



FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE GURUPI
MESTRADO EM PRODUÇÃO VEGETAL

IANE BRITO TAVARES

PROPAGAÇÃO VEGETATIVA, ADUBAÇÃO ORGÂNICA E IDADES DE
COLHEITA DE QUIMITIPOS DE ERVA-CIDREIRA

[*Lippia alba* (Mill.) N. E. Brown]

GURUPI – TO
JUL./2009



FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE GURUPI
MESTRADO EM PRODUÇÃO VEGETAL

IANE BRITO TAVARES

PROPAGAÇÃO VEGETATIVA, ADUBAÇÃO ORGÂNICA E IDADES DE
COLHEITA DE QUIMITIPOS DE ERVA-CIDREIRA

[*Lippia alba* (Mill.) N. E. Brown]

Dissertação apresentada ao curso de Mestrado em Produção Vegetal da Universidade Federal do Tocantins, em cumprimento parcial das exigências para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Dr. Ildon Rodrigues do Nascimento

Co-Orientadora: Prof^ª. Dra. Valéria Gomes Momenté

GURUPI – TO

JUL./2009

**PROPAGAÇÃO VEGETATIVA, ADUBAÇÃO ORGÂNICA E IDADES DE
COLHEITA DE QUITIPOS DE ERVA-CIDREIRA**

[*Lippia alba* (Mill.) N. E. Brown]

Esta dissertação foi submetida como parte dos requisitos necessários à obtenção do Grau de Mestre em Produção Vegetal, Área de concentração Fitotecnia, outorgado pela Universidade Federal do Tocantins, e encontra-se a disposição dos interessados na Biblioteca Central da referida Universidade.

A citação de qualquer trecho desta dissertação é permitida, desde que seja feita de conformidade com as normas de ética científica.

Aprovada em: 13/08/2009

Iane Brito Tavares
Autora

Dr. Ildon Rodrigues do Nascimento
(Orientador)

Dra. Valéria Gomes Momenté
(Co-orientadora)

Dr. Claudomiro Moura Gomes André
(Examinador)

Dr. Henrique Guilhon de Castro
(Examinador)

Dra. Juliana Barilli
(Examinadora)

A Deus o autor da minha vida,

DEDICO

“Só as mãos de Deus me levam aos lugares onde meus pés nunca levariam”

Iron Brito Tavares.

Ao meu pai Manoel,
Minha mãe Teresinha,
Meus irmãos Inara e Iron
e meus familiares, em especial:
Márcia, Mauricélia e Lucimary,

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Tocantins, pela oportunidade de realização deste curso.

A Coordenação do Curso de Pós-graduação em Produção Vegetal e todo o corpo docente pelos conhecimentos transmitidos e exemplo profissional, fundamental para minha formação acadêmica.

A professora Dr^a Valéria Gomes Momenté, **muito obrigada** pela confiança, amizade, orientação, dedicação e por todos os esforços para me profissionalizar.

Ao professor Ildon, pela paciência, disponibilidade, orientações, e inestimável colaboração na realização deste trabalho.

Ao professor Claudomiro Moura Gomes André, pela colaboração, amizade e atenção, que me acompanha desde o programa de iniciação científica.

Aos membros da banca pelos comentários, sugestões e conhecimentos que aprimoram este trabalho.

Ao Horllys Gomes Barreto, Wesley Rosa Santana, Sebastião, Dyego Amaral, Gilberto, Valdivino, e Greyce pelo apoio na idealização e consolidação deste trabalho.

Aos meus amigos e colegas do mestrado: Eliane Rottili, Eliane Iara, Tarliane Tavares, Wagner, Manoel Delito, Stefani, Fernando Barnabé, Thomas, Rogério, Elizângela Dourado pela amizade, conselhos e incentivos.

A equipe do Laboratório de sistemas de produção de energia a partir de fontes renováveis – LASPER/UFT, coordenado pelo Prof. Dr. Márcio Antônio da Silveira, por ceder toda a estrutura para a realização deste trabalho.

E a todos que de alguma forma contribuíram nesta tarefa.

Muito obrigada!

SUMÁRIO

	Páginas
LISTA DE TABELAS	vii
LISTA DE FIGURAS	viii
RESUMO	ix
ABSTRACT	xi
1 INTRODUÇÃO	13
CAPÍTULO I	15
2 REFENCIAL TEÓRICO	15
2.1 Plantas Medicinais: aspectos gerais.....	16
2.2 A espécie <i>Lippia alba</i> (Mill.) N. E. Brown.....	18
2.2.1 Descrição botânica.....	18
2.2.2 Aspectos histoquímicos.....	20
2.2.2.1 Biossíntese.....	20
2.2.2.2 Composição química.....	21
2.2.3 Aspectos etnofarmacêuticos e atividades biológicas.....	23
2.2.4 Utilização agrônômica.....	24
2.2.5 Alguns fatores que influenciam no desenvolvimento da planta.....	25
2.2.5.1 Estaquia.....	25
2.2.5.2 Adubação.....	28
2.2.5.3 Idade de colheita.....	30
2.3 Referências Bibliográficas.....	32
CAPÍTULO II	39
3 TIPOS DE ESTACAS NA PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DA ERVA CIDREIRA	39
Resumo.....	40
Abstract.....	41
3.1 Introdução.....	42
3.2 Materiais e Métodos.....	43
3.3 Resultados e Discussões.....	44
3.4 Conclusões.....	50
3.5 Referências Bibliográficas.....	50
CAPÍTULO III	53
4 INFLUÊNCIA DA ADUBAÇÃO ORGÂNICA NA PRODUÇÃO DA ERVA-CIDREIRA	53

Resumo.....	54
Abstract.....	55
4.1 Introdução.....	56
4.2 Materiais e Métodos.....	57
4.3 Resultados e Discussões.....	58
4.4 Conclusões.....	63
4.5 Referências Bibliográficas.....	63
CAPÍTULO IV.....	66
5 IDADES DE COLHEITA NA PRODUÇÃO DA ERVA-CIDREIRA.....	66
Resumo.....	67
Abstract.....	68
5.1 Introdução.....	69
5.2 Materiais e Métodos.....	70
5.3 Resultados e Discussões.....	72
5.4 Conclusões.....	81
5.5 Referências Bibliográficas.....	81
6 CONCLUSÕES FINAIS.....	84

LISTA DE TABELAS

Capítulo II

Tabela 1.	Resumo da análise de variância da matéria fresca (MFR) e seca (MSR) da raiz, matéria fresca (MFC) e seca (MSC) do caule, matéria fresca (MFF) e seca (MSF) das folhas de estacas (basal e apical) de erva-cidreira (quimiotipos I, II e III). Gurupi - TO, UFT, 2007.....	45
Tabela 2.	Médias dos caracteres matéria fresca (MFR) e seca (MSR) da raiz, matéria fresca (MFC) e seca (MSC) do caule, matéria fresca (MFF) e seca (MSF) das folhas das estacas (basal e apical) de erva-cidreira (quimiotipos I, II e III). Gurupi-TO, UFT, 2007.....	45
Tabela 3.	Resumo da análise de variância da matéria fresca (MFR) e seca (MSC) da raiz, matéria fresca (MFC) e seca (MSC) do caule, matéria fresca (MFF) e seca (MSF) das folhas das plantas de erva-cidreira (quimiotipos I, II e III) em função de três tipos de substrato. Gurupi - TO, UFT, 2007.....	48
Tabela 4.	Médias dos caracteres matéria fresca (MFR) e seca (MSR) da raiz, matéria fresca (MFC) e seca (MSC) do caule, matéria fresca (MFF) e seca (MSF) das folhas (MSF) das plantas de erva-cidreira quimiotipos I, II e III em diferentes substratos, Gurupi-TO, UFT, 2008.....	49

Capítulo III

Tabela 1.	Composição química do solo da área de plantio. Gurupi-TO, UFT, 2008.....	57
Tabela 2.	Composição química do adubo orgânico utilizado no experimento. Gurupi-TO, UFT, 2008.....	57
Tabela 3.	Resumo da análise de variância da altura da planta (AP), número de ramos principais (NRP), número de folhas (NF), matéria fresca (MFF) e seca (MSF) das folhas, produtividade de matéria fresca (Prod-F) e seca (Prod-S) das folhas da erva-cidreira (quimiotipos I, II e III) submetida a diferentes doses de adubação orgânica. Gurupi-TO, UFT, 2009.....	59
Tabela 4.	Média da altura das plantas (AP), número de ramos principais (NRP), número de folhas (NF), matéria fresca (MFF) e seca (MSF) das folhas, produtividade de matéria fresca (Prod-F) e seca (Prod-S) das folhas da erva-cidreira (quimiotipos I, II e III). Gurupi-TO, UFT, 2009.....	59

Capítulo IV

Tabela 1.	Composição química do solo da área de plantio. Palmas, UFT, 2007.....	70
Tabela 2.	Resumo da análise de variância para produtividade da matéria fresca e seca das folhas, matéria seca das folhas, teor de óleo essencial em matéria fresca e seca, rendimento do óleo essencial de plantas de erva-cidreira quimiotipo II, em função da época de plantio e idade de colheita. Palmas-TO, UFT, 2009.....	73

LISTA DE FIGURAS

Capítulo I

- Figura 1. Erva-cidreira [*Lippia alba* (Mill.) N. E. Brown]..... 18
- Figura 2. Erva-cidreira cultivada em Palmas-TO..... 19

Capítulo II

- Figura 1. Propagação da erva-cidreira (quimiotipos I, II e III) utilizado estacas basais e apicais. UFT, Gurupi-TO. 2008..... 44
- Figura 2. Distribuição de matéria seca nas plantas de erva-cidreira (quimiotipos I, II e III). UFT, Gurupi-TO. 2008..... 47

Capítulo III

- Figura 1. Altura das plantas (a), número de folhas (b), matéria fresca das folhas (c), matéria seca das folhas (d), produtividade de matéria seca das folhas (e) e produtividade de matéria seca das folhas (f) de erva-cidreira quimiotipos I, II e III em função da adubação orgânica. Gurupi-TO, UFT. 2008..... 60

Capítulo IV

- Figura 1. Implantação do experimento. Palmas-TO, UFT, 2007..... 71
- Figura 2. Produtividade de matéria fresca das folhas da erva-cidreira quimiotipo II (cital-limoneno), plantada na estação chuvosa (a) e seca (b), colhida em diferentes períodos. Palmas-TO, UFT, 2009..... 74
- Figura 3. Produtividade de matéria seca das folhas da erva-cidreira quimiotipo II (cital-limoneno), plantada na estação chuvosa (a) e seca (b), colhida em diferentes períodos. Palmas-TO, UFT, 2009..... 76
- Figura 4. Matéria seca das folhas da erva-cidreira quimiotipo II (cital-limoneno), plantada na estação chuvosa (a), e seca (b), colhida em diferentes períodos. Palmas-TO, UFT, 2009..... 77
- Figura 5. Teor de óleo essencial em matéria fresca da erva-cidreira quimiotipo II (cital-limoneno), plantada na estação chuvosa (a) e seca (b), colhida em diferentes períodos. Palmas-TO, UFT, 2009..... 77
- Figura 6. Teor de óleo essencial em matéria seca da erva-cidreira quimiotipo II (cital-limoneno), plantada na estação chuvosa (a) e seca (b), colhida em diferentes períodos. Palmas-TO, UFT, 2009..... 79
- Figura 7. Rendimento do óleo essencial em matéria fresca foliar da erva-cidreira quimiotipo II (cital-limoneno), plantada na estação chuvosa (a) e seca (b), colhida em diferentes períodos. Palmas-TO, UFT, 2009..... 80

PROPAGAÇÃO VEGETATIVA, ADUBAÇÃO ORGÂNICA E IDADES DE COLHEITA DE QUIMIOTIPOS DE ERVA-CIDREIRA

[*Lippia alba* (Mill.) N. E. Brown]

RESUMO

A produção de biomassa e óleo essencial da erva-cidreira [*Lippia alba* (Mill.) N. E. Brown] varia em função das relações ecológicas da espécie com o ambiente. Se conhecida as diferentes respostas da planta em relação às técnicas culturais, será possível recomendar aquela que garanta alta produção, manutenção do valor terapêutico da planta e uniformidade na concentração dos constituintes de interesse. Diante desses aspectos o objetivo do trabalho foi estabelecer parte da tecnologia de produção da erva-cidreira visando maximizar quantitativamente a produção de biomassa e óleo essencial nas condições de Palmas e Gurupi, Estado do Tocantins. Este estudo foi dividido em quatro capítulos: Referencial teórico (capítulo I); Propagação vegetativa com estacas caulinares (capítulo II); Doses de adubação orgânica (capítulo III); e Épocas de plantio e idades de colheita da erva-cidreira (capítulo IV). O trabalho foi desenvolvido no período de 2007 a 2009. No capítulo II foram realizados dois experimentos utilizando estacas de erva-cidreira quimiotipos I, II, e III. No 1º experimento, foram utilizadas estacas (apicais e basais) de três quimiotipos, em um esquema fatorial 2 x 3. No 2º experimento, as estacas dos três quimiotipos foram propagadas em três substratos: Plantimax[®] + esterco de bovino curtido (na proporção de 1:1); Plantimax[®] + palha de arroz carbonizada (na proporção de 1:1); e Plantimax[®], disposto em esquema fatorial 3 x 3 com 4 repetições. Após 30 dias do plantio foi determinado a matéria fresca e seca da raiz, caule e folhas. No capítulo III, foi implantado um experimento em esquema fatorial 3 x 4, representados por três quimiotipos de erva-cidreira (I, II e III) e quatro dosagens de adubação orgânica (0, 2, 4 e 6 kg.m⁻²), em blocos casualizados com três repetições. Após 90 dias do plantio, as seguintes características foram avaliadas: altura da planta, número de folhas, número de ramos principais, matéria fresca e matéria seca das folhas, produtividade de matéria fresca e seca. As duas primeiras etapas foram realizadas na Estação Experimental da UFT, Campus Universitário de Gurupi. No capítulo IV foi implantado um experimento em parcelas subdivididas, sendo 2 épocas de plantio [novembro/2007 (estação chuvosa) e maio/2008 (estação seca)] os tratamentos primários, com três repetições; e 5 idades de colheita (180, 210, 240, 270, 300 dias após o plantio - DAP) os tratamentos secundários. Este experimento foi implantado na Estação Experimental da UFT, Campus Universitário de Palmas. O material botânico utilizado foi erva-cidreira quimiotipo II (citril-limoneno). Após a

colheita foram avaliados: a produtividade de matéria fresca e seca das folhas, matéria seca das folhas, teor de óleo essencial, e rendimento do óleo essencial das folhas. A produção de mudas por via assexuada, utilizando estacas caulinares, independe do tipo de estaca (basal ou apical). O substrato contendo Plantimax[®] + esterco bovino curtido ou Plantimax[®] + palha de arroz carbonizada promove melhor desenvolvimento das mudas. As plantas de erva-cidreira respondem positivamente à adubação orgânica com esterco bovino curtido, registrando-se rendimentos crescentes de biomassa com o aumento das doses do adubo. O plantio na estação chuvosa aumenta a produtividade de matéria fresca e seca. E o plantio na estação seca aumenta o teor de óleo essencial em matéria fresca e seca. O maior rendimento do óleo essencial na estação chuvosa é aos 240 DAP. O rendimento do óleo essencial na estação seca aumenta proporcionalmente com o aumento das idades de colheita. Os estudos envolvendo a propagação vegetativa, adubação orgânica, época de plantio e idade colheita permite, de forma pioneira, estabelecer um sistema de produção para erva-cidreira [*Lippia alba* (Mill.) N. E. Brown] no Estado do Tocantins.

Palavras-chave: *Lippia alba*, estaquia, adubo orgânico, óleo essencial.

VEGETATIVE PROPAGATION, ORGANIC FERTILIZATION AND AGE AT HARVEST OF *Lippia alba* (Mill.) N. E. Brown CHEMOTYPES

ABSTRACT

The production of the biomass and or essential oil of the *Lippia alba* varies in function on the ecological relationships of the species with the environment. Known whether the different responses of the plant in relation to cultivation techniques, can be recommend that to ensure high production and maintenance of the therapeutic value of plant and uniformity in the concentration of constituents of interest. Considering these aspects, the objective of the study was to establish the technology of production of *Lippia alba* to maximize the quantity of biomass production and essential oil in the Palmas and Gurupi, State of the Tocantins. The study was divided in four chapters: Review (Chapter I); The vegetative propagation with stem cuttings (Chapter II); Rates of organic fertilization (Chapter III); Planting dates and ages of harvest of the *Lippia alba* (Chapter IV). The study was conducted in the period 2007 to 2009. In chapter II, two experiments were carried out using cuttings of the *Lippia alba* chemotypes I, II and III. In the 1nd experiment, were cuttings used (apical and basal) of three chemotypes in a 2 x 3 factorial. In the 2nd experiment the cuttings of the three chemotypes were propagated in three substrates: Plantimax[®] + manure of the bovine (proportion of the 1:1); Plantimax[®] + carbonized rice straw (proportion of the 1:1), and Plantimax[®] in a factorial 3 x 3 with 4 replications. After 30 days of the planting was determined the fresh matter and dry matter of roots, stems and leaves. In the chapter III, an experiment was implanted in a factorial 3 x 4, represented by three chemotypes *Lippia alba* (I, II and III) and four doses of organic manure (0, 2, 4 and 6 kg.m⁻²) in randomized blocks with three replications. After 90 days of planting, the following were evaluated: plant height, number of leaves, number of main branches, fresh matter and dry matter of leaves, yield of fresh matter and dry matter. The first two steps were implemented at the Experimental Station of the UFT, University Campus of Gurupi. In the chapter IV was implemented in a split plot experiment, and 2 planting dates [november/2008 (rainy season) and may/2008 (dry season)] initial treatment, with three replicates, and 5 ages of harvest (180, 210, 240, 270, 300 days after planting - DAP) the secondary treatments. This were implemented at the Experimental Station of the UFT, University Campus of the Palmas. The botanical material used was *Lippia alba* chemotype II (citral-limonene). After harvest were evaluated: the productivity of fresh and dry matter of leaves, dry the leaves, essential oil content and yield of essential oil of the leaves. The

production of seedlings by asexual, using stem cuttings independent of the type of cutting (basal or apical). The substrate containing Plantimax[®] + cattle manure or Plantimax[®] + rice carbonized straw promotes better development of seedlings. The *Lippia alba* plants respond positively to organic fertilization with cattle manure and the yield of biomass increased with increasing doses of fertilizer. The planting in the rainy season increases the productivity of fresh and dry. The planting in the dry season increases the content of essential oil on fresh and dry matter. The highest yield of essential oil in the rainy season is at 240 DAP. The yield of essential oil in the dry season increases proportionately with increasing age of harvest. Studies involving vegetative propagation, organic fertilization, timing of planting and harvest age allows so pioneering establish a production system to *Lippia alba* in the State of the Tocantins.

Keywords: *Lippia alba*, cutting, organic fertilizer, essential oil.

INTRODUÇÃO

A erva-cidreira [*Lippia alba* (Mill.) N. E. Brown] é uma das plantas de real importância farmacológica, com atual utilização nos programas de fitoterapia. A espécie é largamente utilizada no Brasil devido às propriedades calmante, espasmolítica suave, analgésica, sedativa, ansiolítica e levemente expectorante (MATTOS et al., 2007).

Trata-se de um subarbusto de morfologia variável, medindo até dois metros de altura, com ramos finos de coloração esbranquiçada, exibindo folhas de largura variável, com bordos serrados e ápice agudo (MATOS, 2000). As flores são pequenas reunidas em inflorescência capituliformes (MATOS, 1998).

O nome popular “cidreira”, empregado no Brasil para designar espécies aromáticas de várias famílias botânicas, também é utilizada para *Lippia alba*. Os aromas estão relacionados aos constituintes químicos predominantes nos óleos essenciais (misturas complexas de substâncias voláteis lipofílicas). A composição e concentração dos constituintes do óleo essencial é o resultado dos muitos processos metabólicos que ocorrem na planta (MATTOS et al., 2007), os quais variam quantitativamente e qualitativamente em função das relações ecológicas da espécie com o meio, mudando continuamente com o tempo e o espaço (CASTRO et al., 2004).

Além dos fatores ambientais que influenciam na produção e composição do óleo, vários trabalhos revelam que há uma enorme variabilidade em relação a produção de compostos químicos dentro da espécie. Hennebelle et al. (2008) citaram a ocorrência de sete tipos químicos (quimiotipos) na espécie da erva-cidreira, cuja variabilidade foi identificada a partir da análise dos constituintes químicos majoritários do óleo essencial e rotas metabólicas.

O potencial industrial dessa espécie está associado às grandes facilidades agronômicas que ela apresenta como a rusticidade, a rapidez de colonização pela propagação vegetativa, o vigor, a alogamia (fonte de variabilidade), e também por vegetar e florescer o ano todo, além de apresentar ampla adaptação para vários ambientes (plasticidade fenotípica) (YAMAMOTO, 2006).

No Brasil, estudos visando um maior conhecimento da erva-cidreira, relacionando a área agronômica e fitoquímica, vêm crescendo na última década. Estas informações tratam de diversos aspectos do cultivo da espécie, relacionando-os com as características do óleo essencial produzido. Mas, as informações sobre as influências das práticas de manejo no valor terapêutico da erva cidreira ainda são insuficientes. Se conhecida as diferentes respostas da planta em relação às técnicas culturais, será possível recomendar aquela que garanta não

somente uma alta produção, mas a manutenção do valor terapêutico da planta, através da uniformidade na concentração dos constituintes majoritários do óleo essencial.

