p.416-418, setembro de 2002.
- Radosevich, S.; Holt, J.; Ghera, C. (1996) *Weed ecology: implication for management*. 2.ed. New York:Jonh Wiley & Sons, 573 p.
- Rauber, C.S.; Guterres, S.S.; Schapoval, E.E.S. (2005) LC determination of citral in *Cymbopogon citrates* volatile oil. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis* 37p. 597-601.
- Ribeiro, A.C. , Guimarães, P.T.G. , Alvrez V. H. (1999) *Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais*. 5ª Aproximação. Comissão de fertilidade do solo do Estado de Minas Gerais – CFSEMG, Viçosa – MG, p. 359.
- Rodrigues, B.N. (1992) Estudos sobre a dormência, crescimento, absorção de macronutrientes e resposta à calagem por *Commelina benghalensis* L. Tese. (Doutorado em Fitotecnia) – Jaboticabal – SP, FCVAJ/UNESP, 129p.
- Rodrigues, B.N.; Pitelli, R.A.;Bellingieri, P.A. (1995) Efeitos da calagem do solo no crescimento inicial e absorção de macronutrientes por planta de trapoeiraba ( *Commelina benghalensis*). *Planta Daninha*, n. 13, v. 2, p. 59-68.
- Rodrigues. E.T. (1990) *Efeitos da adubações orgânicas e mineral sobre o acúmulo de nutriente e sobre o crescimento da alface (Lactuca sativa L.)*. Tese (Mestrado em Fitotecnia) – Viçosa - MG, Universidade Federal de Viçosa - UFV, 60p.

- Sá, J.C.M. (1998) Reciclagem de nutrientes dos resíduos culturais, e estratégia de fertilização para produção de grãos no sistema plantio direto. In: I Seminário sobre o sistema plantio direto na UFV, *Resumos das palestras / Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Fitotecnia. Viçosa – MG, UFV, DFT. 143p.*
- Salton, J.C., Mielniczuk, J. (1995) Relações entre sistemas de preparo, temperatura e umidade de podzólico vermelho-escuro distrófico de Eldorado do Sul (RS). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.19, p.313-319.
- Sanders, D.W. (1992) International activities in assessing and monitoring soil degradation. *A Journal of Alternative Agriculture, Greenbet*, v. 7, p.17-24.
- Santos, R.H.S., Silva, F., Barbosa, L.C.A., Lima, R.E., Casali, V.W.D. (2000) Teor de óleo essencial de manjeriço (*Ocimum basilicum*) em diferentes épocas e horários de colheita. *Anais do Simpósio de Plantas Medicinais do Brasil*, 16, Recife, p. 76.
- Scalon, S.P.Q., Vieira, M.C., Bertolino, A.Z. (2001) Análise de crescimento de *Calendula officinalis* L. em Dourado-MS. *Anais da Jornada Paulista de Plantas Medicinais*, 5, Botucatu. Botucatu: UNESP, p. 71.
- Schaneberg, B.T.; Khan, I.A.; (2002) Comparison of Extraction Methods for Marker Compounds in the Essential oil of lemon grass by GC. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* n. 50, p.1345-1349.
- Scheffer, M.C. (1991) *Influência da adubação orgânica sobre a biomassa, rendimento e a composição do óleo essencial de Anchillea millefolium L., mil folhas*. Tese (Mestrado em Agronomia) – Curitiba – PR, Universidade Federal do Paraná - UFP, 68p.
- Severino, F.J.; Christoffoleti, P.J. (2001) Efeitos de qualidades de fitomassa de adubos verdes na supressão de plantas daninhas. *Revista Planta Daninha*, v. 19, n.2, p. 223 – 228.

- Siani, A.C., Sampaio, A.L.F., Sousa, M.C., Henriques, M.G.M.O., Ramos, N.F.S. (2000) Óleos essenciais. *Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento*, Brasília, v. 16, p. 38-43
- Sideras, N., Pavan. M.A. (1985) Influência do sistema de manejo do solo no seu nível de fertilidade. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v. 9, p. 249-254.
- Silva, A.A.; Silva, C.S.W.; Souza, C.M ; Souza, B.A.; Fagundes, J.L.; Faleiro, R.M., Sediya, C.S. (2005) Aspecto Fitossociológicos da Comunidade de plantas Daninhas do feijão sob diferentes sistemas de preparo do solo. *Planta Daninha*, Viçosa MG, v.23, n.1, p.17-24. UFV.
- Silva Junior, A.A.S., Vizzoto, V.J., Giorgi, E., Macedo, S.G., Marques, L.F. (1995) *Plantas medicinais: caracterização e cultivo*. Florianópolis: EPAGRI, 71p. (Boletim Técnico, 68).
- Silveira, G.M. (1988) *O preparo do solo: implementos corretos*. Globo, Rio de Janeiro, p. 243.
- Silveira, R.B.; Melloni, Rogério; Melloni, E.G.P. (2006) Atributos Microbiológicos e Bioquímicos como Indicadores da Recuperação de Áreas Degradadas, em Itajubá/MG. *Cerne*, v. 12, n. 1, p. 48-55
- Simon, J.E. (1993) New crop introduction, research and commercialization of aromatic plants in the new world. *Acta horticulture*, v. 331, p. 209-221.
- Singh, A.; Balyan, S.S.; Shahi, A.K. (1982) *Cultivation of Jammu lemongrass in North Índia undee irrigated conditions*. In: Atal, C.K.; Kapur, B.M. (eds). *Cultivation and utilization of aromatic plants*. Jammu-Tawi, India: Council of Scientific and Industrial Research, p.308-313
- Souza, J.L. (1998) *Agricultura Orgânica*. Vitória, ES: EMCAPA,1998. Tecnologias para produção de alimentos saudáveis. v.1. 176 p.
- Starmans, D.A.J., Nijhuis, H.H. (1996), Extraction of secondary metabolites from plant material: a review. *Trends in Food Science & Technology*, v. 7, p. 191-197.

- Stevenson, A.C.O., Rodrigues, L. A., Fontes, L.E. (1999) Caracterização física de substratos contendo composto de lixo urbano e casca de arroz carbonizada como condicionadores. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, p. 21.
- Sylvander, B. (1993) Conventions on quality in the fruit and vegetables sector: results on the organic sector. *Acta Horticulturae*, Hague, v. 340, p. 241- 246.
- Taylorson, R.B. Borthwick, H.A. (1969) Light filtration by foliar Canopies: significance for light-controlled weed germination *Weed Science*, v.17, n. 1, p.48-51.
- Teske, M., Trentini, A.M.M. (1995) *Herbarium – Compêndio de fitoterapia*. Curitiba: Herbarium laboratório botânico, 317p.
- Theisen, G.; Vidal, R.A. (1999) 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.
- Theisen, G., Vidal, R.A., Fleco, N.G. (2000) Redução da infestação de *Brachiaria plantaginea* em soja pela cobertura do solo com palha de aveia-preta. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.34, v 4, p. 753-756.
- Ventrella, M.C., Ming, L.C. (2000) Produção de matéria seca e óleo essencial em folhas de erva cidreira sob diferentes níveis de sombreamento e épocas de colheita. *Horticultura Brasileira*, Brasília, n18, p. 285 (Suplemento).
- Viane, M.C.E., Alves, L.V., Alegrio, L.V., Braz Filho, R., Castro, N.R., Godoy, R.L. O. (1998). Atividade antimicrobiana e composição química do óleo essencial de *Eugenia speciosa* CAMB. (MYRTACEAE). *Anais do Simpósio de plantas medicinais do Brasil*, 15, Águas de Lindóia-SP, p.45.
- Vidal, R.A., Bauman, T.T. (1996) Surface Wheat (*Triticum aestivum* ) residues, giantfoxtail (*Setaria faberi*), and sobean (*Glicine max*) yied. *Weed Science*, n.44, v.5, p.939-943.
- Voll, E., Karam, D., Gazziero, D.L.P. (1997) Dinâmica de populações de trapoeraba (*Commelina benghalensis* L.) sob manejos de solo e de herbicidas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 32, n 6, p 571 – 578

Walker, R.H., Buchanan, G.A. (1982) Crop manipulation in integrated weed management systems. *Weed Science*, v. 30, n.51, p17 – 24.