Tomando por base a importância da padronização do cultivo para garantir a produção de princípio ativo que justifiquem o uso medicinal da espécie. Diante deste aspecto o objetivo desse trabalho foi estabelecer parte da tecnologia de produção da erva-cidreira, visando maximizar quantitativamente a produção de biomassa e o teor do óleo essencial nas condições de Palmas e Gurupi, Estado do Tocantins.

Por isso foram realizados alguns experimentos com os seguintes objetivos:

- Avaliar os efeitos dos tipos de estacas e substratos sobre a propagação vegetativa dos quimiotipos I (mirceno-citral); II (citral-limoneno) e III (carvona-limoneno) de erva cidreira nas condições de Gurupi-TO;
- Avaliar os efeitos dos níveis de adubação orgânica na produção da erva-cidreira quimiotipos I (mirceno-citral); II (citral-limoneno) e III (carvona-limoneno) nas condições de Gurupi-TO;
- Determinar a idade de colheita da erva-cidreira quimiotipo II (citral-limoneno) nas condições de Palmas-TO.

CAPÍTULO I

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Plantas Medicinais: aspectos gerais

Desde as primeiras civilizações qualquer vegetal produtor de substância biologicamente ativas eram utilizadas na fitoterapia. A simples observação dos recursos naturais com propriedades terapêuticas deu início aos estudos e aplicações mais efetivas para a população, principalmente a partir do século XVIII, com o surgimento das ciências agregadas (YAMAMOTO, 2006). Nos últimos anos a demanda por medicamentos à base de plantas medicinais vem crescendo mundialmente. Nos países desenvolvidos, como alternativa mais saudável, ou menos danosa, de tratamento. Nos países em desenvolvimento, como resultante do não acesso aos medicamentos farmacológicos (FREITAS, 2007), aliado ao seu baixo efeito colateral (MATTOS et al., 2007).

A fitoterapia é hoje no Brasil uma prática terapêutica incentivada pelo Ministério da Saúde (BRASIL, 2007), devido à sua comprovada eficiência e baixo custo operacional. No período de novembro de 2003 a outubro de 2006, o segmento de fitoterápicos brasileiro faturou R\$ 1,8 bilhões. Apenas em 2006, o comércio de fitoterápico alcançou 2,51% do mercado farmacêutico, valor equivalente a R\$ 543 milhões (FREITAS, 2007). Apesar das estatísticas divulgadas serem pouco descritivas e imprecisas para o comércio referente a plantas medicinais, ainda é possível notar com clareza a importância desses produtos para o Brasil, principalmente quando se considerara o valor agregado (YAMAMOTO, 2006).

Cerca de 80% da população mundial depende da medicina tradicional para atender a suas necessidades básicas de tratamento de saúde. Para esse fim são utilizadas espécies nativas, bem como espécies exóticas trazidas pelas diferentes correntes migratórias (BRASIL, 2007). O problema é que a crescente utilização desta flora vem ocorrendo de forma desordenada, o que poderá favorecer a perda da biodiversidade. Levantamentos efetuados junto a indústrias e farmácias atestam que mais da metade das plantas medicinais encontrada, no mercado formal ou mesmo informal, são nativas, obtidas através de coleta, sendo algumas espécies incultiváveis (MING et al., 2003; INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE, 2008). A exploração direta (e desordenada) de plantas de uso medicinal da flora nativa, por meio da extração diretamente dos ecossistemas tropicais, tem levado a reduções drásticas das populações naturais de inúmeras espécies, colocando em risco a flora medicinal e a possibilidade de descoberta de novos fármacos (CASTRO et al., 2004).

Por outro lado, o aumento na demanda de matéria-prima para produtos naturais e os preços atrativos, quando comparados com os demais produtos agrícolas, despertou o interesse

de produtores rurais para o cultivo de plantas medicinais (SCHEFFER et al., 1999; YAMAMOTO, 2006). Segundo Scheffer et al. (1999), no início a produção era restrita a espécies exóticas, porém com o aumento da dificuldade em encontrar as plantas nativas em seus ambientes naturais e o aumento nas exigências com relação à qualidade, muitos produtores estão realizando a domesticação de várias espécies empiricamente.

Conseqüentemente, a segurança e a qualidade das plantas medicinais e produtos acabados se tornaram uma grande preocupação para as autoridades de saúde das indústrias farmacêuticas e ao público (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2007). O emprego correto de plantas para fins terapêuticos pelos serviços de saúde pública requer o uso de plantas medicinais selecionadas por sua eficácia e segurança terapêutica (MATOS, 2000), já que a qualidade do fitoterápico é influenciada pela qualidade do material vegetal obtido (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2007).

O problema da qualidade das plantas medicinais tem início na identificação correta da espécie e, posteriormente, no seu plantio, colheita e beneficiamento e no preparo dos medicamentos ou extratos vegetais (CASTRO et al., 2004). Diversos fatores influenciam na qualidade final do produto, como: características genéticas da planta, variações climáticas, solo, época de plantio, condições de secagem, tempo de armazenamento, entre outros (KAMADA et al., 1999; CASTRO et al., 2004).

Ventrella (2000) observou que o teor e a composição química do óleo essencial da erva-cidreira variaram tanto no teor quanto na proporção dos componentes do óleo essencial, em função das épocas de colheita e dos níveis de sombreamento. Diante disso, verifica-se a necessidade de se cultivar plantas medicinais, considerando a produção de biomassa e principalmente o teor de princípios ativos, pelo fato de que a síntese desses compostos pode sofrer alterações conforme as técnicas de cultivo (MING, 1996).

2.2 A espécie *Lippia alba* (Mill.) N. E. Brown

2.2.1 Descrição botânica

Erva-cidreira [*Lippia alba* (Mill.) N.E. Brown] pertencente à família Verbenaceae (Figura 1), que também inclui outras plantas medicinais importante como o cidrão [*Aloysia triphylla* (L'Hérit.) Britt.], gervão (*Verbena officinalis* L.) (HENNEBELLE et al., 2008), e alecrim-pimenta *Lippia sidoides* Cham.(MATTOS et al., 2007). A espécie possui ampla distribuição nas Américas Central e do Sul, Sul dos Estados Unidos (PASCUAL et al., 2001b; HENNEBELLE et al., 2008), e encontrada em praticamente todas as regiões do Brasil (JANNUZZI et al., 2007).



Figura 1. Erva-cidreira [*Lippia alba* (Mill.) N. E. Brown].
Fonte: Hennebelle et al. (2008).

Segundo Hennebelle et al. (2008), na América Latina, devido à ampla utilização tradicional, os nomes populares atribuídos a erva-cidreira são numerosos, e estão relacionados ao odor aromático ou propriedades medicinais das plantas. No Brasil, os nomes mais comuns são: erva-cidreira, falsa-melissa, chá-de-tabuleiro, erva cidreira-do-campo, salva-do-Brasil, salva-limão e erva-cidreira-brava (MATOS, 2000), chá-da-febre, erva-cidreira-brasileira, alecrim do campo (HOLETZ et al., 2002), alvia sija (PASCUAL et al., 2001a).

A *Lippia alba* (Mill.) N. E. Brown apresenta um número elevado de sinónimas botânicas: *L. alba* (Mill.) N.E. Brown ex Britton & Wilson; *L. asperifolia* A. Rich.; *L. crenata*

Sesse´ & Moc.; *L. geminata microphylla* Griseb.; *L. germinata* H.B.K.; *L. glabriflora* Kuntze; *L. haanensis* Turcz; *L. lantanoides* Coult.; *L. trifolia* Sesse´ & Moc.; *Lantana alba* Mill.; *Lantana canescens* Hort.; *Lantana geminata* (H.B.K.) Spreng.; *Lantana geminata* Spreng.; *Lantana lippoides* Hook. & Arn.; *Phyla geminata* H.B.K.; *Verbena lantanoides* Willd (PASCUAL et al., 2001b).

Esta planta é um subarbusto de morfologia variável, alcançando até um metro e meio de altura (raramente dois metros), apresenta ramos finos, esbranquiçados, arqueados e quebradiços, portando de folhas opostas, elípticas de largura variável, com bordos serrados e ápice agudo. As flores estão reunidas em inflorescência capituliformes de eixo curto que apresentam dois diferentes tamanhos (MATOS, 2000).



Figura 2. Erva-cidreira cultivada em Palmas-TO.

A erva-cidreira quimiotipo I (citrinal e mirceno) tem folhas ásperas, grandes e inflorescência com até 8 flores linguladas externas em torno de um amplo conjunto de flores ainda fechadas. Na erva-cidreira quimiotipo II (citrinal e limoneno) e III (carvona e limoneno), as folhas são menores e macias, as inflorescência são menores que o tipo I, com um pequeno disco central de flores ainda não desenvolvidas rodeado por apenas três a cinco flores linguladas (MATOS, 1998).

As folhas das plantas do quimiotipo III caracterizam-se por possuir epiderme simples, revestida por cutícula relativamente espessa e estômatos com ampla câmara sub-estomática, situados em ambas as faces; mesofilo formado por parênquima paliçádico uni ou biestratificado e três ou quatro camadas de parênquima esponjoso. Nas folhas também estão presentes quatro tipos de tricomas, um tector (com ápice agudo e base elevada por células

epidérmicas) e três glandulares. Os tricomas glandulares sésseis estão presentes na face abaxial formado por célula basal, intermediária e porção capitada bicelular. Os dois últimos tipos encontram-se distribuídos em ambas as faces foliares (SANTOS, 2003).

Nunes et al. (2000) relatou que a uniformidade da anatomia foliar dentro do gênero *Lippia* e mesmo entre gêneros da subfamília Verbenoideae. Aparentemente, não existem variações anatômicas relevantes entre os quimiotipos desta espécie (SANTOS, 2003), ao contrário de suas características organolépticas e morfológicas, cujas variações são bastante evidentes, conforme descrito por Matos (2000).

2.2.2 Aspectos histoquímicos

2.2.2.1 Biossíntese

O óleo essencial é uma mistura complexa de substâncias voláteis lipofílicas (metabólitos secundários), geralmente odoríferas e líquidas. Podem ser chamados de óleos voláteis, óleos etéreos ou essências devido a algumas de suas características físico-químicas, como volatilidade, solubilidade em solventes orgânicos (como o éter), e aroma intenso e muitas vezes agradável (MATTOS et al., 2007). Na erva-cidreira, o óleo essencial é armazenado nas folhas, mais precisamente nos tricomas secretores (presentes na epiderme foliar) e nos parênquimas paliçádico e lacunoso (GOMES et al., 1993).

A biossíntese dos metabólitos secundários é realizada por rotas metabólicas específicas do organismo, ocorrendo estreita relação entre essas rotas e aquelas responsáveis pela síntese de metabólitos primários. Essas rotas metabólicas são interconectadas de forma que as rotas que sintetizam metabólitos primários fornecem moléculas que são utilizadas como precursoras nas principais rotas da síntese dos metabólitos secundários. O processo primário é a fotossíntese, por meio da qual, as plantas utilizam a energia solar para a produção de compostos orgânicos. Estes compostos servem como precursores dos metabólitos secundários (CASTRO et al., 2004).

Os óleos essenciais são produzidos nas três vias do metabolismo secundário: chiquimato (compostos aromáticos), mevalonato (derivados dos terpenóides) e malonato (ácidos graxos saturados e insaturados, os polifenóis e os poliacetilenos), principalmente nas duas últimas (CORAZZA, 2002). Estes são constituídos principalmente de terpenos (monoterpenos e sesquiterpenos) (CRAVEIRO e QUEIROZ, 1993; CASTRO et al., 2004).

Os terpenóides (isoprenóides) são formados pela condensação de unidades de isopreno, que é obtido da pirólise de compostos C₁₀. Esta condensação é realizada por meio da reação do tipo cabeça-cauda (terpenos regulares) ou cabeça-cabeça (terpenos irregulares) do isopentenilpirofosfato (IPP) e do dimetilalilpirofosfato (DMAPP). O IPP e DMAPP são unidades C₅ ativadas equivalente biológico do isopreno. A biossíntese de IPP ocorre a partir da rota do acetato via intermediário mevalonato (CASTRO et al., 2004). Segundo os mesmos autores, os isoprenos são classificados de acordo com o número de unidades de isopreno (u.i.) que os constitui: monoterpenos (C₁₀, duas u.i.), sesquiterpenos (C₁₅, três u.i.), diterpenos (C₂₀, quatro u.i.), sesterterpenos (C₂₅, cinco u.i.), triterpenos (C₃₀, seis u.i.) e tetraterpenos (C₄₀, sete u.i.).

A biossíntese do óleo essencial é afetada por vários fatores como clima, solo, regiões geográficas, duração do dia e noite, idade da planta, órgão onde se localiza, estresses, etc (MATTOS et al., 2007). A composição e concentração dos compostos químicos no óleo essencial dependem do controle genético e dos estímulos em resposta aos fatores do ambiente, mudando continuamente com o tempo e o espaço (MATTOS, 2000; SANTOS, 2003; EHLERT, 2003). Além disto, ainda há a estabilidade destes compostos após a extração, sendo que alguns não são usados pelas indústrias devido à sua baixa estabilidade (MATTOS et al., 2007).

2.2.2.2 Composição química

A maioria dos pesquisadores estudam os óleos essenciais, por métodos de análise convencional, ou seja, a cromatografia em fase gasosa (CG), na maioria das vezes associada a espectrometria de massa (CG-MS) (HENNEBELLE et al., 2008).

Julião et al. (2003) relata que a composição do óleo essencial da erva-cidreira varia de tal forma, que foi sugerida o agrupamento dos genótipos em quimiotipos (tipo químicos), separados por seus elementos majoritários. Zoghbi et al. (1997) analisaram por CG-MS os óleos essenciais das partes aéreas de genótipos de erva-cidreira coletadas em três municípios do Estado do Pará, sugeriram que as amostras fossem divididas em três grupos, segundo os compostos químicos predominante: o primeiro, tipo A (recolhidas em Santa Maria), caracterizou-se por 1,8-cineol (34,9 %), limoneno (18,4 %), carvona (8,6 %) e sabineno (8,2 %). O segundo, tipo B (coletados em Belterra), predominou o limoneno (32,1 %), carvona (31,8 %) e mirceno (11,0%). O terceiro, o tipo C (coletados em Chaves), foi representado por neral (13,7%), geranial (22,5%), germacreno-D (25,4%) e β-cariofileno (10,2%).

No nordeste do Brasil, também foi verificada a ocorrência de diferentes tipos químicos (quimiotipos) da erva-cidreira, cuja variabilidade foi identificada a partir da análise dos constituintes químicos do óleo essencial. Estes quimiotipos receberam as designações de acordo com os constituintes majoritários encontrados: citral (55,1 %), b-mirceno (10,5 %), e limoneno (1,5 %) no quimiotipo I; citral (63,0 %) e limoneno (23,2 %) no quimiotipo II; carvona (54,7 %) e limoneno (12,1 %) no quimiotipo III (MATOS et al., 1996; MATOS, 2000).

Tavares et al. (2005) analisaram o óleo essencial de três quimiotipos da erva-cidreira (citral, carvona e linalol) cultivado nas mesmas condições ambientais. Para o quimiotipo citral foram identificados 29 componentes, os quais representaram 92,2 % do óleo essencial. No quimiotipo carvona, os 26 componentes identificados perfazem 89,1 % do óleo essencial. E no quimiotipo linalol foram identificados 42 constituintes, representando 93,5 % do óleo essencial. Os autores observaram que a diversidade na composição do óleo essencial destes quimiotipos não se deve a fatores ambientais, mas a fatores genéticos.

Silva et al. (2006) identificaram vinte e quatro compostos no óleo essencial de plantas de erva-cidreira, sendo o componente majoritário o citral (mistura de neral e geranial) que variou de 70,6 a 79,0 %. Os monoterpenos oxigenados encontrados foram: linalol (1,7- 2,2 %), nerol (0,5-2,5 %), geraniol (0,8-2,0 %) e acetato de geranila (0,8-1,4 %). Em quantidades menores, os sesquiterpenos, germacreno B (0,3-1,5 %) e β -cariofileno (0,4-0,7 %) também foram identificados, sendo a maior ocorrência observada no verão.

Hennebelle et al. (2008) citaram a ocorrência de sete quimiotipos de erva-cidreira, baseado nos componentes químicos majoritários do óleo essencial: quimiotipo 1 - citral, linalol, β -cariofileno; quimiotipo 2 - tagetenone; quimiotipo 3 - limoneno com quantidades variáveis de carvona; quimiotipo 4 - mirceno; quimiotipo 5 - γ -terpineno; quimiotipo 6 - camphor-1,8-cineol; quimiotipo 7 - *estragole*. Após esta classificação, foi identificado um quimiotipos cujo citral era o componente majoritário, com baixa concentração de linalol (<5 %), correspondendo um subtipo do quimiotipo 1 (BARBOSA et al., 2006).

O óleo essencial da erva-cidreira mantém qualitativamente o perfil químico, mesmo variando os ambientes de cultivo. Em seis experimentos realizados por Yamamoto (2006), quatro destes realizados em Campinas-SP, e os outros dois em Monte Alegre do Sul e Pindorama-SP, foram observadas apenas variações quantitativas na composição química do óleo essencial de 20 genótipos desta espécie. De acordo com a pesquisadora não foi detectada nenhuma variação qualitativa, como o surgimento de uma nova substância ou o desaparecimento de outra, conforme os diferentes ambientes estudados. E em relação o

rendimento deste óleo, a magnitude da interação genótipos x ambientes foi pouco ampla, indicando alta determinação genotípica para essa característica.

2.2.3 Aspectos etnofarmacêuticos e atividades biológicas

Segundo Pascual et al. (2001a; PINTO et al., 2006; MATTOS et al., 2007), pesquisas etnofarmacológicas da erva-cidreira evidenciam que existe vários usos tradicionais. Os mais frequentes são: analgésico/antiinflamatório/antipirético; sedativo; tempero culinário; tratamento de diarreia e disenteria; tratamento de doenças cutâneas; desordens de gastrintestinais; tratamento de doenças hepáticas; desordens menstruais; antiespasmódico; tratamento de doenças respiratórias; tratamento de sífilis e gonorréia. Hennebelle et al. (2008) relataram que a espécie é principalmente usada contra: doenças digestivas, respiratórias, cardiovasculares; como sedativo e antihipertensivo. Segundo os mesmos autores, relacionando as atividades biológicas e etnofarmacológicas, alguns resultados foram positivos, embora parciais. Foram confirmadas as atividades sedativas e ansiolíticas. Outros efeitos medicinais podem ser explicados pelas propriedades anti-infecciosa e analgésica da planta.

Matos (1996) estudando a produção da erva-cidreira no Estado do Ceará observou que as plantas com alta concentração de limoneno-carvona (quimiotipo III), apresentaram ação mucolítica (MATTOS et al., 2007), enquanto plantas com alta concentração de limoneno-citral (quimiotipo II), apresentaram ação sedativa, espasmolítica e ansiolítica. Folhas de erva-cidreira do quimiotipo mirceno-citral (quimiotipo I) são utilizados como chás, apresentando propriedades calmantes e espasmolíticas suaves, em função do citral e analgésica devido a ação do mirceno (VALE et al., 2002).

As indicações farmacológicas são: analgésico/antiinflamatório/antipirético, sedativo, tratamento de diarreia e disenteria, anti-microbiano, anti-viral, citostáticos, anticonvulsivantes (PASCUAL et al., 2001b). Pascual et al. (2001a) identificaram uma potente atividade antiulcerogênica da infusão das folhas de erva-cidreira na úlcera gástrica de ratos Wistar induzida por indometacina.

Mattos (1998) afirma que o infuso preparado com a planta fresca pode ser ingerido à vontade por ser desprovido de ações tóxicas. No entanto, Almeida et al. (2002) relatam que a erva cidreira mesmo apresentando teores bastante elevados de **Ca** nas folhas (1388 mg/100g), macroelemento de grande importância nutricional, deve-se considerar uma certa prudência em

relação ao consumo destes vegetais, visto que os teores de **Al** (47,9 mg/100g) nas folhas, mostraram-se significativamente elevados.

A erva-cidreira também possui alguns compostos responsáveis pelas atividades anti-protozoários, bactericida e fungicida. Os microrganismos susceptíveis a alguns dos compostos presente na planta são (HOLETZ et al., 2002; SENA FILHO et al., 2006; HENNEBELLE et al., 2008):

- **Bactérias:** *Bacillus subtilis*, *Lactobacillus casei*, *Enterococcus faecalis*, *Micrococcus luteus*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus aureus* MRSA (BMB9393), *Staphylococcus epidermidis*, *Streptococcus mutans*, *Enterobacter aerogenes*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella* sp., *Serratia marcescens*, *Shigella flexneri*, *Shigella sonnei*, *Mycobacterium smegmatis*, *Mycobacterium tuberculosis*;
- **Fungos:** *Candida albicans*, *Candida albicans* sorotipo B., *Candida guilliermondii*, *Candida krusei*, *Candida parapsilosis*, *Candida tropicalis*, *Chrysonilia sitophila*, *Cryptococcus neoformans* T1-444 Sorotipo A, *Fonsecaea pedrosoi* 5VPL, *Trichophyton rubrum* T544;
- **Protozoários:** *Entamoeba histolytica*, *Giardia lamblia*, *Trichomonas vaginalis*, *Plasmodium falciparum*.