Zanin, G, (1997). Ecological interpretation of weed flora dynamics under different tillage system. *Agricultural Ecosystem Environmet*, v. 66, p. 177-188.

## **APÊNDICE**

Quadro 1A: Análise de variância da altura de plantas por parcela de capim-limão, em cultivo orgânico, Campos dos Goytacazes-RJ, 2005

Fontes de Variação	G. L.	S.Q.	Q. M.	F
Tratamento	5	738,17	147,63	3,62**
Resíduo	90	3668,31	40,76	-
Total	95	-	-	-

\* significativo a 5% de probabilidade de erro, pelo teste "F". \*\* significativo a 1% de probabilidade de erro, pelo teste "F". <sup>NS</sup> não significativo. (C. V. = 6,94%)

Quadro 2A: Análise de variância do número de perfilhos por parcela de capim-limão em cultivo orgânico, Campos dos Goytacazes-RJ, 2005

Fontes de Variação	G. L.	S.Q.	Q. M.	F
Tratamento	5	2534,97	506,99	5,08**
Resíduo	90	8980,44	99,78	-
Total	95	-	-	-

\* significativo a 5% de probabilidade de erro, pelo teste "F". \*\* significativo a 1% de probabilidade de erro, pelo teste "F". <sup>NS</sup> não significativo. (C. V. = 41,14%)

Quadro 3A: Análise de variância da altura de plantas por parcela de capim-limão, em cultivo convencional, Campos dos Goytacazes-RJ, 2005

Fontes de Variação	G. L.	S.Q.	Q. M.	F
Tratamento	5	587,83	117,57	2,78*
Resíduo	90	3087,5	42,30	-
Total	95	-	-	-

\* significativo a 5% de probabilidade de erro, pelo teste "F". \*\* significativo a 1% de probabilidade de erro, pelo teste "F". <sup>NS</sup> não significativo. (C. V. = 7,31%)

Quadro 4A: Análise de variância do número de perfilhos por parcela de capim-limão, em cultivo convencional, Campos dos Goytacazes-RJ, 2005

Fontes de Variação	G. L.	S.Q.	Q. M.	F
Tratamento	5	2298,97	459,79	5,37**
Resíduo	90	7704,94	85,61	-
Total	95	-	-	-

\* significativo a 5% de probabilidade de erro pelo teste "F". \*\* significativo a 1% de probabilidade de erro, pelo teste "F". <sup>NS</sup> não significativo. (C. V. = 47,61%)

Quadro 5A. Análise de variância da biomassa seca de capim-limão (g/parcela) em função dos contrastes dos tratamentos do experimento orgânico, Campos dos Goytacazes-RJ, 2005

Fontes de Variação	Valor do Contraste	G.L.	SQ	QM	F
Tratamentos	-	(5)	(79496,21)	15899,24	2,97*
C <sub>1</sub> : (T <sub>1</sub> , T <sub>2</sub> , T <sub>3</sub> ) vs (T <sub>4</sub> , T <sub>5</sub> , T <sub>6</sub> )	173,25	1	20010,38	20010,38	3,74 <sup>ns</sup>
C <sub>2</sub> : (T <sub>1</sub> , T <sub>2</sub> ) vs (T <sub>3</sub> )	239,50	1	38240,17	38240,17	7,14*
C <sub>3</sub> : (T <sub>4</sub> , T <sub>5</sub> ) vs (T <sub>6</sub> )	109,00	1	7920,66	7920,66	1,48 <sup>ns</sup>
C <sub>4</sub> : (T <sub>1</sub> ) vs (T <sub>2</sub> )	-18,50	1	684,50	684,50	0,13 <sup>ns</sup>
C <sub>5</sub> : (T <sub>4</sub> ) vs (T <sub>5</sub> )	79,50	1	12640,5	12640,5	2,36 <sup>ns</sup>
Resíduo	-	18	96355,77	5353,09	