A erva-cidreira também possui atividade antiviral. Extratos de diclorometano e acetato de etila das folhas de erva-cidreira inibiram o crescimento de polivírus tipo 2 (cepa presente na vacina SABIN II) e extrato *n*-butanol de vírus da herpes simples (cepa 29-R) (ANDRIGHETTI-FRÖHNER et al., 2005).

2.2.4 Utilização agrônômica

Alguns grupos de pesquisa vêm demonstrando a atividade fungitóxica da erva-cidreira para o controle de doenças fitopatogênicas. Dubey et al. (1983) observaram efeito fungitóxico de folhas de erva-cidreira sobre o fungo de solo *Rhizoctonia solani*, que atinge diversas culturas, como feijão e soja. Schwan-Estrada et al. (2000) citam o potencial de diferentes plantas medicinais, como a erva-cidreira, no controle de fungos fitopatogênicos. Rao et al. (2000) relataram a superioridade do seu efeito em relação a fungicidas comerciais em cana-de-açúcar e sugeriram a possibilidade da aplicação dessa espécie como defensivo agrícola.

Numa revisão bibliográfica, Ibrahim et al. (2001) relatam diversas ações inseticidas, repelentes e a atividades fitotóxicas para alguns óleos ricos em limoneno.

Brand et al. (2006) observaram que extratos brutos de erva cidreira inibiram o crescimento micelial de *Sclerotinia sclerotiorum* em 43,89 %. E Rozwalka et al. (2008) observaram redução do efeito fungitóxico do óleo essenciais da erva-cidreira sobre o crescimento micelial de *Glomerella cingulata* e *Colletotrichum gloeosporioides*, causadores da antracnose em frutos da goiabeira, a partir do terceiro dia de inoculação. Os autores levantam duas hipóteses para justificar a redução da inibição: a volatilidade dos compostos inibitórios ou instabilidade na presença de luz, calor, umidade, etc.

2.2.5 Alguns fatores que influenciam no desenvolvimento da planta

As características relacionadas à produção vegetal estão condicionadas ao controle genético do organismo, ao ambiente em que é cultivado e à interação entre esses dois fatores. As diferentes respostas fenotípicas frente a mudanças nas condições ambientais resultam em comportamentos distintos dos genótipos, caracterizando a interação (YAMAMOTO, 2006). No caso das plantas medicinais, estas respostas podem ser traduzidas em compostos químicos, pois as interferências ambientais estimulam a produção de metabólitos relacionados com a interação do organismo com essas condições (CASTRO et al., 2004).

Em locais de diferentes características edafo-climáticas, possivelmente a produção de biomassa e os teores de princípio ativo não serão os mesmos (STEFANINI et al., 2002). Ter essas informações sistematizadas é fundamental para uma boa estratégia de produção dessa planta a fim de possibilitar a produção de matéria prima vegetal de boa qualidade, com maior teor de óleo essencial.

2.2.5.1 Estaquia

A propagação assexual ou vegetativa tem sido definida como a produção de mudas a partir de partes vegetativas como caules, raízes, folhas, etc. Esse processo é devido à capacidade de se recompor quando cortados e colocados em condições favoráveis, dando origem a um novo indivíduo com características idênticas ao do seu genitor (ONO e RODRIGUES, 1996). A propagação vegetativa é considerada uma importante ferramenta para o melhoramento de espécies lenhosas e herbáceas e vem sendo amplamente utilizada,

visando melhorar e manter variedades de importância econômica e medicinal (EHLERT et al., 2003).

Dentre os métodos de propagação vegetativa a estaquia é ainda a técnica de maior viabilidade econômica para o estabelecimento de plantios clonais, pois permite, a um custo menor, a multiplicação de genótipos selecionados em um curto período de tempo (PAIVA e GOMES, 1993).

Entende-se por estaca qualquer segmento da planta mãe com pelo menos uma gema vegetativa, capaz de originar uma nova planta, estacas podem ser obtidas de ramos, raízes e folhas com habilidade de formar raízes adventícias (HARTMANN et al., 1997).

Conforme os mesmos autores, vários fatores influenciam o processo de indução e enraizamento de estacas, destacando-se o vigor e idade da planta-mãe, idade e posição dos ramos, nutrição da planta matriz, época de coleta e meio ambiente.

Segundo Mattos et al. (2007), a erva-cidreira é propagada por estaquia. Rocha et al. (2001) mostraram que o enraizamento de estacas apicais com folhas cortadas a metade da erva cidreira quimiotipo I (mirceno-citral) apresentaram melhor percentagem de enraizamento e maior acúmulo de matéria seca da parte aérea.

O tipo de estacas utilizado para a propagação da erva-cidreira pode ser mediana ou basal (0,41 e 0,77 cm de diâmetro, respectivamente), mas as estacas medianas apresentaram maior capacidade de brotação e tendência de melhor enraizamento (DUARTE et al., 2002). Biasi e Costa (2003) afirmam que a propagação da espécie pode ser realizada com estacas medianas com 1 par de folhas, propagada em substratos porosos, ou com estacas basais de 20 cm de comprimento e sem folhas.

A utilização de reguladores de crescimento para estimular o enraizamento de estacas, é comum em horticultura, sendo o ácido-indol-butírico (AIB) um dos promotores mais eficientes, graças a boa estabilidade à luz e não ser inativado pelo sistema AIA-oxidase, originando um sistema radicular forte e fibroso (ONO e RODRIGUES, 1996).

Os quimiotipos da erva-cidreira diferem quanto à resposta de enraizamento apesar de todos apresentarem certa facilidade para formação de raízes. Para os quimiotipos I (mirceno-citral) e II (citral-limoneno), a aplicação de AIB, nas estacas apicais e basais, foi considerada desnecessária, segundo Albuquerque et al. (2001a) e Rocha et al. (2001), mas, para o quimiotipo III (carvonlimoneno), recomendou-se a aplicação de 250 mg L⁻¹ de AIB em estacas apicais (ALBUQUERQUE et al., 2001b). Lolli (2001) também recomendou a utilização de AIB na concentração de 2.000 mg L⁻¹ para o enraizamento de estacas semilenhosas com folhas da erva-cidreira.

Stefanini et al. (2002) avaliaram a influência de fitorreguladores [ácido giberélico (GA₃), ácido 2-cloroetil-fosfônico (ethephon) e 2-cloroetil-trimetil amônio (CCC)] nas características biométricas e análise de crescimento, da erva-cidreira, nas diferentes estações do ano. Os pesquisadores observaram que os fitorreguladores GA₃, e CCC tenderam a elevar os resultados das características, matéria seca do caule, folhas e flores, porém sempre permaneceram menores ou iguais ao controle.

Outro fator que influencia na propagação vegetativa é a época de coleta das estacas. Os resultados de Bezerra (2003) revelaram que a época de coleta das estacas de marcela [*Egletes viscosa* (L.) Less.] influenciou na porcentagem de enraizamento, retenção foliar, número de raízes por estaca, comprimento da maior raiz e matéria seca da raiz. Estacas da erva-cidreira responderam à época de coleta das estacas e adição das diferentes auxinas. No verão, as estacas apresentaram enraizamento bastante elevado. Todavia, no inverno, o número de raízes adventícias formadas foi menor que o observado no verão, tanto na ausência quanto na presença das diferentes auxinas utilizadas (PIMENTA et al., 2007).

Alguns trabalhos evidenciam a existência da variação nas características morfológicas da mudas de algumas plantas medicinais quando varia o tipo de estaca e o substrato para produção destas. Biasi e Costa (2003) relatam que as estacas de erva-cidreira apresentam variação quanto à porcentagem de enraizamento quando se varia o substrato e o tipo de estaca utilizada. Na cultura da alfavaca-cravo (*Ocimum gratissimum*), Sousa et al. (2005) afirmam que a estaca basal é a melhor forma de propagação vegetativa da espécie, e que o substrato terra vegetal propicia melhor produção de matéria seca e enraizamento de todos os tipos de estacas estudados (apical, mediana e basal). Os mesmos autores desaconselham a utilização da vermiculita na propagação vegetativa da espécie, devido o menor comprimento das raízes, matéria seca das folhas e caule.

Costa et al. (2007) observaram que diferentes substratos não influenciaram nas características biométricas das estacas de atoveran [*Ocimum selloi* (Benth)], apenas tendência de melhor enraizamento no substrato contendo casca de arroz carbonizada.

2.2.5.2 Adubação

Outro fator que interfere no metabolismo primário e secundário das plantas medicinais é a disponibilidade de nutrientes no solo (BIASI et al., 2009). Cada espécie tem exigências diferentes quanto à fertilidade do solo, mas a maioria se adapta melhor em solo leve e fértil, onde as raízes têm facilidade para se desenvolver. A textura do solo pode ser modificada com adubação orgânica, que pode ser esterco de curral bem curtido, de galinha ou de vermicompostagem. A adubação orgânica melhora o aspecto físico do solo, fornece nutrientes e ajuda a reter a umidade (CAPA, 2004).

A influência da adubação, no desenvolvimento e produção de óleo essencial, tem sido demonstrada em diversas plantas medicinais. Ming (1994) trabalhando com a adubação orgânica (0, 1, 2, 4, 8 kg de esterco bovino/m²) em plantas de erva-cidreira, verificou que o aumento das doses resultou em maior rendimento de biomassa, porém, em decréscimos no teor do óleo essencial.

Em outro trabalho, Ming (1996) verificou que houve aumento na matéria fresca, de caules e plantas inteiras de mentrasto (*Ageratum conyzoides* L.), com a incorporação de 40 t.ha⁻¹ de esterco de gado curtido ao solo, em relação à testemunha, porém não observou diferenças entre os dois tratamentos (com e sem adubação orgânica) para o rendimento de óleo essencial das folhas e flores desta *Asteraceae*. Bezerra et al. (1998) observaram, em chambá (*Justicia pectoralis* var. *stenophylla* Leon.), que quantidades crescentes de esterco bovino (0, 10, 20, 30, 40 e 50 t.ha⁻¹) não influenciaram suas características produtivas (altura, número de ramos por planta, matéria fresca e seca da parte aérea e peso do sistema radicular).

Mattos (2000) constatou uma nítida tendência de crescimento das produções de matérias seca, óleo essencial e mentol da hortelã-japonesa (*Mentha arvensis* L. forma *piperascens* Holmes), a medida que aumentava-se o nível de adubação orgânica até o máximo de 6 kg de esterco bovino/m², ocorrendo decréscimo a seguir.

Sousa et al. (2002), testando uma adubação organo-mineral na produção da erva-cidreira, à base de cama-de-frango (6 litros.m⁻²) e a fórmula NPK 4-14-8 (600 kg.ha⁻¹), não encontraram diferenças significativas na composição qualitativa do óleo essencial, em relação ao controle.

Chaves (2002) verificou que a adubação orgânica não influenciou na produção do óleo essencial de alfavaca-cravo (*Ocimum gratissimum*), quando colhido no outono e inverno.

Na cultura da marcela [*Egletes viscosa* (L.) Less.] o aumento da dose de adubação orgânica proporcionou um crescimento linear na produção, rendimento de óleo essencial e

conteúdo de macro e micronutrientes dos capítulos florais. Este aumento não influenciou no teor dos constituintes majoritários do óleo essencial dos capítulos florais (BEZERRA, 2003).

Santos (2003) também observou que diferentes níveis de adubação orgânica não influenciaram na produção de biomassa foliar e de óleo essencial da erva-cidreira quimiotipo limoneno-carvona, assim como na produção de limoneno.

Já Montanari et al. (2004) observaram que os substratos contendo as seguintes adubações: adubação mineral (fórmula NPK 4-14-8 600 kg.ha⁻¹), adubação orgânica com esterco bovino (20 L.m⁻²) e a adubação organo-mineral nas mesmas proporções anteriores, influenciaram nas características morfológicas da erva-cidreira.

Biasi et al. (2009) constataram que a alfavaca-cravo (*Ocimum gratissimum*) respondeu pouco à adubação orgânica, e em relação à composição do óleo essencial, não foram encontradas diferenças marcantes em função da elevação dos níveis de adubação.

Trabalhos utilizando dosagens de adubações em espécies medicinais foram realizados por vários autores e os resultados indicaram que existe influência na produção de biomassa e nos teores de óleos essenciais.

A adubação mineral com NPK e esterco bovino resultou em maior rendimento de biomassa seca e teor de óleo essencial, quando as folhas foram colhidas às 07:00 h (SILVA et al., 2003).

Paulus et al. (2004) constataram que no cultivo hidropônico da hortelã-japonesa (*Mentha arvensis* L.) a produção de fitomassa seca (hastes e folhas) e de óleo essencial variaram em função das concentrações de nutrientes da solução nutritiva, além deste sistema promover a maior produção de matéria seca (3,5 t.ha⁻¹), óleo essencial (0,76 g.planta⁻¹) e mentol (82,4 %) em relação aos encontrado no cultivo a campo (1,5 t.ha⁻¹; 0,65 g.planta⁻¹ e; 64,43 %, respectivamente). Ramos et al. (2005) afirmam que a produção de matéria seca da hortelã-rasteira (*Mentha x villosa* Huds.) aumentou com o a elevação nas doses de fósforo, mas as doses de fósforo não influenciaram o teor de óleo essencial, que foi de 1,25 %.

Garlet et al. (2007) avaliaram a hortelã-japonesa (*Mentha arvensis* L. forma *piperascens* Holmes), cultivada em quatro doses de potássio (K) nas soluções hidropônicas (276, 414, 552 e 690 mg.L⁻¹). As doses de K alteraram a matéria fresca de folhas, o teor e a composição química do óleo essencial. A dose de K estimada para máximo rendimento de folhas frescas (213,5 g.planta⁻¹) foi igual a 412 mg.L⁻¹. O teor de óleo aumentou com o acréscimo de K na solução hidropônica. A concentração de mentol no óleo foi maior (71,2 %) nas plantas submetidas à maior dose de K, ocorrendo o contrário com α -pineno (0,17 %), β -pineno (0,23 %), limoneno (1,00 %), mentona (13,83 %) e acetato de mentila (0,63 %).

Mattos et al. (2007) afirmam que em solos férteis ou de mediana fertilidade, a erva-cidreira não necessita de adubações complementares; já em solos pobres, os autores recomendam utilizar esterco bovino curtido como adubo na quantidade de 2 kg.m^{-2} .

2.2.5.3 Idade de colheita

Outro fator que influencia no rendimento de óleo essencial de espécies aromáticas é a idade de colheita (BEZERRA et al., 2008). Cruz (1999) constatou que a produção de óleo essencial da hortelã-rasteira (*Mentha x villosa* Huds.) foi maior na estação seca do que na chuvosa, cujos rendimentos máximos ocorreram nas colheitas realizadas 118 ($12,0 \text{ L ha}^{-1}$, na estação seca) e 125 dias após o plantio ($6,7 \text{ L ha}^{-1}$, na estação chuvosa). Por outro lado, Mattos (2000) destaca que a hortelã-japonesa produz o máximo rendimento de óleo essencial aos 81 dias após o plantio na estação seca (109 L ha^{-1}) do Estado do Ceará. O mesmo autor afirma que a fase vegetativa tem a mesma duração independente da estação, com duração de 90 dias. Já a fase reprodutiva, é mais longa na estação chuvosa (167 dias) em relação à seca (139 dias).

Chaves (2002) observou que o óleo essencial da alfavaca-cravo (*Ocimum gratissimum*) variou em função da época de colheita. O teor do eugenol foi maior no outono, enquanto que a presença de outros componentes, incluindo 1,8-cineol, beta-selinene e trans-cariofileno foram mais predominante no Inverno. Biasi et al. (2009) também observaram mudanças na composição química do óleo essencial da alfavaca-cravo em função da época de colheita. Na colheita realizada em março, foi encontrado em média 90,4 % de eugenol, enquanto na colheita de junho o teor caiu para 65,4 %.

As produções de biomassa e capítulos florais da marcela [*Egletes viscosa* (L.) Less.] cresceram linearmente com o avanço das idades de colheita, mas aos 135 dias após o transplântio foi registrado o maior rendimento de óleo essencial das inflorescências (BEZERRA, 2003).

Ehlert (2003) estudou o desenvolvimento da erva-cidreira quimiotipo limoneno-carvona para a produção de óleo essencial, nas condições de Botucatu-SP, variando a época de plantio e idade de colheita. Para todas as características analisadas foi detectado interação entre os dois fatores (época de plantio e idade de colheita). A primavera foi a estação que propiciou maior produção de matéria fresca e seca da espécie (colheita aos 160 e 130 DAP – dias após o plantio, respectivamente), produção de óleo essencial (205 DAP) e produtividade de carvona e limoneno em matéria fresca e seca (190 DAP). Esta estação ainda favoreceu a variação na

percentagem relativa dos monoterpenos (sabineno, gama-terpineno, linalol) e do sesquiterpeno (guaiol), enquanto que no outono destacou-se a produção de sesquiterpeno (elemol).

Nogueira et al. (2007) observaram que a produção de óleo essencial das plantas de erva-cidreira cultivadas em Cascavel-PR, foram maiores quando colhidas na primavera (0,54 %) e no verão (0,38 %), e do composto *trans*-dihidrocarvona. No outono o teor do óleo essencial foi de 0,19 % e no inverno, 0,13 %. A produção de óleo no verão foi prejudicada devido à falta de chuva no mês da colheita (fevereiro).

Mattos et al. (2007) recomendam que a colheita seja realizada aos 120, 180, 240 e 356 DAP. A primeira e segunda é realizada com o arranquio apenas das folhas. Na terceira faz-se o corte dos ramos na altura de 30 cm do solo. A quarta colheita segue o mesmo procedimento da primeira, e subseqüentemente com as demais.

A literatura revela que vários fatores (ambientais e genéticos) influenciam no valor terapêutico desta planta (produção e composição do óleo essencial). Por isso, atenção especial deve ser dado ao estabelecimento de sistemas de produção da cultura, com ações voltadas para o desenvolvimento de técnicas de manejo e cultivo, visando à otimização na produção dos compostos ativos de interesse, elevando a qualidade medicinal da espécie.

2.3 Referências Bibliográficas

- ALBUQUERQUE, H. A. et al. Estaquia de erva-cidreira quimiotipo II (citrinalimoneno). **Horticultura Brasileira**, v. 19, n. 2, p. 245, 2001a.
- ALBUQUERQUE, H. A. et al. Enraizamento de estacas de erva-cidreira quimiotipo III (carvona-limoneno). **Horticultura Brasileira**, v. 19, n. 2, p. 245, 2001b.
- ALMEIDA, M. M. B.; LOPES, M. de F. G.; NOGUEIRA, C. M. D.; MAGALHÃES, C. E. de C.; MORAIS, N. M. T. de. Determinação de nutrientes minerais em plantas medicinais. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 22, n. 1, p. 94-97, jan./abr. 2002.
- ANDRIGHETTI-FRÖHNER, C. R.; SINCERO, T. C. M.; DA SILVA, A. C. et al. Antiviral evaluation of plants from Brazilian Atlantic Tropical Forest. **Fitoterapia**, v. 76, p. 374–378, 2005.
- BARBOSA, F. da F.; BARBOSA, L. C. A.; MELO, E. C.; BOTELHO, F. M.; SANTOS, R. H. S. Influência da temperatura do ar de secagem sobre o teor e a composição química do óleo essencial de *Lippia alba* (Mill) N. E. Brown. **Quim. Nova**, v. 29, n. 6, p. 1221-1225, 2006.
- BEZERRA, A. M. E. **Desenvolvimento de um sistema de produção para macela** (*Egletes viscosa* (L.) Less). 2003. 125 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2003.
- BEZERRA, A. M. E.; MEDEIROS FILHO, S.; OLIVEIRA, L. D. M.; SILVEIRA, E. R. Produção e composição química da macela em função da época de colheita. **Horticultura Brasileira**, v. 26, p. 26-29, 2008.
- BEZERRA, A. M. E.; NASCIMENTO JÚNIOR, F. T.; TEIXEIRA, R. C.; LEAL, F. R. Avaliação dos componentes de produção de chambá (*Justicia pectoralis* var. *stenophylla*) sob diferentes níveis de adubação organo-mineral. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 38. Petrolina, 1998. **Resumos...** Petrolina, ABH, 1998.
- BIASI, L. A.; COSTA, G. Propagação vegetativa de *Lippia alba*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 3, p.455-459, mai./jun. 2003.
- BIASI, L. A.; MACHADO, E. M.; KOWALSKI, A. P. J.; SIGNOR, D.; ALVES, M. A.; LIMA, F. I. L.; DESCHAMPS, C.; CÔCCO, L. C.; SCHEER, A. P. Adubação orgânica na produção, rendimento e composição do óleo essencial da alfavaca quimiotipo eugenol. **Horticultura Brasileira**, v. 27, p. 35-39, 2009.

BRAND, S. C.; JUNGES, E.; MILANESI, P.; BLUME, E.; MUNIZ, M. F. B. Extratos vegetais aquosos no crescimento micelial de *Sclerotinia sclerotiorum*. In.: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 15. Pelotas, 2006. **Resumos...** Pelotas, Universidade Federal de Pelotas, 2006.

BRASIL. **Programa Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos**. Brasília: Ministério da Saúde/Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos, 2007. 77 p.

CAPA - CENTRO DE APOIO AO PEQUENO AGRICULTOR. **Como montar uma farmácia caseira**. São Leopoldo: Editora Sinodal, 2004. v. 2, 52 p.

CASTRO, H. G. de; FERREIRA, F. A.; SILVA, D. J. H. da; MOSQUIM, P. R. **Contribuição ao estudo das plantas medicinais: metabólitos secundários**. 2. ed. Visconde do Rio Branco: UFV, 2004. 113 p.

CHAVES, F. C. M. **Produção de biomassa, rendimento e composição de óleo essencial de alfavaca-cravo [*Ocimum gratissimum* L.] em função da adubação orgânica e épocas de corte**. 2002. 153 f. Tese (Doutorado em Horticultura) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2002.

CORAZZA, S. **Aromacologia**. São Paulo: SENAC, 2002. 414 p.

COSTA, L. C. B.; PINTO, J. E. B. P.; BERTOLUCCI, S. K. V. Comprimento da estaca e tipo de substrato na propagação vegetativa de atoveran. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n.4, p. 1157-1160, jul./ago. 2007.

CRAVEIRO, A. A.; QUEIROZ, D. C. Óleos essenciais e química fina. **Química nova**, v. 16, n. 3, p. 224-228, 1993.

CRUZ, G. F. Desenvolvimento de sistema de cultivo para hortelã-rasteira (*Mentha x villosa* Huds.). 1999, 135p. **Tese** (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 1999.

DUARTE, E. F.; OLIVEIRA JÚNIOR, E. D.; BIGARELLI, L. F. G.; ALMEIDA, C. S.; SILVA, L. C.; ASSIS, S. R. F. Enraizamento de estacas de produção de biomassa de *Lippia alba* (Mill.) N. E. Brow (Verbenaceae). **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, n. 2, dez., 2002.

DUBEY, N.K.; KISHORE, N; SRIVASTAVA, O.P.; DIKSHIT, A.; SINGH, S.K. Fungitoxicity of some higher plants against *Rhizoctonia solani*. **Plant and Soil**, v. 72, p. 91-94, 1983.

EHLERT, P. A. D. “**Épocas de plantio, idades e horários de colheita na produção e qualidade do óleo essencial de *Lippia alba* (Mill.) N. E. Br., quimiotipo limoneno-carvona**”. 2003. 106. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2003.

FREITAS, A. **Estrutura de mercado do segmento de fitoterápicos no contexto atual da indústria farmacêutica brasileira**. 2007. Disponível em: <http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/estudo_fitoterapicos.pdf>. Acesso em 12 mar. 2009.

GARLET, T. M. B.; SANTOS, O. S.; MEDEIROS, S. L. P.; GARCIA, D. C.; MANFRON, P. A.; APEL, M. A. Produção de folhas, teor e qualidade do óleo essencial de hortelã-japonesa (*Mentha arvensis* L. forma *piperascens* Holmes) cultivada em hidroponia. **Rev. Bras. Pl. Med.**, Botucatu, v. 9, n. 4, p.72-79. 2007.

GOMES, E. C.; MING, L. C.; MOREIRA, E. A.; MIGUEL, O. G. Constituintes de óleo essencial de *Lippia alba* (Mill) N. E. Br. (Verbenácea). **Revista Brasileira de Farmácia**, Curitiba, v. 74, n. 2, p. 29-32, 1993.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES, F. T.; GENEVE, R. L. **Plant propagation: principles and practices**. 6. ed. New Jersey: Prentice Hall International, 1997. 770p.

HENNEBELLE, T.; SAHPAZ, S.; JOSEPH, H.; BAILLEUL, F. Ethnopharmacology of *Lippia alba*. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 116, p. 211-222, 2008.

HOLETZ, F. B.; PESSINI, G. L.; SANCHES, N. R.; CORTEZ, D. A. G.; NAKAMURA, C. V.; DIAS FILHO, B. P. Screening of Some Plants Used in the Brazilian Folk Medicine for the Treatment of Infectious Diseases. **Mem. Inst. Oswaldo Cruz**, v. 97, n. 7, p. 1027-1031, 2002.

IBRAHIM, M.A.; KAINULAINEN, P.; AFLATUNI, A.; TIILIKKALA, K.; HOLOPAINEN, J.K. Insecticidal, repellent, antimicrobial activity and fitotoxicity of essential oils: with special reference to limonene and its suitability for control of insect pests: review. **Agric Food Sci Finl**, v. 10, p. 243-259, 2001.

INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE. **Therapy for Medicinal Plants**. 2008. Disponível em: <http://www.iucn.org/about/work/programmes/species/news_events/?952/Therapy-for-Medicinal-Plants>. Acesso em: 16 mai. 2009.

JANNUZZI, H.; MATTOS, J. K. A.; VIEIRA, R. F.; SILVA, D. B.; GRACINDO, L. A. M. Avaliação agrônômica de dezessete acessos de erva cidreira (*Lippia alba* (Mill) N. E. Brown) no Distrito Federal. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE ÓLEOS ESSENCIAIS, 4. Fortaleza, 2007. **Anais...** Fortaleza, PADETEC/UNICAMP/IAC, 2007.

JULIÃO, L. S.; TAVARES, E. S.; LAGE, C. L. S.; LEITÃO, S. G. Cromatografia em camada fina de extratos de três quimiotipos de *Lippia alba* (Mill) N. E. Br. (erva-cidreira). **Rev. Bras. Farmacogn.**, v. 13, p. 36-38, 2003.(suplemento)

KAMADA, T.; CASALI, V. W. D.; BARBOSA, L. C. A.; FONTES, I. C. P.; FINGER, F. L. Plasticidade fenotípica do óleo essencial em acessos de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.). **Rev. Bras. Pl. Med.**, v. 1, n. 2, p. 13-22, 1999.

LOLLI, A. P. O. Influência do ácido indolbutírico no enraizamento de estacas semilenhosas de *Lippia alba* (Mill.) N.E.Br. In: JORNADA PAULISTA DE PLANTAS MEDICINAIS, 5. Botucatu, 2001. **Anais...** Botucatu, UNESP, p. 112. 2001.

MATOS, F. J. A. **Farmácias vivas**: sistema de utilização de plantas medicinais projetado para pequenas comunidades. 3. ed. Fortaleza: EUFC, 1998. 220 p.

MATOS, F. J. A.; MACHADO, M. I. L.; CRAVEIRO, A. A.; ALENCAR, J. W. The essential oil composition of two chemotypes of *Lippia alba* grown in Northeast Brazil. **Journal of Essential Oil Research**, v. 8, p. 695–698, 1996.

MATOS, F. J. A. **Plantas Mediciniais**: guia de seleção e emprego de plantas usadas em fitoterapia no Nordeste do Brasil. 2. ed. Fortaleza: Imprensa Universitária, 2000. 346 p.

MATTOS, S. H.; INNECCO, R.; MARCO, C. A.; ARAÚJO, A. V. **Plantas medicinais e aromáticas cultivadas no Ceará**: tecnologia de produção e óleos essenciais. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2007. p. 61-63.(série BNB - ciência e tecnologia 2)

MATTOS, S. H. **Estudos fitotécnicos da *Mentha arvensis* L. var. piperacens Holmes como produtora de mentol no Ceará**. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2000.

MING, L. C. Influência da adubação orgânica na produção de biomassa e óleo essencial de *Lippia alba*. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 12, n. 1, p. 49-52, 1994.

MING, L. C. **Produção de biomassa e teor de óleo essencial em função de fases de desenvolvimento, calagem e adubações mineral e orgânica em *Ageratum conyzoides* L.** 1996, 74 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1996.

MING, L. C.; SILVA, S. M. P.; SILVA, M. A. S.; HIDALGO, A. F.; MARCHESE, J. A.; CHAVES, F. C. M. Manejo e cultivo de plantas medicinais: algumas reflexões sobre perspectivas e necessidades no Brasil In: **Diversos olhares em etnobiologia, etnoecologia e plantas medicinais**. Cuiabá: Unicen, 2003. p.149-156.

MONTANTARI, R. M.; SOUSA, L. A.; LEITE, M. N. et al. Plasticidade fenotípica da morfologia externa de *Lippia alba* (Mill.) N. E. Br. ex Britt. & Wilson (Verbenaceae) em resposta a níveis de luminosidade e adubação. **Rev. Bras. Pl. Med.** Botucatu, v. 6, n. 3, p. 96-101, 2004.

NUNES, R. S. et al. Botanical standardization of *Lippia sidoides* Cham. (Verbenaceae). **Acta Farmacêutica Bonaerense**, v. 19, n. 2, p. 115-118, 2000.

NOGUEIRA, M. A.; DIAZ, G.; SAKUMO, L. Caracterização química e atividade biológica do óleo essencial de *Lippia alba* cultivada no Paraná. **Rev. Ciênc. Farm. Básica Apl.**, v. 28, n.3, p. 273 - 278, 2007.

ONO, E. O.; RODRIGUES, J. D. **Aspectos da fisiologia do enraizamento de estacas caulinares**. Jaboticabal: FUNEP, 1996. 83p.

PAIVA, H. N.; GOMES, J. M. **Propagação vegetativa de espécies florestais**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1993. 40 p. (mimeografado)

PASCUAL, M. E.; SLOWING, K.; CARRETERO, E. et al. Antiulcerogenic activity of *Lippia alba* (Mill.) N. E. Brown (Verbenaceae). **II Fármaco**, v. 56, p. 501-504, 2001a.

PASCUAL, M. E.; SLOWING, K.; CARRETERO, E. et al. *Lippia*: traditional uses, chemistry and pharmacology: a review. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 76, p. 201-214, 2001b.

PAULUS, D.; MEDEIROS, S. L. P.; SANTOS, O. S.; MANFRON, P. A.; DOURADOS, D. N.; BORCIONI, E.; FABBIN, E. Rendimento de biomassa e óleo essencial de menta japonesa (*Mentha arvensis* L.). **Rev. Bras. Pl. Med.**, Botucatu, v. 7, n. 1, p. 34-42, 2004.

PIMENTA, M. R.; FERNANDES, L. S.; PEREIRA, U. J.; GARCIA, L. S.; LEAL, S. R.; LEITÃO, S. G.; SALIMENA, F. R. G.; VICCINI, L. F.; PEIXOTO, P. H. P. Floração, germinação e estaquia em espécies de *Lippia* L. (Verbenaceae). **Revista Brasileira de Botânica**, v. 30, n. 2, p. 211-220, abr./jun. 2007.

PINTO, E. de P. P.; AMOROZO, M. C. de M.; FURLAN, A. Conhecimento popular sobre plantas medicinais em comunidades rurais de Mata Atlântica – Itacaré, BA, Brasil. **Acta bot. bras.** v. 20, n. 4, p. 751-762, 2006.

RAMOS, S. J.; FERNANDES, L. A.; MARQUES, C. C. L.; SILVA, D. D.; PALMEIRA, C. M.; MARTINS, E. R. Produção de matéria seca e óleo essencial de menta sob diferentes doses de fósforo. **Rev. Bras. Pl. Med.**, Botucatu, v. 8, n. 1, p. 9-12, 2005.

RAO, G. P.; SINGH, M.; SINGH, P.; SINGH, S. P.; CATALAN, C.; KAPOOR, I. P. S.; SINGH, O. P.; SINGH, G. Studies on chemical constituents and antifungal activity of leaf essential oil of *Lippia alba* (Mill.). **Indian J Chem Technol**, v. 7, p. 332-335, 2000.

ROCHA, M. F. A. et al. Enraizamento de estacas de erva-cidreira quimiotipo I (mircenocitral). **Horticultura Brasileira**, v. 19, n. 2, p. 245, 2001.

ROZWALKA, L. C.; LIMA, M. L. R. Z. C.; MIO, L. L. M.; NAKASHIMA, T. Extratos, decoctos e óleos essenciais de plantas medicinais e aromáticas na inibição de *Glomerella cingulata* e *Colletotrichum gloeosporioides* de frutos de goiaba. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 2, p. 301-307, mar./abr. 2008.

SANTOS, M. R. A. **Estudos agronômicos e botânicos de erva cidreira (quimiotipo limoneno-carvona)**. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2003.

SCHEFFER, M. C.; MING, L. C.; ARAÚJO, A. J. de. Conservação de recursos genéticos de plantas medicinais. In: QUEIRÓZ, M. A. de; GOEDERT, C. O.; RAMOS, S. R. R. (ed.). **Recursos Genéticos e Melhoramento de Plantas para o Nordeste Brasileiro**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido/Brasília-DF/Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 1999.

SCHWAN-ESTRADA, K.R.F.; STANGARLIN, J.R.; CRUZ, M.E.R. Uso de extratos vegetais no controle de fungos fitopatogênicos. **Floresta**, v. 30, p. 129-137, 2000.

SENA FILHO, J. G.; MELO, J. G. S.; SARAIVA, A. M.; GONÇALVES, A. M.; PSIOTTANO, M. N. C.; XAVIER, H. S. Antimicrobial activity and phytochemical profile from the roots of *Lippia alba* (Mill.) N.E. Brown. **Brazilian Journal of Pharmacognosy**, v.16, n.4, p. 506-509, out./dez. 2006.

SILVA, N. A.; OLIVEIRA, F. F.; COSTA, L. C. B.; BIZZO, H. R.; OLIVEIRA, R. A. Caracterização química do óleo essencial da erva cidreira (*Lippia alba* (Mill.) N. E. Br.) cultivada em Ilhéus na Bahia. **Rev. Bras. Pl. Med.**, Botucatu, v. 8, n. 3, p. 52-55, 2006.

SILVA, P. A.; BLANK, A. F.; ARRIGONI-BLANK, M. F.; BARRETO, M. C. V. Efeito da adubação orgânica e mineral na produção de biomassa e óleo essencial do capim-limão [*Cymbopogon citratus* (D. C.) Stapf]. **Revista Agronômica**, v. 34, p. 92-96, 2003.

SOUSA, L. A.; MONTANARI, R. M.; PIRES, M.; VICCINI, L. F.; LEITE, M. N.; ALBUQUERQUE, J. C. R. Platicidade fenotípica do óleo essencial das folhas de *Lippia alba* (Mill.) N.E. Br. ex Britt. & Wilson cultivada em diferentes padrões de adubação. In: SIMPÓSIO DE PLANTAS MEDICINAIS DO BRASIL, 17. Cuiabá, 2002. **Resumos...** Cuiabá: UFMT, 2002. (Resumo AG 018).

SOUSA, P. B. L.; AYALA-OSUNA, J. T.; GOMES, J. E. Propagação vegetativa de *Ocimum gratissimum* L. em diferentes substratos. **Rev. Bras. Pl. Med.**, Botucatu, v. 8, n. 1, p. 39-44, 2005.

STEFANINI, M. B.; RODRIGUES, S. D.; MING, L. C. Ação de fitorreguladores no crescimento da erva-cidreira-brasileira. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 1, p. 18-23, mar. 2002.

TAVARES, E. S.; JULIÃO, L. S.; LOPES, D.; BIZZO, H. R.; LAGE, C.L.S.; LEITÃO, S.G. Análise do óleo essencial de folhas de três quimiotipos de *Lippia alba* (Mill.) N. E. Br (Verbenaceae) cultivados em condições semelhantes. **Rev. Bras. Farmacogn.** v. 1, n.15, jan./mar. 2005.

VALE, T. G.; FURTADO, E. C.; SANTOS JUNIOR, J. G.; VIANA, G. S. B. Central effects of citral, myrcene and limonene, constituents of essential oil chemotypes from *Lippia alba* (Mill.) N.E. Brown. **Phytomedicine**, v. 9, p. 709-714, 2002.

VENTRELLA, M. C. **Produção de folhas, óleo essencial e anatomia foliar quantitativa de *Lippia alba* (Mill.) N. E. Br. (Verbenaceae) em diferentes níveis de sombreamento e épocas de colheita.** Botucatu, 2000. 84 p. Tese (Doutorado em Agronomia/Horticultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2000.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **WHO guidelines on good manufacturing practices (GMP) for herbal medicines.** France: WHO Press, 2007. 92 p.

YAMAMOTO, P. Y. **Interação genótipo x ambiente na produção e composição de óleos essenciais de *Lippia alba* (Mill.) N. E. Br.** 2006. Dissertação (Agricultura Tropical e Subtropical) - Instituto Agronômico, Universidade de São Paulo, Campinas, 2006.

ZOGHBI, M. G. B.; ANDRADE, E. H. A.; SANTOS, A. S.; SILVA, M. H. L.; MAIA, J. G. S. Essential oils of *Lippia alba* (Mill.) N. E. Br. growing wild in the Brazilian Amazon. **Flavour and Fragrance Journal**, n. 1, v. 13, p. 47-48, 1998.

CAPÍTULO II

3 TIPOS DE ESTACAS NA PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DA ERVA CIDREIRA

Resumo

A erva-cidreira [*Lippia alba* (Mill.) N. E. Brown] é uma planta medicinal propagada por estaquia, apresentando variação na porcentagem de enraizamento quanto ao tipo de substrato e o tipo de estaca utilizada (basal, mediana e apical). O objetivo deste trabalho foi identificar o tipo de estaca mais adequado e o melhor substrato para a propagação vegetativa nas condições de Gurupi, Estado do Tocantins. O material botânico utilizado foi estacas de erva-cidreira quimiotipos I, II, e III, com aproximadamente 12 cm de comprimento. No primeiro experimento, foram utilizadas estacas (apicais e basais) dos três quimiotipos, em um esquema fatorial 2 x 3. No segundo experimento, as estacas dos três quimiotipos foram propagadas em três substratos: Plantimax[®] + esterco bovino curtido (na proporção de 1:1); Plantimax[®] + palha de arroz carbonizada (na proporção de 1:1); e Plantimax[®], sob viveiro com 50 % da intensidade luminosa natural, em um esquema fatorial de 3 x 3 com 4 repetições, onde se determinou a massa fresca e seca da raiz, caule e folhas. Estacas apicais e basais podem ser utilizadas na propagação vegetativa da erva-cidreira quimiotipos I, II e III. As misturas Plantimax[®] + palha de arroz carbonizada e Plantimax[®] + esterco bovino curtido são recomendadas para a propagação vegetativa da erva-cidreira quimiotipos I, II e III.

Palavras-chave: *Lippia alba*, estaquia, plantas medicinais.

Abstract

The *Lippia alba* (Mill.) N. E. Brown is a medicine plant propagated by cuttings showing variation in the percentage of rooting on the type of substrate used and type of cutting (basal, median and apical). The objective was to identify the most appropriate type of cutting and the best substrate for the vegetative propagation conditions of Gurupi, State of the Tocantins. The botanical material were used for cutting *Lippia alba* chemotypes I, II and III with approximately 12 cm of the length. In the first experiment were used cuttings (apical and basal) of the three chemotypes in a 2 x 3 factorial. In the second experiment, the cuttings of the three chemotypes were propagated in three substrate: Plantimax[®] + manure from bovine (at a proportion of 1:1); Plantimax[®] + carbonized rice straw (proportion of the 1:1), and Plantimax[®], on a nursery with 50% of natural light intensity in a factorial arrangement of 3 x 3 with 4 replicates, which determined the fresh and dry mass of root, stem and leaves. Apical and basal cuttings can be used for vegetative propagation of *Lippia alba* chemotypes I, II and III. Mixtures Plantimax[®] + carbonized rice straw and Plantimax[®] + cattle manure are recommended for the vegetative propagation of *Lippia alba* chemotypes I, II and III.

Keywords: *Lippia alba*, cutting, medicine plant.

3.1 Introdução

Segundo Mattos et al. (2007) a erva-cidreira [*Lippia alba* (Mill.) N. E. Brown] é uma planta medicinal propagada por estaquia. A propagação vegetativa é considerada uma importante ferramenta para o melhoramento de espécies lenhosas e herbáceas e vem sendo amplamente utilizada, visando melhorar e manter variedades de importância econômica e medicinal (EHLERT et al., 2003). O tipo de estacas utilizado para a propagação pode ser mediana ou basal (0,41 e 0,77 cm de diâmetro, respectivamente), mas as estacas medianas apresentaram maior capacidade de brotação e tendência de melhor enraizamento (DUARTE et al., 2002; BIASI e COSTA, 2003).

Biasi e Costa (2003) relatam que as estacas de erva-cidreira apresentam variação quanto a porcentagem de enraizamento quando se varia substrato e tipo de estaca utilizada. Em outro trabalho Rocha et al. (2001) mostraram que o enraizamento de estacas apicais com folhas cortada a metade da erva-cidreira quimiotipo I (mirceno-citral) apresentaram uma melhor porcentagem de enraizamento e maior acúmulo de matéria seca da parte aérea. Diante desses resultados, fica evidente que existe uma variação da porcentagem de pegamento das estacas quando se varia o tipo de estaca e o substrato para produção de mudas.

Avaliar estas variações e transformar em conhecimento sistematizado é fundamental para uma boa estratégia de produção. No tocante aos aspectos agrônômicos da erva-cidreira, muito pouco se tem estudado, existindo a necessidade de se estabelecer técnicas apropriadas de produção dessa planta a fim de possibilitar a produção de matéria prima vegetal de boa qualidade, com maior teor de óleo essencial. Em se tratando de plantas medicinais, a preocupação não deve apenas estar relacionada com a produção quantitativa de biomassa por hectare, mas também com a riqueza dos princípios ativos contidos. Por isso os diversos aspectos devem ser levados em conta para que se possam produzir plantas medicinais em quantidades suficientes e com qualidade necessária (STEFANINI et al., 2002).