\* significativo a 5% de probabilidade de erro, pelo teste "F". <sup>ns</sup> não significativo.

Quadro 6A. Análise de variância da biomassa seca de capim-limão (g/parcela) em função dos contrastes dos tratamentos do experimento convencional, Campos dos Goytacazes-RJ, 2005

Fontes de Variação	Valor do Contraste	G.L.	SQ	QM	F
Tratamentos	-	(5)	(41143,36)	8228,67	2,56 <sup>ns</sup>
C <sub>1</sub> : (T <sub>1</sub> , T <sub>2</sub> , T <sub>3</sub> ) vs (T <sub>4</sub> , T <sub>5</sub> , T <sub>6</sub> )	175,5	1	20533,50	20533,50	6,38*
C <sub>2</sub> : (T <sub>1</sub> , T <sub>2</sub> ) vs (T <sub>3</sub> )	48,25	1	1552,04	1552,04	0,48 <sup>ns</sup>
C <sub>3</sub> : (T <sub>4</sub> , T <sub>5</sub> ) vs (T <sub>6</sub> )	152,5	1	15504,17	15504,17	4,82*
C <sub>4</sub> : (T <sub>1</sub> ) vs (T <sub>2</sub> )	-19,25	1	741,13	741,13	0,23 <sup>ns</sup>
C <sub>5</sub> : (T <sub>4</sub> ) vs (T <sub>5</sub> )	37,50	1	2812,50	2812,50	0,87 <sup>ns</sup>
Resíduo	-	18	57892,50	3216,25	-

\* significativo a 5% de probabilidade de erro, pelo teste "F". <sup>ns</sup> não significativo.

Quadro 7A. Análise de variância do teor de óleo nas amostras (Dag.kg<sup>-1</sup>) de capim-limão em função dos contrastes dos tratamentos do experimento de cultivo orgânico, Campos dos Goytacazes-RJ, 2005

Fontes de Variação	Valor do Contraste	G.L.	SQ	QM	F
Tratamentos	-	(5)	(0,2511)	0,05022	2,16 <sup>ns</sup>
C <sub>1</sub> : (T <sub>1</sub> , T <sub>2</sub> , T <sub>3</sub> ) vs (T <sub>4</sub> , T <sub>5</sub> , T <sub>6</sub> )	-0,1638	1	0,0179	0,0179	0,77 <sup>ns</sup>
C <sub>2</sub> : (T <sub>1</sub> , T <sub>2</sub> ) vs (T <sub>3</sub> )	0,2560	1	0,0437	0,0437	1,89 <sup>ns</sup>
C <sub>3</sub> : (T <sub>4</sub> , T <sub>5</sub> ) vs (T <sub>6</sub> )	0,4789	1	0,1529	0,1529	6,60*
C <sub>4</sub> : (T <sub>1</sub> ) vs (T <sub>2</sub> )	-0,0758	1	0,0115	0,0115	0,50 <sup>ns</sup>
C <sub>5</sub> : (T <sub>4</sub> ) vs (T <sub>5</sub> )	0,1121	1	0,0251	0,0251	1,09 <sup>ns</sup>
Resíduo	-	18	0,4169	0,0232	-

\* significativo a 5% de probabilidade de erro, pelo teste "F" / <sup>ns</sup> não significativo.