Por isso o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do tipo de estaca e tipos de substratos sobre a propagação vegetativa da erva-cidreira quimiotipos I, II e III nas condições de Gurupi-TO.

3.2 Materiais e Métodos

Os experimentos foram conduzidos no Setor de Olericultura da Estação Experimental do Campus Universitário de Gurupi, Universidade Federal do Tocantins – UFT, situado na latitude sul 11°43'45" e longitude oeste 49°04'07" com altitude média de 280 m. O clima do local é do tipo B1wA'a' (Thornthwaite), conforme a classificação de Köppen. A precipitação média anual está em torno de 1600 mm/ano.

O material botânico utilizado foi erva-cidreira [*Lippia alba* (Mill.) N. E. Brown], quimiotipos I (mirceno-citral), II (citral-limoneno) e III (carvona-limoneno), obtidas a partir de plantas matrizes fornecidas pelo horto de plantas medicinais da Fazenda Experimental do Vale do Curu, em Pentecostes – CE, pertencente ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, e posteriormente estaqueadas individualmente para multiplicação nos canteiros da Estação Experimental do Campus Universitário de Gurupi/UFT até atingir o número necessário de plantas para a instalação do experimento. A referida espécie se encontra catalogada no Herbário Prisco de Bezerra do Centro de Ciências Agrárias da UFC, sob os números 24.151, 24.150, e 24.149.

Foram realizados dois experimentos utilizando o delineamento experimental em blocos casualizados com quatro repetições. O bloco experimental consistiu de uma bandeja multicélulas de poliestireno com 128 células de formato piramidal investido com volume aproximado de 36 cm³ por célula, contendo substrato comercial Plantimax[®]. Cada parcela foi formada por 12 estacas com cerca de 12 cm de comprimento cada. O primeiro experimento foi instalado em esquema fatorial 3 x 2, variando-se três quimiotipos de erva-cidreira (I, II e III) e dois tipos de estacas (basal e apical), totalizando assim seis tratamentos.

No segundo foi adotado também um esquema fatorial 3 x 3, em que os tratamentos foram: três quimiotipos de erva-cidreira (I, II e III); e três tipos de substrato [Plantimax[®] + esterco bovino curtido (na proporção de 1:1); Plantimax[®] + palha de arroz carbonizada (na proporção de 1:1); e Plantimax[®]]. Neste as estacas utilizadas foram dos dois tipos (basal e apical) (Figura 1).

Após o plantio das estacas, as bandejas foram mantidas em viveiro de mudas coberto com plástico agrícola (50 % de sombreamento), onde foram efetuadas irrigações diárias. Como a taxa de pegamento nos dois experimentos foi de 100 %, não houve necessidade de reposição das estacas.



Figura 1. Propagação da erva-cidreira (quimiotipos I, II e III) utilizado estacas basais e apicais. UFT, Gurupi-TO. 2008.

Aos 30 dias após a instalação dos experimentos, as estacas foram retiradas e lavadas cuidadosamente para evitar perdas da parte aérea e do sistema radicular. Após a lavagem separou-se a raiz, o caule e as folhas de cada planta para medição da matéria fresca. Após essas avaliações as raízes, caules e folhas foram acondicionadas em sacos de papel, e colocadas em estufa com temperatura constante de 105 °C por 8 horas (até que tivessem massa constante), para determinação da matéria seca.

Os caracteres avaliados foram: matéria fresca da raiz (MFR), matéria fresca do caule (MFC), matéria fresca da folha (MFF), matéria seca da raiz (MSR), matéria seca do caule (MSC) e matéria seca da folha (MSF). Os dados das características avaliadas foram submetidas a análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

3.3 Resultados e Discussões

O resumo da análise de variância do primeiro experimento com os coeficientes de variação das variáveis respostas, medidas no experimento encontra-se na Tabela 1.

Os tipos de quimiotipos foram estatisticamente contrastantes para todas as características fenotípicas avaliadas (significativo a 1 % de probabilidade pelo teste *F*). Enquanto o fator tipos de estacas não influenciou nas características avaliadas. Não ocorreu interação entre os fatores, indicando serem os mesmos independentes. A não significância da interação entre quimiotipos e tipo de estacas em erva-cidreira também foi observada por Albuquerque et al. (2001a, b), que avaliaram os caracteres: matéria seca das raízes e matéria seca da parte aérea dos quimiotipos II (citril-limoneno) e III (carvona-limoneno).

Tabela 1. Resumo da análise de variância da matéria fresca (MFR) e seca (MSR) da raiz, matéria fresca (MFC) e seca (MSC) do caule, matéria fresca (MFF) e seca (MSF) das folhas de estacas (basal e apical) de erva-cidreira (quimiotipos I, II e III). Gurupi - TO, UFT, 2007.

Fontes de Variação	GL	QM					
		MFR	MSR	MFC	MSC	MFF	MSF
Bloco	3	0,00160	0,00007	0,00144	0,00003	0,00078	0,00154
Tipos de Quimiotipos	2	0,02431**	0,00213**	0,20139**	0,01756**	0,72315**	0,08759**
Tipos de Estacas	1	0,00476 ^{NS}	0,00004 ^{NS}	0,01179 ^{NS}	0,00058 ^{NS}	0,00008 ^{NS}	0,00286 ^{NS}
Quimiotipo x Estacas	2	0,00481 ^{NS}	0,00013 ^{NS}	0,00629 ^{NS}	0,00012 ^{NS}	0,01098 ^{NS}	0,00108 ^{NS}
Resíduo	15	0,00214	0,00004	0,00242	0,00031	0,01469	0,00151
CV (%)	-	52,23000	27,70000	35,88000	37,10000	29,91000	30,13000
DMS	-	0,06010	0,00810	0,06390	0,02300	0,15750	0,05050

** , * , ^{NS} significativo a 1 %, 5 % de probabilidade e não significativo pelo teste *F*, respectivamente.

A Tabela 2 apresenta as médias da matéria fresca e seca dos caracteres avaliados segundo os quimiotipos e tipos de estacas da erva-cidreira.

Tabela 2. Médias dos caracteres matéria fresca (MFR) e seca (MSR) da raiz, matéria fresca (MFC) e seca (MSC) do caule, matéria fresca (MFF) e seca (MSF) das folhas das estacas (basal e apical) de erva-cidreira (quimiotipos I, II e III). Gurupi-TO, UFT, 2007.

Quimiotipos	MFR(g)	MSR (g)	MFC (g)	MSC (g)	MFF (g)	MSF (g)
I	0,05115 b	0,01240 b	0,06915 b	0,03830 b	0,36675 b	0,10240 b
II	0,15190 a	0,04130 a	0,31850 a	0,09865 a	0,72310 a	0,21780 a
III	0,06280 b	0,01365 b	0,02390 b	0,00640 c	0,12545 c	0,04025 c
DMS	0,06008	0,00821	0,06389	0,02287	0,15741	0,05047
Tipo de Estacas						
Basal	0,10270 a	0,02370 a	0,15933 a	0,05270 a	0,40690 a	0,12220 a
Apical	0,07453 a	0,02120 a	0,11503 a	0,04287 a	0,40330 a	0,11810 a
DMS	0,04025	0,0055	0,04281	0,01532	0,10547	0,03381
CV%	52,23	27,7	35,88	37,1	29,91	30,13

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

Apesar da não significância da variação observado no fator tipos de estacas, constata-se uma tendência de superioridade das estacas basais, cujas médias das características fenotípicas avaliadas foram superiores às obtidas com as estacas apicais (Tabela 2). Alguns autores trabalharam com a mesma espécie e citaram a superioridade das estacas medianas e basais em relação às estacas apicais. Duarte et al. (2002) observaram que as estacas médias (diâmetro = 0,41 cm) e grossas (diâmetro = 0,77) de erva-cidreira possuem maior capacidade de enraizamento do que as estacas finas (diâmetro = 0,22 cm). Segundo os autores, as estacas medianas e grossas podem ser utilizadas para propagação vegetativa da erva-cidreira, mas as estacas de diâmetro mediano, retiradas do terço médio dos ramos da planta, apresentaram maior capacidade de brotação e tendência de melhor enraizamento.

Na propagação vegetativa da erva-cidreira quimiotipo II, Silva et al. (2002) afirmam que as combinações de estacas lenhosas com três gemas mantida em casa de vegetação, tiveram melhor desempenho. Biasi e Costa (2003) não detectaram diferenças quanto ao enraizamento de quatro tipos de estacas da erva-cidreira (mediana com 4 folhas; mediana com 2 folhas; mediana sem folhas; e basal), apenas tendência de maior enraizamento entre as estacas. Segundo os mesmos autores, apesar da facilidade de enraizamento, o desenvolvimento das raízes foi bastante afetado pelo tipo de estaca, pois as estacas com maior número e volume de raízes foram as medianas com quatro folhas.

Biasi e Costa (2003) observaram que estacas apicais são muito sensíveis à desidratação, exigindo muito cuidado no preparo e certamente não sobreviveriam sem a condição de nebulização constante. Já a resistência à desidratação das estacas medianas ficou comprovada num experimento com diferentes substratos, no qual não foi utilizada a irrigação por nebulização para as estacas com 1 par de folhas, apenas a irrigação diária com mangueira.

A literatura também relata a viabilidade das estacas apicais na propagação vegetativa de outras espécies medicinais e aromáticas. Bezerra (2003) afirma que a marcela [*Egletes viscosa* (L.) Less.] propaga-se facilmente através de estacas caulinares herbáceas, sem a necessidade de aplicação exógena de auxinas. Ehlert et al. (2003) trabalhando com estacas de alfavaca-cravo (*Ocimum gratissimum* L.), observaram que as mais altas porcentagens de enraizamento ocorreram com estacas medianas sem folhas e apicais com folhas (99,7 % e 98,6 %, respectivamente). Momenté (2004) também afirma que o uso de estacas apicais na propagação vegetativa do mentrasto (*Ageratum conyzoides* L.) “forma vegetativa” é viável.

Signor et al. (2007) afirmam que estacas de orégano com diferentes tamanhos (3, 6 e 9 cm) retiradas da parte apical não diferem quanto a porcentagem de enraizamento, matéria fresca e seca da raiz, número de brotações, altura das plantas. Segundo Garbuio et al. (2007) na propagação vegetativa do patchouli (*Pogostemon cablin*), a porcentagem de brotação, enraizamento, comprimento médio das três maiores raízes e número de raízes emitidas por estacas decresceu das estacas apicais para as basais. Possivelmente a proximidade da gema apical naquele tipo de estaca favoreceu a maior formação de raízes, pois as auxinas produzidas no meristema apical do caule são transportadas de forma basípeta pelas células do parênquima até a base das estacas, onde promovem a indução radicial (TAIZ e ZEIGER, 2004). Desta forma pode-se observar que a escolha da melhor região do ramo para a estaquia, depende das características específicas de cada planta (GARBUIO, 2007).

Para as seis variáveis avaliadas (MFR, MSR, MFC, MSC, MFF, e MSF) percebe-se que os melhores resultados foram obtidos pelas estacas do quimiotipo II. Conforme Yamamoto

(2006) os genótipos da erva-cidreira quimiotipo citral se destacaram em relação a elevada produção de matéria fresca e seca foliar, quando comparado com outros quimiotipos (linalol, mirceno/cânfora, limoneno/carvona e mirceno) do banco de germoplasma do Instituto Agrônômico de Campinas – IAC. A autora afirma que o genótipo IAC-18 pode ser utilizado como opção de parental em cruzamentos com outros quimiotipos de interesse industrial para aumento da produtividade.

A figura 2 mostra o percentual de distribuição da matéria seca na raiz, caule e folhas das plantas de erva-cidreira quimiotipos I, II e III. Com relação ao teor de biomassa foliar, o quimiotipo I concentrou mais biomassa nas folhas (66,88 %), seguido do tipo III (66,75 %) e II (60,88 %). O quimiotipo II além de apresentar o maior teor de matéria seca no caule entre os quimiotipos (Tabela 2) na distribuição de matéria seca nas partes da planta, o quimiotipo concentra maior percentual deste caráter do que os demais (27,58 %). O quimiotipo III concentrou maior percentual de matéria seca da raiz (22,64 %).

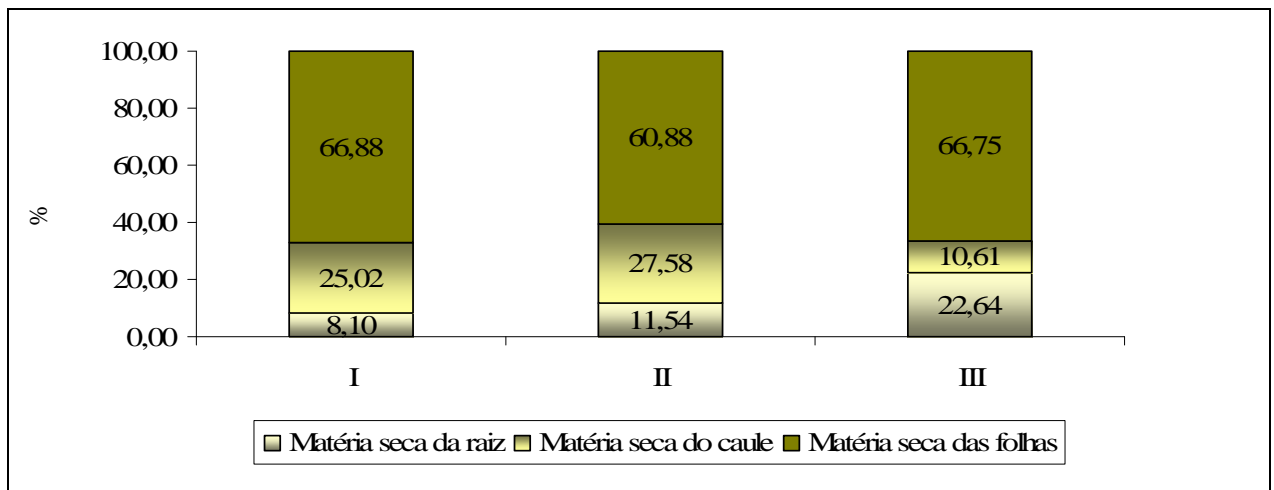


Figura 2. Distribuição de matéria seca nas plantas de erva-cidreira (quimiotipos I, II e III). UFT, Gurupi-TO. 2008.

A Tabela 3 apresenta o resumo da análise de variância do segundo experimento com os coeficientes de variação das variáveis respostas. O fator tipos de quimiotipos influenciou na matéria seca da raiz, matéria fresca e seca do caule e folhas. Os tipos de substratos influenciaram na matéria fresca da raiz, matéria fresca e seca das folhas. Não ocorreu interação entre os fatores estudados.

Tabela 3. Resumo da análise de variância da matéria fresca (MFR) e seca (MSR) da raiz, matéria fresca (MFC) e seca (MSC) do caule, matéria fresca (MFF) e seca (MSF) das folhas das plantas de erva-cidreira (quimiotipos I, II e III) em função de três tipos de substrato. Gurupi - TO, UFT, 2007.

Fontes de Variação	GL	QM					
		MFR	MSR	MFC	MSC	MFF	MSF
Bloco	3	0,010159 ^{NS}	0,000018 ^{NS}	0,000958 ^{NS}	0,000149 ^{NS}	0,004383 ^{NS}	0,000041 ^{NS}
Quimiotipos	2	0,003853 ^{NS}	0,000138*	0,233649**	0,018666**	0,502332**	0,036984**
Substratos	2	0,063079**	0,000118 ^{NS}	0,007835 ^{NS}	0,000233 ^{NS}	0,042846*	0,003229**
Quimiotipos x Substratos	4	0,005880 ^{NS}	0,000025 ^{NS}	0,002226 ^{NS}	0,000108 ^{NS}	0,012307 ^{NS}	0,000635 ^{NS}
Resíduo	24	0,009519	0,000035	0,002638	0,000104	0,008739	0,000392
CV (%)	-	37,00	21,31	16,40	15,51	11,84	11,95

** , * , ^{NS} significativo a 1 %, 5 % de probabilidade e não significativo pelo teste *F*, respectivamente.

A Tabela 4 mostra que dos substratos estudados, a mistura de Plantimax® + palha de arroz carbonizada proporcionou a emissão de raízes com elevado teor de matéria fresca, na ordem de 42,43 % em relação a mistura Plantimax® + esterco bovino curtido. Resultados semelhantes foram obtidos por Biasi e Costa (2003) na propagação vegetativa da erva-cidreira. Os autores observaram que embora os tipos de substratos (Plantimax®, casca de arroz carbonizada, vermiculita, solo) estudados não influenciaram na porcentagem de enraizamento, a maior matéria fresca de raízes foi obtida no substrato contendo casca de arroz carbonizada.

Lima et al. (2003) observaram um melhor comportamento de duas espécies de guaco (*M. glomerata* e *M. laevigata*) no substrato casca de arroz carbonizada, com rega manual diária. Os autores justificam o comportamento devido às propriedades físicas do substrato: maior capacidade de retenção de água (34,8 %), maior espaço poroso (40,7 %) e menor densidade (243 g.L⁻¹); o que promoveu o bom desenvolvimento das raízes. Tendência de maior enraizamento, comprimento da raiz e matéria seca da raiz em estacas de atroveran [*Ocimum selloi* (Benth)] foi observado no substrato contendo casca de arroz carbonizada (COSTA et al., 2007). A boa retenção de água e ótimo espaço de ar são fatores que possibilitam a manutenção de um adequado suprimento de água para o enraizamento de estacas (PESCADOR et al., 2007).

Deve-se acrescentar que o substrato pode ser um fator determinante para o sucesso no enraizamento de estacas em muitas espécies (LIMA et al., 2003; MONTANARI et al., 2004), pois o crescimento depende de condições físicas e químicas do substrato utilizado e das substâncias de reserva que a planta utiliza para a divisão e alongação celular das raízes (PESCADOR et al., 2007).

Tabela 4. Médias dos caracteres matéria fresca (MFR) e seca (MSR) da raiz, matéria fresca (MFC) e seca (MSC) do caule, matéria fresca (MFF) e seca (MSF) das folhas (MSF) das plantas de erva-cidreira quimiotipos I, II e III em diferentes substratos, Gurupi-TO, UFT, 2008.

Quimiotipos	MFR(g)	MSR (g)	MFC (g)	MSC (g)	MFF (g)	MSF (g)
I	0,264a	0,027ab	0,297b	0,052b	0,705b	0,136b
II	0,246a	0,025b	0,460a	0,110a	1,023a	0,230a
III	0,282a	0,032 ^a	0,183c	0,035c	0,641b	0,131b
Tipo de Substrato						
S+E	0,196B	0,031 ^a	0,327A	0,068A	0,858A	0,173A
S+P	0,340A	0,028AB	0,329A	0,068A	0,760B	0,177A
S	0,255AB	0,025B	0,284A	0,061A	0,750B	0,147B
CV%	37,00	21,31	16,40	15,51	11,84	11,95

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade. Substrato: S+E - Plantimax[®] + esterco bovino curtido na proporção (1:1); S+P - Plantimax[®] + palha de arroz carbonizada na proporção (1:1); e S - Plantimax[®].

Na característica matéria seca da raiz (Tabela 4) as plantas do quimiotipo III apresentaram as maiores médias. O substrato Plantimax[®] + esterco bovino curtido proporcionou o maior acúmulo de matéria seca da raiz (0,031 g) entre os substratos avaliados. Na cultura da alfavaca-cravo (*Ocimum gratissimum*), o substrato contendo alta porcentagem de matéria orgânica promoveu o maior incremento da matéria seca radicular (SOUZA et al., 2005).

Analisando a matéria fresca e seca do caule foi verificado que o quimiotipo II (citrálimoneno) produziu a maior quantidade de matéria fresca, e o menor valor da matéria fresca e seca do caule foi atribuído ao quimiotipo III (Tabela 4). Apesar das plantas do quimiotipo II apresentarem maior matéria seca caulinar (0,110 g), sua capacidade de translocação para a raiz foi menor (0,025 g) do que as plantas do quimiotipo III. Já o quimiotipo III, mesmo demonstrando menor valor de matéria seca do caule entre os quimiotipos, a matéria seca das folhas e raiz não diferiu estatisticamente em relação às plantas do quimiotipo I.

A matéria fresca das folhas foi maior nas plantas do quimiotipo II. E o tipo de substrato que promoveu maior concentração da matéria seca das folhas foi o substrato S+E. Para o caráter matéria seca das folhas, o quimiotipo II e os substratos Plantimax[®] + palha de arroz carbonizada e Plantimax[®] + esterco bovino curtido se destacaram. Bezerra (2003) também observou que o percentual de matéria seca do caule e folhas da marcela [*Egletes viscosa* (L.) Less.] foi influenciada pela adição de matéria orgânica no solo. O autor verificou um aumento de 48 % na dose de 9 kg.m⁻² em relação a testemunha (sem adubação).

3.4 Conclusões

Nas condições do presente trabalho pode-se concluir que:

1. Estacas apicais e basais podem ser utilizadas na propagação vegetativa da erva-cidreira (quimiotipos I, II e III);
2. As misturas Plantimax® + palha de arroz carbonizada e Plantimax® + esterco bovino curtido são recomendadas para a propagação vegetativa da erva-cidreira (quimiotipos I, II e III).