Quadro 8A. Análise de variância do rendimento total de óleo (g/parcela) em função dos contrastes dos tratamentos do experimento de cultivo orgânico, Campos dos Goytacazes-RJ, 2005

Fontes de Variação	Valor do Contraste	G.L.	SQ	QM	F
Tratamentos	-	(5)	(101811,00)	20362,21	5,164**
C <sub>1</sub>	134,18	1	12002,83	12002,83	3,04 <sup>ns</sup>
C <sub>2</sub>	246,72	1	40582,12	40582,12	10,29**
C <sub>3</sub>	174,53	1	20306,26	20306,26	5,15*
C <sub>4</sub>	-44,49	1	3959,39	3959,31	1,00 <sup>ns</sup>
C <sub>5</sub>	111,71	1	24960,39	24960,39	6,33*
Resíduo	-	18	70976,48	3943,14	

\* significativo a 5% de probabilidade de erro, pelo teste "F" / <sup>ns</sup> não significativo.

Quadro 9A. Análise de variância do teor de óleo nas amostras (Dag.kg<sup>-1</sup>) de capim-limão em função dos contrastes dos tratamentos do experimento de cultivo convencional, Campos dos Goytacazes-RJ, 2005

Fontes de Variação	Valor do Contraste	G.L.	SQ	QM	F
Tratamentos	-	(5)	(0,2815)	0,0563	0,75 <sup>ns</sup>
C <sub>1</sub>	-0,2536	1	0,0429	0,0429	0,57 <sup>ns</sup>
C <sub>2</sub>	0,3147	1	0,0660	0,0660	0,88 <sup>ns</sup>
C <sub>3</sub>	0,3160	1	0,0666	0,0666	0,89 <sup>ns</sup>
C <sub>4</sub>	0,1703	1	0,0580	0,0580	0,77 <sup>ns</sup>
C <sub>5</sub>	0,1548	1	0,0479	0,0479	0,64 <sup>ns</sup>
Resíduo	-	18	1,3508	0,0750	-

\* significativo a 5% de probabilidade de erro, pelo teste "F" / <sup>ns</sup> não significativo.

Quadro 10A. Análise de variância do rendimento total de óleo (g/parcela) em função dos contrastes dos tratamentos do experimento de cultivo convencional, Campos dos goytacazes-RJ, 2005

Fontes de Variação	Valor do Contraste	G.L.	SQ	QM	F
Tratamentos	-	(5)	(28378,65)	5675,73	1,20 <sup>ns</sup>
C <sub>1</sub>	79,2377	1	4185,74	4185,74	0,88 <sup>ns</sup>
C <sub>2</sub>	87,0259	1	5049,00	5049,00	1,07 <sup>ns</sup>
C <sub>3</sub>	135,2378	1	12192,84	12192,84	2,58 <sup>ns</sup>
C <sub>4</sub>	25,9929	1	1351,26	1351,26	0,29 <sup>ns</sup>
C <sub>5</sub>	52,9142	1	5599,83	5599,83	1,18 <sup>ns</sup>
Resíduo	-	18	85155,09	4730,84	-

\* significativo a 5% de probabilidade de erro, pelo teste "F" / <sup>ns</sup> não significativo.

Quadro 11A – Número total de plantas daninhas (NTPI), número de plantas idicotiledôneas (NPD) e monocotiledôneas (NPM) incidentes nos experimentos de cultivo orgânico e convencional, em função dos tratamentos e das época de controle em dias após plantio (DAP) Campos dos Goytacazes-RJ, 2005

Tratamentos	Época (DAP)	Cultivo orgânico			Cultivo convencional		
		NTPI	NPD	NPM	NTPI	NPD	NPM
T <sub>1</sub>	15	47	0,5	46,5	56,5	0,75	55,75
T <sub>1</sub>	42	33,75	1	32,75	39,25	0,25	39
T <sub>1</sub>	92	33	5,25	27,75	49,5	2	47,5
T <sub>1</sub>	131	12	4,5	7,5	12,75	3,25	9,5
T <sub>1</sub>	180	19,5	8	11,5	9,25	2,75	6,5
T <sub>2</sub>	15	89,75	1	88,75	51,25	0	51,25
T <sub>2</sub>	42	118,25	0,75	117,5	90,25	1,25	89
T <sub>2</sub>	92	55,5	3,75	51,75	60,25	2,75	57,5
T <sub>2</sub>	131	25	10,75	14,25	24,25	4,75	19,5
T <sub>2</sub>	180	25	11,75	13,25	14,5	4,25	10,25
T <sub>3</sub>	15	68,75	1,75	67	88,75	1	87,75
T <sub>3</sub>	42	79,25	1,25	78	99,25	1,25	98
T <sub>3</sub>	92	42,25	4,25	38	35,5	3	32,5
T <sub>3</sub>	131	17	11,25	5,75	24,5	10,5	14
T <sub>3</sub>	180	26,5	21,5	5	17,25	12,25	5
T <sub>4</sub>	15	107,5	2,5	105	69,75	0,75	69
T <sub>4</sub>	42	64,5	1	63,5	75,5	0,5	75
T <sub>4</sub>	92	73,75	7,25	66,5	159	5,75	153,25
T <sub>4</sub>	131	47,75	5	42,75	33,25	3,25	30
T <sub>4</sub>	180	17	4,75	12,25	12	4,75	7,25
T <sub>5</sub>	15	58	7,25	50,75	135	2,25	132,75
T <sub>5</sub>	42	55,5	4	51,5	100,75	2	98,75
T <sub>5</sub>	92	30	7,25	22,75	102,5	7,5	95
T <sub>5</sub>	131	29,75	9	20,75	26	6,5	19,5
T <sub>5</sub>	180	20,75	7,25	13,5	23,75	5	18,75
T <sub>6</sub>	15	88,75	4,5	84,25	109,75	1,75	108
T <sub>6</sub>	42	106	1,5	104,5	117,75	2	115,75
T <sub>6</sub>	92	50,5	10	40,5	82	7,25	74,75
T <sub>6</sub>	131	28	8,75	19,25	24	3,25	20,75
T <sub>6</sub>	180	22,75	16,25	6,5	12,75	7,5	5,25

Quadro 12A. Efeito da época de controle sobre o número total de plantas daninhas nos tratamentos do cultivo orgânico de capim-limão, Campos dos Goytacazes-RJ, 2005

Fontes de Variação	G. L.	S.Q.	Q. M.	F
Tratamento	5	19338,37	3867,67	2,41 *
Erro (A)	18	28869,10	1603,84	-
Época de Controle	4	65730,22	16432,55	25,50 **
T x E	20	19572,88	978,44	1,52 <sup>ns</sup>
Erro (B)	72	46394,90	644,37	-
Total	119	179905,50	-	-

Teste "F" (5%) \* e (1%) \*\*, <sup>ns</sup> não significativo. (C. V. = 51%)

Quadro 13A. Efeito da época de controle sobre o número de plantas dicotiledôneas nos tratamentos do cultivo orgânico de capim-limão, Campos dos Goytacazes-RJ, 2005

Fontes de Variação	G. L.	S.Q.	Q. M.	F
Tratamento	5	361,07	72,21	1,53 <sup>ns</sup>
Erro (A)	18	848,50	47,14	-
Época de Controle	4	1561,95	390,49	10,24 <sup>**</sup>
T x E	20	863,35	43,17	1,13 <sup>ns</sup>
Erro (B)	72	2745,50	38,13	-
Total	119	6380,37	-	-

Teste "F" (5%) \* e (1%) \*\*, <sup>ns/</sup> não significativo. (C. V. = 100,96%)

Quadro 14A. Efeito da época sobre o número de plantas monocotiledôneas nos tratamentos do cultivo orgânico de capim-limão, Campos dos goytacazes-RJ, 2005