3.5 Referências Bibliográficas

ALBUQUERQUE, H.A.; MOMENTÉ, V.G.; NAGAO, E.O.; INNECCO, R.; ROCHA, M.F.A.; MATTOS, S.H.; CRUZ, G. F. Estaquia de erva-cidreira quimiotipo II (citrálimoneno). **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 19, jul. 2001a. (suplemento CD-ROM)

ALBUQUERQUE, H.A.; MOMENTÉ, V.G.; NAGAO, E.O.; INNECCO, R.; ROCHA, M. F. A.; MATTOS, S.H.; CRUZ, G.F. Enraizamento de estacas de erva-cidreira quimiotipo III (carvona-limoneno). **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 19, jul. 2001b. (suplemento CD-ROM)

BEZERRA, A. M. E. **Desenvolvimento de um sistema de produção para macela** (*Egletes viscosa* (L.) Less). 2003. 125 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2003.

BIASI, L. A.; COSTA, G. Propagação vegetativa de *Lippia alba*. **Ciência Rural**, v. 33, n. 3, 2003.

COSTA, L. C. B.; PINTO, J. E. B. P.; BERTOLUCCI, S. K. V. Comprimento da estaca e tipo de substrato na propagação vegetativa de atoveran. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 4, p. 1157-1160, jul./ago. 2007.

DUARTE, E. F.; OLIVEIRA JÚNIOR, E. D.; BIGARELLI, L. F. G.; ALMEIDA, C. S.; SILVA, L. C.; ASSIS, S. R. F. Enraizamento de estacas de produção de biomassa de *Lippia alba* (Mill) N. E. Brow (Verbenaceae). **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, n. 2, dez., 2002.

EHLERT, P. A. D. “**Épocas de plantio, idades e horários de colheita na produção e qualidade do óleo essencial de *Lippia alba* (Mill.) N. E. Br., quimiotipo limonocarvona**”. 2003. 106 p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2003.

GARBUIO, C.; BIASI, L. A.; KOWALSKI, A. P. J.; SIGNOR, D.; MACHADO, E. M.; DESCHAMPS, C. Propagação por estaquia em Patchouli com diferentes números de folhas e tipos de estacas. **Scientia Agrária**, Curitiba, v. 8, n. 4, p. 435-438, 2007.

LIMA, N. P.; BIASI, L. A.; ZANETTE, F.; NAKASHIMA, T. Produção de mudas por estaquia de duas espécies de guaco. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 1, p. 106-109, mar., 2003.

MATTOS, S. H.; INNECCO, R.; MARCO, C. A.; ARAÚJO, A. V. **Plantas medicinais e aromáticas cultivadas no Ceará**: tecnologia de produção e óleos essenciais. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2007. p. 61-63.

MOMENTÉ, V. G. **Germinação, crescimento, estaquia e idades de cortes do mentrasto** (*Ageratum conyzoides* L.). 2002, 79 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal do Ceará, 2002.

MONTANTARI, R. M.; SOUSA, L. A.; LEITE, M. N. et al. Plasticidade fenotípica da morfologia externa de *Lippia alba* (Mill.) N. E. Br. ex Britt. & Wilson (Verbenaceae) em resposta a níveis de luminosidade e adubação. **Rev. Bras. Pl. Med.**, Botucatu, v. 6, n. 3, p. 96-101, 2004.

PESCADOR, R.; VOLTONI, A. C.; GIRARDI, C. G.; ROSA, F. A. F. Estaquia de Pariparoba-do-Rio Grande do Sul sob efeito do ácido indol-butírico em dois substratos. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 8, n. 4, p. 391-398, 2007.

ROCHA, M. F. A.; MOMENTÉ, V. G.; ALENCAR, H. A.; NAGAO, E. O.; INNECCO, R.; CRUZ, G. F.; MATTOS, S. H. Enraizamento de estacas de erva cidreira quimiotipo I (mirceno-citral). **Horticultura Brasileira**, v.19, n. 2, 2001. (CD-ROM)

SIGNOR, D.; KOWALSKI, A. P. J.; ALVES, M. A.; LIMA, F. L.; BIASI, L. A. Estaquia herbácea de orégano. **Scientia Agrária**, Curitiba, v. 8, n. 4, p. 431-434, 2007.

SILVA, S. O.; BEZERRA, A. M. E.; MOREIRA, F. J. C.; ALVES, T. T. L.; SILVA, F. D. B.; NASCIMENTO, I. B.; INNECCO, R. Influência do ambiente, consistência da estaca e número de gemas no enraizamento de estacas caulinares de erva cidreira quimiotipo II (citral, limonemo). **Horticultura Brasileira**, v. 20, n. 2, 2002 (suplemento CD-ROM)

SOUSA, P. B. L.; AYALA-OSUNA, J. T.; GOMES, J. E. Propagação vegetativa de *Ocimum gratissimum* L. em diferentes substratos. **Rev. Bras. Pl. Med.**, Botucatu, v. 8, n. 1, p. 39-44, 2005.

STEFANINI, M. B.; RODRIGUES, S. D.; MING, L. C. Ação de fitorreguladores no crescimento da erva-cidreira-brasileira. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 1, p. 18-23, mar. 2002.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.

YAMAMOTO, P. Y. **Interação genótipo x ambiente na produção e composição de óleos essenciais de *Lippia alba* (Mill.) N. E. Br.** 2006. Dissertação (Agricultura Tropical e Subtropical) - Instituto Agronômico, Universidade de São Paulo, Campinas, 2006.

CAPÍTULO III

4 INFLUÊNCIA DA ADUBAÇÃO ORGÂNICA NA PRODUÇÃO DA ERVA-CIDREIRA

Resumo

Trabalhos utilizando dosagens de adubações em espécies medicinais foram realizados por vários autores e os resultados indicaram que existe influência na produção de biomassa e nos teores de óleos essenciais. Em erva-cidreira [*Lippia alba* (Mill) N. E. Brown] foi verificado que o aumento das doses de adubação orgânica resultou em maiores rendimento de biomassa, porém, em decréscimos no teor de óleo essencial. O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos dos níveis de adubação orgânica na produção da erva-cidreira quimiotipos I, II e III. O experimento foi instalado na Estação Experimental da UFT, Campus Universitário de Gurupi. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados em esquema fatorial 3 x 4, com três repetições, representados por três quimiotipos de erva-cidreira (I, II e III) e quatro dosagens de adubação orgânica (0, 2, 4 e 6 kg.m⁻²). Após 90 dias do plantio, as seguintes características foram avaliadas: altura da planta, número de folhas, número de ramos principais, massa fresca da folha, massa seca da folha, produção de massa fresca, e produção de massa seca. As plantas de erva-cidreira respondem positivamente à adubação orgânica com esterco bovino curtido, registrando-se rendimentos crescentes de biomassa com o aumento das doses do adubo orgânico.

Palavras-chave: *Lippia alba*, adubo orgânico, planta medicinal.

Abstract

Work using doses of fertilizer in medicinal species were performed by several authors and the results indicated that influence the production of biomass and the levels of essential oils. In the *Lippia alba* (Mill.) N. E. Brown was found that increasing the doses of organic manure resulted in higher yield of the biomass, however, decreases the content of essential oil. The objective of this study was to evaluate the effects of the levels of organic manure in the production of *Lippia alba* chemotypes I, II and III. The experiment was installed at the Experimental Station of the UFT, Campus Universitário de Gurupi. The experimental design was a randomized block design in a factorial 3 x 4 with three replications, represented by three chemotypes *Lippia alba* I, II and III) and four doses of organic manure (0, 2, 4 and 6 kg.m⁻²). After 90 days of planting, the following were evaluated: plant height, number of leaves, of main branches, the leaf fresh mass, dry of leaves mass, production of fresh and dry mass production. The *Lippia alba* plants respond positively to organic fertilization with cattle manure and the yield of biomass increased with increasing doses of organic fertilizer.

Keywords: *Lippia alba*, organic fertilizer, medicine plant.

4.1 Introdução

A erva-cidreira [*Lippia alba* (Mill.) N. E. Brown], pertencente à família Verbenaceae, é plantada e usada em todo o Brasil por suas propriedades medicinais. Diversos fatores influenciam na qualidade das plantas medicinais, como: características genéticas da planta, variações climáticas, fertilidade do solo, época de plantio, condições de secagem, tempo de armazenamento etc. (KAMADA et al., 1999; CASTRO et al., 2004). Levando em consideração a interferência da fertilidade do solo na produção do óleo essencial das plantas medicinais, Ming (1994) afirma que o aumento das doses de adubação orgânica da erva-cidreira resulta em maiores rendimento de biomassa, porém, em decréscimos no teor de óleo essencial. Montanari et al. (2004) observaram que o tipo de substrato influencia nas características morfológicas da *L. alba*. Mas Sousa et al. (2002) e Santos (2003) afirmam que diferentes níveis de adubação orgânica não influencia na produção desta espécie.

Trabalhos utilizando dosagens de adubações em outras espécies medicinais foram realizados por vários autores e os resultados indicam que existe influência na produção de biomassa e nos teores de óleos essenciais (PAULUS et al., 2004; RAMOS et al., 2005; GARLET et al., 2007).

No caso de espécies medicinais, ainda são poucas as informações disponíveis relativas aos aspectos agronômicos, como adubação orgânica, época de colheita, e outros fatores, havendo assim a necessidade de estudos que revelem o comportamento dessas espécies (SCHEFFER et al., 1990). Em locais de diferentes características edafoclimáticas, possivelmente a produção de biomassa e os teores de princípios ativos não serão os mesmos. Ter essas informações sistematizadas é fundamental para uma boa estratégia de produção da erva-cidreira a fim de possibilitar a produção de matéria prima vegetal de boa qualidade, com maior teor de óleo essencial.

O objetivo do trabalho foi avaliar a influência das doses de adubação orgânicas sobre as características botânico-agronômicas de três quimiotipos de erva-cidreira.

4.2 Materiais e Métodos

O experimento foi conduzido no Setor de Olericultura da Estação Experimental do Campus Universitário de Gurupi, Universidade Federal do Tocantins – UFT, situado na latitude sul 11°43'45" e longitude oeste 49°04'07" com altitude média de 280m. A precipitação média anual está em torno de 1.600 mm.ano⁻¹. O clima do local é do tipo B1wA'a' (Thornthwaite), conforme a classificação de Köppen.

O solo da área experimental foi classificado como LATOSSOLO Vermelho-amarelo distrófico, com textura média (EMBRAPA, 2006). A Tabela 1 mostra a análise química do solo da área de plantio.

Tabela 1. Composição química do solo da área de plantio. Gurupi-TO, UFT, 2008.

pH (H ₂ O)	Matéria Orgânica %	P ppm	K	Ca	Mg	Al	Ca+Mg cmol _c .dm ⁻³	Ca/Mg	Ca/K	Mg/K
5,70	3,40	12,50	0,20	3,10	1,50	0,20	4,60	2,07	15,50	7,50

O material botânico utilizado foi erva-cidreira [*Lippia alba* (Mill.) N. E. Brown] quimiotipos I (mirceno-citral), II (citral-limoneno) e III (carvona-limoneno), obtidas a partir de plantas matrizes fornecidas pelo horto de plantas medicinais da Fazenda Experimental do Vale do Curu, em Pentecostes – CE, pertencente ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará. Posteriormente foi realizada a propagação por estaquia das plantas para multiplicação nos canteiros da Estação Experimental do Campus Universitário de Gurupi/UFT até atingir o número necessário de plantas para a instalação do experimento. A referida espécie se encontra catalogada no Herbário Prisco de Bezerra do Centro de Ciências Agrárias da UFC, sob os números 24.151, 24.150, e 24.149.

Tabela 2. Composição química do adubo orgânico utilizado no experimento. Gurupi-TO, UFT, 2008.

pH (H ₂ O)	Matéria Orgânica	C (orgânico) %	N (orgânico)	P ppm	K	Ca	Mg	Na	Ca+Mg cmol _c .dm ⁻³	Ca/Mg	Ca/K	Mg/K
7,10	11,03	6,40	0,79	576,00	3,01	16,17	6,90	2,01	23,60	2,42	5,55	2,29

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados em esquema fatorial 3x4, com três repetições, representados por três quimiotipos de erva-cidreira (I, II e III) e quatro doses de esterco bovino curtido (0, 2, 4 e 6 kg.m⁻²) incorporado ao solo no momento de preparo dos canteiros. A Tabela 2 apresenta a composição química do adubo orgânico.

As mudas foram produzidas por estaquia em bandejas de isopor de 128 células, contendo substrato Plantimax[®] e mantidas sob sombrite (50%), com irrigações diárias, por um período de 30 dias. Após este período, as mudas foram transplantadas para canteiros com 0,30 m de altura, 1,00 m de largura por 2,50 m de comprimento, com duas fileiras de cinco plantas no espaçamento de 0,50 m entre linhas e 0,50 m entre plantas. Cada unidade experimental foi constituída por dez plantas, sendo utilizando nas avaliações as seis plantas competitivas centrais, resultando numa área útil de 1,5 m².

Aos 60 dias após o transplântio foi realizada a colheita (90 dias após o plantio). As características avaliadas foram: altura das plantas (AP), número de folhas (NF), número de ramos principais (NRP), matéria fresca das folhas (MFF), matéria seca das folhas (MSF), produtividade de matéria fresca das folhas (Prod-F) e produtividade de matéria seca das folhas (Prod-S).

Para tanto as plantas da área útil de cada parcela foram cortadas rente ao solo, separado as folhas e pesadas em balança analítica para determinação da matéria fresca. A matéria seca foi obtida através da determinação da umidade utilizando todas as folhas frescas por planta. Este material foi submetido ao processo de secagem em estufa a 60 °C, até a obtenção da massa constante. A produtividade de matéria fresca foi calculada através da relação matéria fresca em gramas dos tratamentos pela área útil (m²), e convertido para t.ha⁻¹. A produtividade de matéria seca foi calculada mediante a transformação da matéria seca obtido por unidade de área (t.ha⁻¹).

Os caracteres avaliados foram submetidos à análise de variância pelo teste *F*. As médias das características avaliadas dos tipos de quimiotipos de erva-cidreira foram comparadas pelo teste de Tukey (5 % de probabilidade), e o efeito das doses de adubação orgânica foram ajustados em modelos de regressão polinomial.

4.3 Resultados e Discussões

Na Tabela 3 estão apresentados os resultados da análise da variância dos componentes de produção de erva-cidreira, provenientes da aplicação de quatro doses de adubo orgânico. O efeito do fator quimiotipo foi significativo pelo teste *F* para os caracteres: número de folhas, matéria fresca e seca das folhas, produtividade em matéria fresca e seca das folhas. No fator adubação foi detectado uma relação funcional do tipo linear entre as variáveis dependentes (altura da planta, número de folhas, matéria fresca e seca das folhas, produtividade de matéria fresca e seca das folhas) e a independente (doses do adubo).

Tabela 3. Resumo da análise de variância da altura da planta (AP), número de ramos principais (NRP), número de folhas (NF), matéria fresca (MFF) e seca (MSF) das folhas, produtividade de matéria fresca (Prod-F) e seca (Prod-S) das folhas da erva-cidreira (quimiotipos I, II e III) submetida a diferentes doses de adubação orgânica. Gurupi-TO, UFT, 2009.

Fontes de Variação	GL	QM						
		AP	NRP	NF	MFF	MSF	Prod-F	Prod-S
Bloco	2	351,654433 ^{NS}	0,168519 ^{NS}	3999,085586 ^{NS}	109,053136 ^{NS}	3,088536 ^{NS}	0,176808 ^{NS}	0,004811 ^{NS}
Quimiotipos (Q)	2	459,354700 ^{NS}	0,258519 ^{NS}	245662,848586 ^{**}	300,132603 [*]	12,996669 [*]	0,478433 [*]	0,019753 [*]
Adubação (A)	(3)	-	-	-	-	-	-	-
Regressão linear	1	8281,9069 ^{**}	0,0012 ^{NS}	182504,2582 ^{**}	1674,8937 ^{**}	2,7843 ^{**}	81,5250 ^{**}	0,1360 ^{**}
Regressão quadrática	1	747,2545 ^{NS}	0,0297 ^{NS}	1878,7797 ^{NS}	138,5836 ^{NS}	0,1462 ^{NS}	7,0090 ^{NS}	0,0078 ^{NS}
Desvios de regressão	1	829,0779 ^{NS}	0,0285 ^{NS}	17636,2871 ^{NS}	236,5762 ^{NS}	0,3256 ^{NS}	11,5949 ^{NS}	0,0141 ^{NS}
Q X A	6	213,263811 ^{NS}	0,056075 ^{NS}	11589,349612 ^{NS}	41,630969 ^{NS}	1,733295 ^{NS}	0,066230 ^{NS}	0,002556 ^{NS}
Resíduo	22	187,272315	0,113226	7087,021892	84,235866	3,632688	0,134860	0,005626
CV (%)		15,92	20,54	38,89	39,18	36,92	39,17	36,25
Média		85,98	1,66	216,49	23,42	5,16	0,94	0,21

^{**}, ^{*}, ^{NS} significativo a 1 %, 5 % de probabilidade e não significativo pelo teste *F*, respectivamente.

Nos dois fatores o número de ramos principais (NRP) não apresentou diferença significativa, quando submetido às condições avaliadas. Montanari et al. (2004) avaliaram a plasticidade fenotípica da morfologia externa da erva-cidreira em resposta a quatro níveis de adubação organo-mineral e dois níveis de luminosidade (50 e 100 %). Para os dois efeitos o número de ramos principais não sofreu variação estatisticamente significativa, apresentando média amplitude de resposta fenotípica às alterações de luminosidade e adubação do ambiente de cultivo.

Em todas as características avaliadas o teste *F* não detectou efeito da interação Quimiotipos e Adubação, indicando a independência dos fatores quimiotipo e adubação sobre a manifestação fenotípica dos caracteres analisados.

Tabela 4. Média da altura das plantas (AP), número de ramos principais (NRP), número de folhas (NF), matéria fresca (MFF) e seca (MSF) das folhas, produtividade de matéria fresca (Prod-F) e seca (Prod-S) das folhas da erva-cidreira (quimiotipos I, II e III). Gurupi-TO, UFT, 2009.

Quimiotipos	AP (cm)	NRP	NF	MFF (g)	MSF (g)	Prod-F (t.ha ⁻¹)	Prod-S (t.ha ⁻¹)
I	78,93A	1,53A	60,86 C	17,96 B	3,99 B	0,72 B	0,16 B
II	88,51A	1,58A	246,28 B	24,52 AB	5,49 AB	0,98 AB	0,22 AB
III	90,50A	1,80A	342,33 A	27,78 A	5,99 A	1,11 A	0,24 A

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

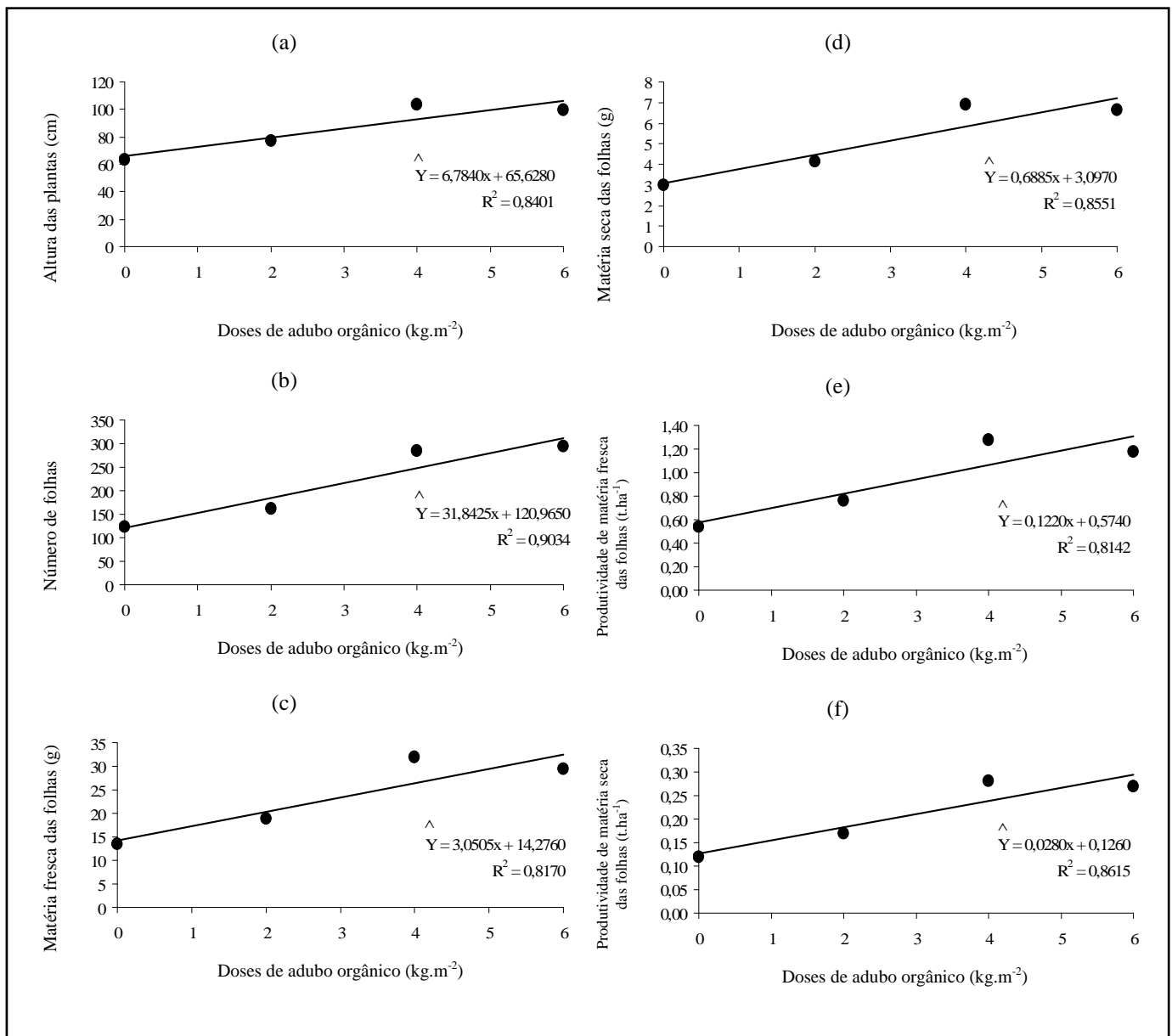


Figura 1. Altura das plantas (a), número de folhas (b), matéria fresca das folhas (c), matéria seca das folhas (d), produtividade de matéria seca das folhas (e) e produtividade de matéria seca das folhas (f) de ervacideira quimiotipos I, II e III em função da adubação orgânica. Gurupi-TO, UFT. 2008.

As plantas do quimiotipo III produziram o maior número de folhas. Estas se destacaram em relação a matéria fresca e seca das folhas, quando comparado com as plantas do quimiotipo I (Tabela 4).

A Figura 1a mostra um aumento, a taxas crescentes, na altura das plantas entre as doses de adubação orgânica de 0 e 6 kg.m⁻². Estas médias se ajustaram numa equação de 1º grau com R² igual a 84,01 %. O aumento ocorreu obedecendo uma relação de 6,78 cm para cada kg.m⁻² de adubo orgânico, representando um aumento de 1,6 vezes entre a testemunha (65,63 cm) e a maior dose do adubo (106,33 cm).

No entanto Fernandes et al. (2000) encontraram uma resposta quadrática para altura da planta de erva-doce (*Foeniculum vulgare* Mill.), em função das doses de esterco de cama-de-frango curtido, empregadas na adubação, sendo que o aumento ocorreu a taxas crescentes com o aumento das doses. Semelhantemente Bezerra (2003) detectou um comportamento quadrático crescente nas médias das alturas das plantas de marcela [*Egletes viscosa* (L.) Less.] em função das doses de adubação orgânica (entre as doses de 0 a 9 kg.m⁻²).

Mesmo colhido aos 90 DAP, na dose de 6 kg.m⁻² de adubo orgânico (Figura 1a) a altura dos quimiotipos (106,33 cm) estimada pela regressão foi superior à altura máxima (103,8 cm) mensurada por Yamamoto (2006), entre os vinte genótipos do banco de germoplasma do Instituto Agrônomo de Campinas - IAC, cultivados em Monte Alegre do Sul - SP, e colhido aos 253 DAP. A mesma autora mostra que as alturas máximas mensuradas foram de quatro genótipos (IAC-19, 18, 17 e 16) do quimiotipo citral. A altura de 106,33 cm representa um aumento de 40,7 cm em relação à testemunha (0 kg.m⁻²).

O número de folhas cresceu linearmente com o aumento da dose do adubo orgânico (Figura 1b). O quimiotipo III carvona-limoneno (342,33) apresentou o maior número de folhas entre os quimiotipos (Tabela 4).

Com a elevação das doses de adubação orgânica, houve um aumento na matéria fresca e produtividade de matéria fresca das folhas. A Tabela 3 mostra que para estes caracteres a regressão linear foi significativa (1 % de probabilidade), indicando que é possível estabelecer uma relação funcional entre a dose de adubação aplicada (X) e essas características avaliadas (Y) (Figura 1c e 1e). Os coeficientes de determinação da matéria fresca e produtividade de matéria fresca das folhas foram de 81,70 e 81,42 %, respectivamente.

Yamamoto (2006) observou que a matéria fresca das folhas, entre os 10 genótipos de erva-cidreira cultivados em Monte Alegre do Sul – SP e Pindorama – SP, apesar de terem climas e tipos de solo diferentes, não apresentou diferença significativa pela análise de variância. Por outro lado, quatro experimentos realizados em Campinas, com variações de ambiente provocadas por adubação de cobertura e irrigação por gotejo, apresentaram diferenças de comportamento dos genótipos para esta característica, mesmo levando-se em consideração as diferenças não muito contrastantes de fertilidade observadas nas análises de solo dos quatro experimentos. As plantas cultivadas sem adubação apresentaram maior teor de matéria fresca e seca. A autora justifica a produção observada para o tratamento sem adubação em decorrência do excesso de nutrientes disponível no solo por culturas anteriores.

Cada quilo por metro quadrado de adubo orgânico incorporado ao solo promoveu um aumento de 0,69 g na matéria seca das folhas e 0,03 t.ha⁻¹ na produtividade de matéria seca

(Figura 1d e 1f). O R^2 das equações de regressão foi de 85,51 % para matéria seca das folhas e 86,15 % para produtividade de matéria seca.

Oliveira et al. (2002) detectaram um aumento de 0,24 kg de biomassa de coentro (*Coriandrum sativum* L.), a cada quilo de esterco bovino incorporado a 1 m² do terreno. Segundo Bezerra (2003) a matéria seca de caule e folhas de marcela cresceu linearmente, influenciada pela adubação orgânica. O autor verificou um aumento de 2,1 vezes entre as doses 0 e 9 kg.m⁻² de *Pole*[®] *fértil*, proporcionando um aumento de 48 %. Essa variação equivale um aumento linear da ordem de 11,31 g de matéria seca do caule e folhas por planta, para cada quilo de *Pole*[®] *fértil* adicionado por m².

Santos (2003) não detectou diferença estatística no acúmulo de matéria seca das folhas da erva-cidreira quimiotipo III, quando submetido a três níveis de adubação orgânica (0, 2 e 4 kg.m⁻²) e colhidos aos 120 DAP e 180 DAP. Mas apesar das produções de matéria seca das folhas não apresentarem diferenças significativas, foi observado que a MSF tende a diminuir à medida que aumenta os níveis de adubação orgânica em cada uma das colheitas (SANTOS, 2003).

Por sua vez, Ming (1994) trabalhando com a adubação orgânica (0, 1, 2, 4, 8 kg de esterco bovino.m⁻²) na erva-cidreira verificou que o aumento das doses resultou em maiores rendimentos de biomassa, porém, com decréscimos no teor de óleo essencial. Na hortelã-japonesa (*Mentha arvensis* L. forma *piperascens* Holmes), quando o nível de fertilizante orgânico ultrapassa o limite adequado de disponibilidade de nutriente para a planta, ocorre um efeito antagônico entre adubação e produção de óleo essencial. Mattos (2000) constatou uma nítida tendência de aumento da produção de matéria seca das folhas, óleo essencial e mentol da hortelã-japonesa, à medida que aumentava o nível de adubação orgânica até o máximo de 6 kg de esterco bovino/m², ocorrendo decréscimo a seguir. Estes autores obtiveram curvas de respostas quadráticas da produção de matéria seca com o aumento da adubação orgânica

Ramos et al. (2005) observaram que na hortelã-rasteira (*Mentha x villosa* Huds) a adição de fósforo influenciou na produção de matéria seca da parte aérea. O mesmo comportamento foi observado por Moraes et al. (2006) em plantas de camomila [*Chamomila recutita* (L.) Rauschert]. Além da matéria fresca e seca e o número de capítulos florais responderam a adição de fósforo, e foram indiferentes a adição de nitrogênio.

Segundo Kiehl (1985), os adubos orgânicos aplicados ao solo em geral proporcionam uma resposta positiva no desenvolvimento das plantas, chegando em alguns casos a superar os efeitos dos fertilizantes químicos.

Entretanto, dependendo de sua composição química e das condições climáticas, os adubos orgânicos em doses elevadas tornam-se prejudiciais às culturas, reduzindo assim a expressão de caracteres importantes no rendimento nas plantas. Estes resultados evidenciam a necessidade de se conhecer as características tanto do ambiente de cultivo como da planta de interesse, no sentido de otimizar a seleção de genótipos que possuam respostas mais adaptadas a determinados ambientes (MONTANARI et al., 2004).

4.4 Conclusões

Nas condições do presente trabalho pode-se concluir que:

1. Os quimiotipos de erva-cidreira são contrastantes na maioria das características botânico-agronômicas avaliadas;
2. A elevação das doses de adubação orgânica proporciona um aumento linear nas médias das características avaliadas das plantas.

4.5 Referências Bibliográficas

BEZERRA, A. M. E. **Desenvolvimento de um sistema de produção para macela** (*Egletes viscosa* (L.) Less). 2003. 125 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2003.

CASTRO, H. G. de; FERREIRA, F. A.; SILVA, D. J. H. da; MOSQUIM, P. R. **Contribuição ao estudo das plantas medicinais: metabólitos secundários**. 2. ed. Visconde do Rio Branco: UFV, 2004. 113 p.

EHLERT, P. A. D. “**Épocas de plantio, idades e horários de colheita na produção e qualidade do óleo essencial de *Lippia alba* (Mill.) N. E. Br., quimiotipo limoneno-carvona**”. 2003. 106. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2003.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 2006. 306 p.

FERNANDES, D. M.; DOI, N. T.; VILLAS BÔAS, R. L.; MIAZAKI, S. S. Extração de macro e micronutrientes pela parte aérea de erva-doce em função de calagem e adubação com esterco de cama de frango. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.18, p.916-918, jul., 2000. (Suplemento)

GARLET, T. M. B.; SANTOS, O. S.; MEDEIROS, S. L. P.; GARCIA, D. C.; MANFRON, P. A.; APEL, M. A. Produção de folhas, teor e qualidade do óleo essencial de hortelã-japonesa (*Mentha arvensis* L. forma *piperascens* Holmes) cultivada em hidroponia. **Rev. Bras. Pl. Med.**, Botucatu, v. 9, n. 4, p.72-79, 2007.

KAMADA, T.; CASALI, V. W. D.; BARBOSA, L. C. A.; FONTES, I. C. P.; FINGER, F. L. Plasticidade fenotípica do óleo essencial em acessos de manjerição (*Ocimum basilicum* L.). **Rev. Bras. Pl. Med.**, v.1, n.2, p. 13-22, 1999.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes Orgânicos**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 1985. 492 p.

MATTOS, S. H. **Estudos fitotécnicos da *Mentha arvensis* L. var. *piperacens* Holmes como produtora de mentol no Ceará**. 2000. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2000.

MATTOS, S. H.; INNECCO, R.; MARCO, C. A.; ARAÚJO, A. V. **Plantas medicinais e aromáticas cultivadas no Ceará: tecnologia de produção e óleos essenciais**. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2007. p. 61-63.

MING, L. C. Influência da adubação orgânica na produção de biomassa e óleo essencial de *Lippia alba*. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 12, n 1, p. 49-52, 1994.

MONTANTARI, R. M.; SOUSA, L. A.; LEITE, M. N. et al. Plasticidade fenotípica da morfologia externa de *Lippia alba* (Mill.) N. E. Br. ex Britt. & Wilson (Verbenaceae) em resposta a níveis de luminosidade e adubação. **Rev. Bras. Pl. Med.** Botucatu, v. 6, n. 3, p. 96-101, 2004.

MORAIS, T. C.; VIEIRA, M. C.; HEREDIA, Z. N. A.; TEIXEIRA, I. R.; RAMOS, M. B. M. Produção de biomassa e teor de óleos essenciais de camomila [*Chamomila recutita* (L.) Rauschert] em função das adubações com fósforo e nitrogênio. **Rev. Bras. Pl. Med.**, Botucatu, v. 8, n. 4, p. 120-125, 2006.

OLIVEIRA, A. P.; SILVA, V. R. F.; SANTOS, C. S.; ARAÚJO, J. S.; NASCIMENTO, J. T. Produção de coentro cultivado com esterco bovino e adubação mineral. **Horticultura Brasileira**, Brasília, n. 3, v. 20, p. 477-479, 2002.

PAULUS, D.; MEDEIROS, S. L. P.; SANTOS, O. S.; MANFRON, P. A.; DOURADOS, D. N.; BORCIONI, E.; FABBIN, E. Rendimento de biomassa e óleo essencial de menta japonesa (*Mentha arvensis* L.). **Rev. Bras. Pl. Med.**, Botucatu, v. 7, n. 1, p. 34-42, 2004.

RAMOS, S. J.; FERNANDES, L. A.; MARQUES, C. C. L.; SILVA, D. D.; PALMEIRA, C. M.; MARTINS, E. R. Produção de matéria seca e óleo essencial de menta sob diferentes doses de fósforo. **Rev. Bras. Pl. Med.**, Botucatu, v. 8, n. 1, p. 9-12, 2005.

SANTOS, M. R. A. **Estudos agronômicos e botânicos de erva cidreira (quimiotipo limoneno-carvona)**. 2003. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2003.

SCHEFFER MC; RONZELLI JÚNIOR P. Influência de diferentes níveis de adubação orgânica sobre a biomassa e teor de óleos essenciais da *Achillea millefolium* L. In: SIMPÓSIO DE PLANTAS MEDICINAIS DO BRASIL, 11. João Pessoa, 1990. **Resumos...** João Pessoa, SBPM, 1990.

SOUSA, L. A.; MONTANARI, R. M.; PIRES, M.; VICCINI, L. F.; LEITE, M. N.; ALBUQUERQUE, J. C. R. Platicidade fenotípica do óleo essencial das folhas de *Lippia alba* (Mill.) N.E. Br. ex Britt. & Wilson cultivada em diferentes padrões de adubação. In: SIMPÓSIO DE PLANTAS MEDICINAIS DO BRASIL, 17. Cuiabá, 2002. **Resumos...** Cuiabá, UFMT, 2002. (Resumo AG 018).

YAMAMOTO, P. Y. **Interação genótipo x ambiente na produção e composição de óleos essenciais de *Lippia alba* (Mill.) N. E. Br.** 2006. Dissertação (Agricultura Tropical e Subtropical) - Instituto Agronômico, Universidade de São Paulo, Campinas, 2006.

CAPÍTULO IV

5 IDADES DE COLHEITA NA PRODUÇÃO DA ERVA-CIDREIRA

Resumo

Estudos fitoquímicos revelam que a produção do óleo essencial da erva-cidreira [*Lippia alba* (Mill) N. E. Brown] é influenciada pela época de plantio e idade de colheita. E neste caso, o melhor período para produção da planta dependerá do interesse no rendimento ou na qualidade do óleo essencial. O objetivo desse trabalho foi determinar a melhor época de plantio e colheita da *Lippia alba*, cultivada em Palmas, Tocantins, visando a maior produção de óleo essencial. O material botânico utilizado foram estacas de erva-cidreira quimiotipo II (citrál-limoneno). O delineamento experimental utilizado foi em parcelas subdivididas, sendo 2 épocas de plantio [novembro/2007 (estação chuvosa) e maio/2008 (estação seca)] os tratamentos primários, com três repetições; e 5 idades de colheita (180, 210, 240, 270, 300 dias após o plantio - DAP) os tratamentos secundários. A interação épocas de plantio e idades de colheita influencia no crescimento das plantas de *Lippia alba*. O plantio na estação chuvosa aumenta a produtividade de matéria fresca e seca. E o plantio na estação seca aumenta o teor de óleo essencial em matéria fresca e seca. O maior rendimento do óleo essencial na estação chuvosa é aos 240 DAP. O rendimento do óleo essencial na estação seca aumenta proporcionalmente com o aumento das idades de colheita.

Palavras-chave: *Lippia alba*, produtividade de matéria fresca e seca, rendimento do óleo essencial.

Abstract

Phytochemical studies show that the production of the essential oil of the *Lippia alba* is influenced by season of planting and age at harvest. In this case the best period for production of the plant will depend on the interest yield or the quality of essential oil. The objective of this study was to determine the best time for planting and harvesting of *Lippia alba* growth in Palmas Tocantins to increased production of essential oil. The botanical material used were cuttings of the *Lippia alba* chemotype II (citral-limonene). The experimental design was a split plot, and 2 planting dates [November/2007 (rainy season) and May/2008 (dry season)] representing initial treatment, with three replicates, and 5 ages of harvest (180, 210, 240, 270, 300 days after planting - DAP) representing the secondary treatments. The interaction time of planting dates and ages of harvest influences on plant growth of *Lippia alba*. The planting in the rainy season increases the productivity of fresh matter and dry matter. The planting in the dry season increases the content of essential oil on fresh and dry matter. The highest yield of essential oil in the rainy season is at 240 DAP. The yield of essential oil in the dry season increases proportionately with increasing age of harvest.

Keywords: *Lippia alba*, productivity of fresh matter and dry matter, yield of essential oil.

5.1 Introdução

A colheita de plantas medicinais e aromáticas tem certas particularidades que a torna diferente das outras culturas, uma vez que objetiva conciliar a máxima produção de biomassa com o(s) maior(es) teor(es) de princípio(s) ativo(s). Assim, a determinação da idade ideal de colheita varia de acordo com o órgão da planta, estágio de desenvolvimento e a época do ano (CORRÊA JUNIOR et al., 1991; MARTINS et al., 1995).

Neste sentido, Martins et al. (1995) enfatizam o empirismo existente no que se refere à determinação do momento adequado para colheita de plantas medicinais e aromáticas, enquanto que VON HERTWIG (1991) recomenda, nas espécies de alto valor comercial, a coleta de amostras espaçadas no tempo, para realização de análises, que identificarão o maior teor de princípios ativos ou aromáticos, que revelarão com exatidão o momento propício da colheita. Consequentemente, a idade de colheita e os tratos culturais dependerão do interesse no rendimento ou na qualidade do óleo essencial (VENTRELLA, 2000).

Mattos (2000) observou que o ciclo vital da hortelã-japonesa (*Mentha arvensis* L. var. *piperacens* Holmes) é mais tardio na estação chuvosa (167 dias) em relação à estação seca (139 dias), atingindo a maior produção de óleo essencial nesta última estação. A idade de colheita também afetou os componentes de produção e a composição química quantitativa de macela [*Egletes viscosa* (L.) Less.]. A produção de biomassa e de capítulos florais cresceu linearmente com o avanço das idades de colheita, e os constituintes majoritários do óleo essencial exibiram padrões distintos de variação durante as idades de colheita (BEZERRA, 2003).

Nas plantas de erva-cidreira, Ehlert (2003) observou que a idade de colheita das folhas varia em função da época de plantio (estações do ano), influenciando na produção de matéria fresca e seca foliar, teor e composição do óleo essencial da planta. Para a melhoria da qualidade das plantas medicinais, é importante conhecer a influência dos fatores fisiológicos e ambientais de acordo com o ambiente de cultivo, para estabelecer uma tecnologia de produção capaz de obter o maior rendimento de compostos ativos de interesse.

O objetivo deste trabalho foi determinar a idade de colheita da erva-cidreira quimiotipo II (cital-limoneno) nas condições de Palmas-TO, visando conciliar a máxima produção de biomassa com o maior teor de óleo essencial.

5.2 Materiais e Métodos

O experimento foi conduzido no Centro Agrotecnológico e Ambiental, localizado na Estação Experimental do Campus Universitário de Palmas da Universidade Federal do Tocantins-UFT. O solo da área é LATOSSOLO Vermelho-amarelo distrófico, textura argila arenosa (EMBRAPA, 2006). O clima é do tipo C2wa'a' (Método de Thornthwaite) - clima úmido subúmido com moderada deficiência hídrica.

O material botânico utilizado foi erva-cidreira [*Lippia alba* (Mill.) N. E. Brown] quimiotipo II (citril-limoneno), obtidos a partir de plantas matrizes fornecidas pelo horto de plantas medicinais da Fazenda Experimental do Vale do Curu, em Pentecostes – CE, pertencente ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará.

As estacas com aproximadamente 20 cm de comprimento foram colocadas para enraizar em sacos plásticos, contendo uma mistura de solo e esterco bovino curtido, na proporção de 3:1. Algumas estacas foram plantadas nos canteiros da Estação Experimental para multiplicação, até atingir o número necessário de plantas para a instalação da segunda época de plantio.

Tabela 1. Composição química do solo da área de plantio. Palmas, UFT, 2007.

pH (CaCl)	Matéria Orgânica %	P ppm	K	Ca	Mg	Al cmol _c .dm ⁻³	H+Al	Ca+Mg
5,5	1,8	17,8	0,17	3,1	1,0	0,0	2,5	4,1
Ca/Mg	Ca/K	Mg/K	t cmol _c .d m ⁻³	CTC	SB	V %		
3,10	18,24	5,88	4,27	6,77	4,27	63,07		

Previamente, a área experimental recebeu calcário dolomítico para elevar o pH para 6,0, conforme resultado da análise do solo (Tabela 1). A adubação utilizada foi 60 kg/ha de P₂O₅ na forma de superfosfato triplo, 240 kg.ha⁻¹ da formulação NPK 5-25-15, 10 t.ha⁻¹ de esterco bovino curtido e 40 kg.ha⁻¹ de K₂O na forma de cloreto de potássio. Quarenta dias após o transplantio foi realizada a adubação de cobertura aplicando 31 kg.ha⁻¹ de K₂O na forma de cloreto de potássio. O sistema de irrigação foi instalado apenas em julho de 2008 em decorrência do período de estiagem da região. O sistema de irrigação adotado foi por gotejamento.