Fontes de Variação	G. L.	S.Q.	Q. M.	F
Tratamento	5	18890,00	3778,00	2,56 <sup>*</sup>
Erro (A)	18	26549,70	1474,98	-
Época de Controle	4	86825,80	21706,45	33,99 <sup>**</sup>
T x E	20	21224,00	1061,20	1,66 <sup>ns</sup>
Erro (B)	72	45975,80	638,55	-
Total	119	199465,30	-	-

Teste "F" (5%) \* e (1%) \*\*, <sup>ns/</sup> não significativo. (C. V. = 57,89%)

Quadro 15A. Efeito da época de controle sobre o número total de plantas daninhas nos tratamentos do cultivo convencional de capim-limão, Campos dos Goytacazes-RJ, 2005

Fontes de Variação	G. L.	S.Q.	Q. M.	F
Tratamento	5	27513,54	5502,71	5,01 <sup>**</sup>
Erro (A)	18	19785,25	1099,18	-
Época de Controle	4	123329,20	30832,30	45,33 <sup>**</sup>
T x E	20	50095,08	2504,75	3,68 <sup>**</sup>
Erro (B)	72	48972,50	680,17	-
Total	119	269695,60	-	-

Teste "F" (5%) \* e (1%) \*\*, <sup>ns/</sup> não significativo. (C.V.: 44,53%)

Quadro 16A. Efeito da época de controle sobre o número de dicotiledôneas nos tratamentos do cultivo convencional de capim-limão, Campos dos Goytacazes-RJ, 2005

Fontes de Variação	G. L.	S.Q.	Q. M.	F
Tratamento	5	204,77	40,95	2,46*
Erro (A)	18	299,50	16,64	-
Época de Controle	4	531,58	132,90	14,88**
T x E	20	331,82	16,59	1,86*
Erro (B)	72	643,00	8,93	-
Total	119	2010,67	-	-

Teste "F" (5%) \* e (1%) \*\*, <sup>ns/</sup> não significativo. (C. V. = 81,50%).

Quadro 17A. Efeito da época de controle sobre o número de plantas monocotiledôneas nos tratamentos do cultivo convencional de capim-limão, Campos dos Goytacazes-RJ, 2005

Fontes de Variação	G. L.	S.Q.	Q. M.	F
Tratamento	5	25084,54	5016,91	4,43**
Erro (A)	18	20371,85	1131,769	-
Época de Coleta	4	137065,50	34266,37	50,16**
T x E	20	48282,83	2414,142	3,53**
Erro (B)	72	49184,90	683,12	-
Total	119	279989,60	-	-

Teste "F" (5%) \* e (1%) \*\*, <sup>ns/</sup> não significativo. (C. V. = 47,61%)

Quadro 18A. Equações de regressão linear para as variáveis: número total de plantas daninhas por parcela, número de plantas daninhas de dicotiledôneas por parcela e número de plantas daninhas de monocotiledôneas por parcela de capim-limão, em função das épocas de controle, nos experimentos orgânico e convencional, Campos dos Goytacazes-RJ, 2005

Nº de plantas daninhas	Cultivo			
	Orgânico		Convencional	
	Teste "t" Coeficientes de Regressão	"F" ANOVA Regressão	Equação de Regressão	"F" ANOVA Regressão
total	$Y = 97,48 - 15,90^{**} X$	60,10**	$Y = 119,60 - 20,53^{**} X$	68,86**
dicotiledôneas	$Y = -1,07 + 2,39^{**} X$	32,49**	$Y = 0,54 + 1,40^{**} X$	36,32**
monocotiledôneas	$Y = 98,55 - 18,30^{**} X$	79,64**	$Y = 120,15 - 21,75^{**} X$	80,54**

\*\* teste "t" (1%) para os coeficientes da regressão e Teste "F" (1%) para Análise de Variância da regressão linear