O delineamento estatístico utilizado foi em parcelas subdivididas com três repetições. Nas parcelas estavam os tratamentos primários: 2 épocas de plantio [12 de novembro de 2007 (período chuvoso) e 13 de maio de 2008 (período seco)]; e nas subparcelas, os tratamentos secundários: 5 idades de colheita (180, 210, 240, 270, 300 dias após o plantio - DAP).

Após 78 dias, as mudas foram transplantadas para o campo (Figura 1). O espaçamento utilizado foi de 1,0 m na linha e 1,0 m entre linhas, com 12 plantas por parcela (3 linhas de 4 plantas). Durante o experimento foram realizadas capinas para eliminação das plantas daninhas.



Figura 1. Implantação do experimento. Palmas-TO, UFT, 2007.

As colheitas foram realizadas com o arranquio apenas das folhas, puxando-as no sentido de baixo para cima dos seus ramos. As linhas de cada parcela foram colhidas e analisadas separadamente. As características avaliadas foram: produtividade de matéria fresca e seca das folhas ($t \cdot ha^{-1}$), matéria seca das folhas (%), teor de óleo essencial em matéria fresca e seca (%) e rendimento do óleo essencial em matéria fresca ($L \cdot ha^{-1}$).

A matéria fresca foi quantificada através da pesagem das folhas frescas da erva-cidreira em balança semi-analítica de 0,05 g de precisão, e a matéria seca, através da secagem de amostras de folhas frescas (aproximadamente 5 g) em estufa a 105 °C, até atingir peso constante. A produção da matéria fresca e seca de cada subparcela foi calculada convertendo os valores obtidos de matéria fresca e seca para 1 ha de área cultivada.

A extração do óleo essencial foi realizada por hidrodestilação no Laboratório de Plantas Medicinais da UFT/Campus de Palmas. Amostras das folhas desidratada de erva-cidreira foram transferidas para um balão com água destilada, que foi acoplado ao hidrodestilador do tipo clewenger. Após 1,5 h de destilação, foram recolhidos aproximadamente 250 mL de hidrolato (água + óleo essencial). A água e o óleo essencial foram separados conforme a metodologia descrita por Leal et al. (2001). O hidrolato permaneceu em repouso até a visualização de duas fases distintas, uma aquosa sedimentada e outra oleosa, sobrenadante.

Transcorrido o tempo necessário para a separação, liberou-se a fração aquosa e acondicionou-se a fração oleosa, com volume previamente conhecido, em recipientes de vidro âmbar. O teor de óleo essencial foi calculado relacionando o volume de óleo essencial com a matéria fresca e seca das folhas utilizadas para a extração. E o rendimento foi estimado através da relação do teor de óleo essencial obtido pela produção de folhas por unidade de área ($L.ha^{-1}$).

Os caracteres avaliados foram submetidos à análise de variância e os tratamentos secundários (idades de colheita) foram comparados por equações de regressão.

5.3 Resultados e Discussões

As colheitas realizadas aos 210 e 270 DAP da segunda época de plantio foram prejudicadas pela incidência de fungos nas folhas. Na colheita aos 210 DAP, houve queda na produtividade das folhas, ocorrendo perda de uma linha numa subparcela. Na colheita aos 270 DAP, a queda na produtividade das folhas das subparcelas foi bastante acentuada, optando por desconsiderar esta colheita no experimento. Estas perdas foram consideradas no grau de liberdade do experimento (Tabela 2).

O erro entre e dentro das parcelas e subparcelas também foram analisados. Para as características: produtividade de matéria fresca das folhas, matéria seca das folhas, teor de óleo essencial em matéria fresca e seca e rendimento do óleo essencial em matéria fresca, os erros entre parcelas e subparcelas não foram significativos pelo teste *F*, o que permitiu a somatória dos erros entre e dentro (das parcelas e subparcelas) para compor o erro composto A (parcelas) e o erro composto B (subparcelas) (Tabela 2). Entretanto, para o caráter produtividade de matéria seca das folhas, como o erro entre parcelas foi significativo, a somatória não foi realizada.

Na Tabela 2 estão apresentados os resultados da análise da variância dos componentes de produção da erva-cidreira, em função da época de plantio (estação chuvosa e seca) e cinco idades de colheita.

Tabela 2. Resumo da análise de variância para produtividade da matéria fresca e seca das folhas, matéria seca das folhas, teor de óleo essencial em matéria fresca e seca, rendimento do óleo essencial de plantas de erva-cidreira quimiotipo II, em função da época de plantio e idade de colheita. Palmas-TO, UFT, 2009.

Causas da variação	GL	QM					
		Produtividade de matéria fresca das folhas (t.ha ⁻¹)		Produtividade de matéria seca das folhas (t.ha ⁻¹)		Matéria seca das folhas (%)	
Épocas de Plantio	1	41,49605**		1,19351**		196,77974**	
Erro entre parcelas	4	0,80985 ^{NS}		0,05346*		12,69773 ^{NS}	
Erro dentro da parcela	12	0,42598		0,02503		5,06629	
Erro composto A	16	0,52194		-		6,97415	
Idades de Colheita	4	3,12095**		0,40311**		305,86815**	
Plantio X Colheita	3	3,34106**	R ²	0,17818**	R ²	38,57925**	R ²
1º Plantio	Linear	0,01544 ^{NS}	0,0149	0,93230**	0,7247	651,02550**	0,6403
	Quadrático	0,03057 ^{NS}	0,0444	0,07050 ^{NS}	0,7795	114,37861**	0,7823
	Desvio	0,49514 ^{NS}	-	0,14183**	-	110,67332**	-
2º Plantio	Linear	0,39523 ^{NS}	0,0197	0,03653 ^{NS}	0,0460	288,62960**	0,9189
	Quadrático	7,32087**	0,3846	0,33229**	0,4644	7,00451 ^{NS}	0,9412
	Desvio	6,17329**	-	0,21269**	-	9,23464 ^{NS}	-
Erro entre subparcela	14	0,90375 ^{NS}		0,04265*		10,78129 ^{NS}	
Erro dentro da subparcela	42	0,47692		0,01794		7,00202 ^{NS}	
Erro composto B	56	0,58363		-		7,94684	
C V (%)		25,40688		25,08147		10,70207	

Causas da variação	GL	QM					
		Teor de óleo essencial em matéria fresca (%)		Teor de óleo essencial em matéria seca (%)		Rendimento do óleo essencial em matéria fresca (L.ha ⁻¹)	
Épocas de Plantio	1	0,03150**		0,73634**		52,13603**	
Erro entre parcelas	4	0,00181 ^{NS}		0,03611 ^{NS}		2,77647 ^{NS}	
Erro dentro da parcela	12	0,00163		0,03922		2,94502	
Erro composto A	16	0,00167		0,03844		2,90288	
Idades de Colheita	4	0,15388**		1,40741**		110,20532**	
Plantio X Colheita	3	0,02155**	R ²	0,23264**	R ²	29,88259**	R ²
1º Plantio	Linear	0,24754**	0,7613	1,94180**	0,7213	95,46232**	0,7676
	Quadrático	0,01834**	0,8177	0,40920**	0,8733	10,88191**	0,8551
	Desvio	0,05928**	-	0,34109**	-	18,02044**	-
2º Plantio	Linear	0,34235**	0,9455	3,55940**	0,9755	111,50840**	0,6072
	Quadrático	0,01807**	0,9954	0,08465 ^{NS}	0,9987	41,99929**	0,8359
	Desvio	0,00167 ^{NS}	-	0,00474 ^{NS}	-	30,13592**	-
Erro entre subparcela	14	0,00226 ^{NS}		0,03801 ^{NS}		3,03754 ^{NS}	
Erro dentro da subparcela	41	0,00163		0,02151		2,61696	
Erro composto B	55	0,00179		0,02571		2,72402	
C V (%)		20,68116		15,51870		31,05070	

**, *, ^{NS} significativo a 1 %, 5 % de probabilidade e não significativo pelo teste *F*, respectivamente.

Nos fatores épocas de plantio, idades de colheita e interação dos fatores (épocas de plantio e idades de colheita), a variação detectada em todas as características foi significativa a 1 % de probabilidade.

Comparando as duas épocas de plantio, as plantas da primeira época de plantio (estação chuvosa) apresentaram melhor desempenho das características avaliadas (Figuras 2, 3, 4, 5, 6 e 7). Provavelmente, estas características foram influenciadas pelo maior volume hídrico durante o estabelecimento das mudas, promovendo a disponibilidade de nutrientes na solução do solo, e favorecendo a absorção pelas plantas. Outro fator que pode ter influenciado na produção da erva-cidreira foi o intervalo entre o plantio e início das colheitas (180 DAP), pois o plantio na estação chuvosa acarretou em colheitas na estação seca, e o plantio na estação

seca, colheita na estação chuvosa. Ehlert (2003) observou que a extração de NPK pela planta aumentava nas idades de colheita mais avançadas e nas épocas mais quentes (primavera e verão). Na maior parte das vezes, houve tendência de obtenção dos melhores resultados (produção de biomassa e rendimento do óleo essencial) em idades mais longas.

O fator época de plantio também afetou significativamente no ciclo e período de desenvolvimento pós emergência da cúrcuma (*Curcuma longa*) (CECÍLIO FILHO et al., 2004). Segundo os autores, nos plantios realizados em 20 de outubro e novembro de 1994 os ciclos foram maiores (270 e 240 dias, respectivamente) do que nos meses de dezembro e janeiro de 1995 (210 e 180 dias, respectivamente).

Produtividade de matéria fresca das folhas

Desdobrando a interação época de plantio e idade de colheita no caráter produtividade de matéria fresca das folhas ($t \cdot ha^{-1}$), pode-se observar que na estação chuvosa as regressões (linear e quadrática) não foram significativas (Tabela 2). Neste período a maior produtividade foi obtida aos 270 DAP ($3,69 t \cdot ha^{-1}$) (Figura 2a).

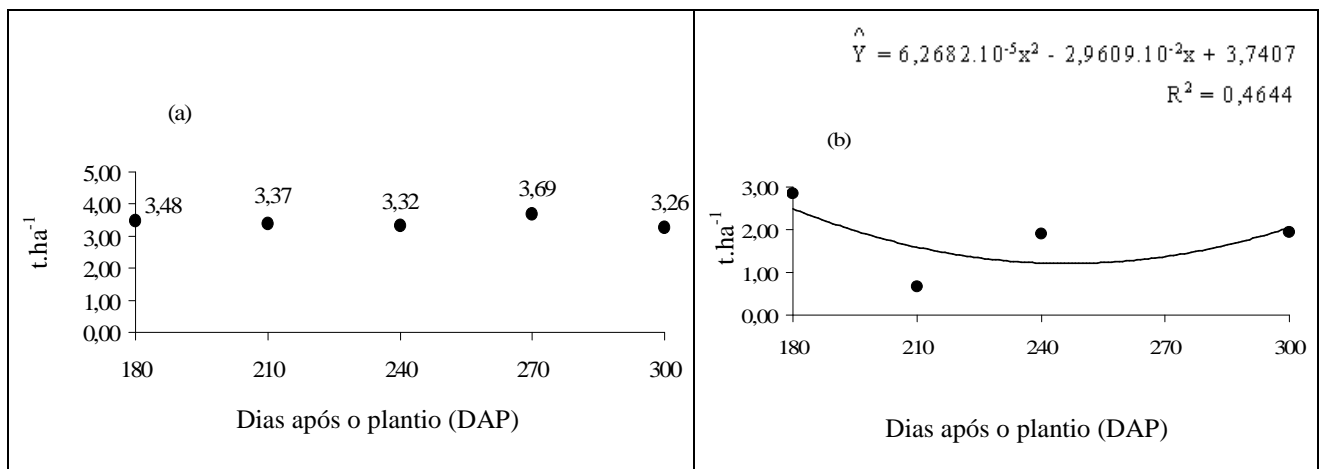


Figura 2. Produtividade de matéria fresca das folhas da erva-cidreira quimiotipo II (citral-limoneno), plantada na estação chuvosa (a) e seca (b), colhida em diferentes períodos. Palmas-TO, UFT, 2009.

Na estação seca, apenas 38,46 % da variação pode ser explicada pelo R^2 ajustados numa regressão do tipo quadrática, significativa em 1 % de probabilidade (Tabela 2). Mas o teste F para desvios de regressão também foi significativo, indicando que existe alguma regressão de grau maior que 2º capaz de ajustar melhor a variação dos dados. Nesta época a maior produtividade foi colhida ($2,49 t \cdot ha^{-1}$) aos 180 DAP. As maiores produções em matéria fresca foliar registrada por Ehlert (2003) da erva-cidreira foi de 3,5 e $4,2 t \cdot ha^{-1}$, nos plantios de primavera e verão, respectivamente, não diferindo estatisticamente entre si.

Neste período, a produtividade de matéria fresca das folhas variou provavelmente influenciada pelo período de floração da planta. Na floração o crescimento das plantas geralmente é inibido, os carboidratos que seriam utilizados no crescimento passam a se acumular, aumentando a relação C/N, o que favorece a diferenciação do primórdio floral (CASTRO e KLUGE, 1998). Pimenta et al. (2007) observaram que espécies de *Lippia* (*L. corymbosa*, *L. diamantinensis*, *L. filifolia*, *L. glandulosa*, *L. hermannioides*, *L. sidoides*) com reprodução na estação úmida (verão), quando cultivados em canteiros apresentavam um período de floração prolongado. Nas plantas das espécies *L. corymbosa*, *L. diamantinensis*, *L. filifolia*, *L. hermannioides*, *L. sidoides* o florescimento foi observado em todos os meses de janeiro a agosto. E nas plantas da *L. glandulosa* o período de florescimento foi observado apenas de janeiro a abril. Os autores afirmam que o prolongamento da floração pode estar relacionado com a taxa pluviométrica (1.553 mm.ano⁻¹) e temperatura média anual (19,4 °C) da região.

Casto (2001) trabalhando com a mesma espécie em colheitas nas diferentes época do ano, em São Manoel-SP, encontrou maiores produções de folhas no verão (193,6 g.planta⁻¹) e na primavera (158,1 g.planta⁻¹), e menores no outono (136,2 g.planta⁻¹) e inverno (100,1 g.planta⁻¹). Enquanto Ehlert (2003) verificou que as elevadas produções de matéria fresca foliar foram obtidas somente na colheita de primavera (161,2 g.planta⁻¹) e o rendimento nas colheitas decaíram ao longo das estações: verão (108 g.planta⁻¹), inverno (90,4 g.planta⁻¹), e outono (83,2 g.planta⁻¹). Segundo a autora os fatores climáticos, provavelmente, contribuíram para o desenvolvimento desta espécie, pois os índices de temperatura média, insolação e umidade relativa, neste período, foram elevados, propiciando assim conversão da taxa luminosa em fonte de assimilados para o desenvolvimento do material.

Produtividade de matéria seca das folhas

No plantio da estação chuvosa, as médias da produtividade de matéria seca se ajustaram num modelo linear ($R^2 = 72,47\%$), ou seja, crescente à medida que avançava os dias do início do plantio (Figura 3a). No entanto o teste F do desvio da regressão também foi significativo (1 % de probabilidade) para este caráter. No plantio da estação seca, a resposta deste caráter foi semelhante a produtividade de matéria seca (Figura 3b). Apesar do desvio da regressão ter sido significativo, os dados também apresentaram uma relação funcional do tipo quadrática, cujo R^2 representou apenas 46,44 % da variação. Mattos (2000) vislumbrou uma tendência de acréscimo na produtividade da hortelã-japonesa à medida que se deslocava ao longo dos meses do período chuvoso em direção ao seco. Stefanini et al. (2002) mostraram que a produção de matéria seca das plantas de erva-cidreira utilizando diferentes combinações de fitoreguladores não variou significativamente, mas o fator idade de colheita influenciou nesta característica, aumentando proporcionalmente com a distância entre o plantio e idade de colheita.

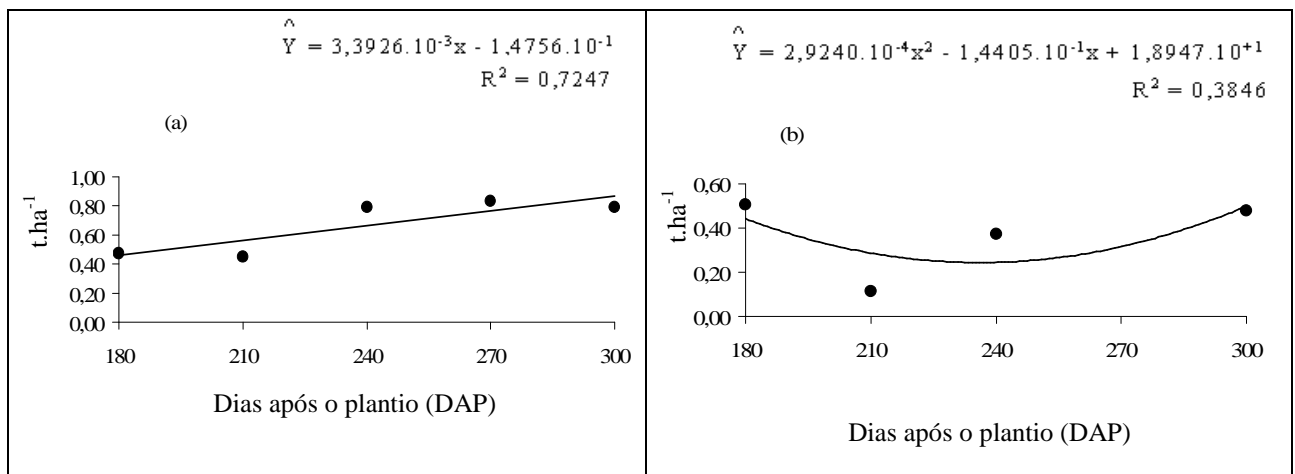


Figura 3. Produtividade de matéria seca das folhas da erva-cidreira quimiotipo II (citral-limoneno), plantada na estação chuvosa (a) e seca (b), colhida em diferentes períodos. Palmas-TO, UFT, 2009.

Matéria seca das folhas

Para o teor de matéria seca das folhas, as relações funcionais ocorridas foram de dois tipos: quadrática (estação chuvosa) e linear (estação seca) (Figura 4a e 4b, respectivamente). Analisando a equação da regressão quadrática na estação chuvosa, verifica-se que o valor máximo estimado (36,47 %) ocorreu aos 300 DAP. Nesta época o coeficiente de determinação (R^2) mostrou que a regressão representa 78,23 % da variação na variável resposta (Figura 4a).

No plantio da estação seca, o valor do teor da matéria seca na última colheita (300 DAP) foi superior às demais (27,57 %), apresentando um incremento de 16,37 % em relação à colheita realizada aos 240 DAP ($R^2 = 91,89 \%$) (Figura 4b).

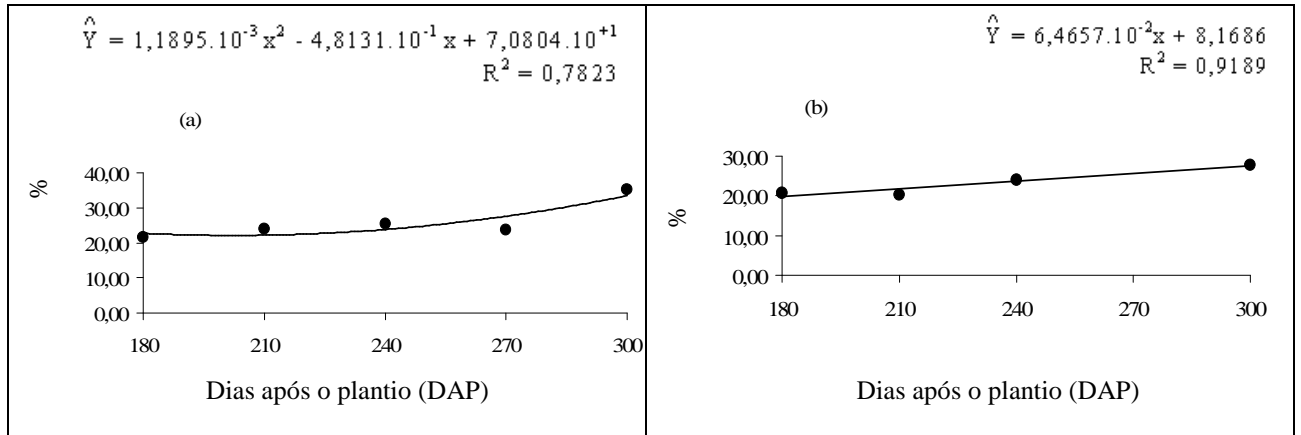


Figura 4. Matéria seca das folhas da erva-cidreira quimiotipo II (citral-limoneno), plantada na estação chuvosa (a), e seca (b), colhida em diferentes períodos. Palmas-TO, UFT, 2009.

Teor de óleo essencial em matéria fresca das folhas

O desvio da regressão foi significativo para o teor de óleo essencial em matéria fresca das folhas, assim como a regressão quadrática, no plantio da estação chuvosa (Tabela 2). O valor do R^2 da regressão quadrática foi 81,77 %, e a variação nas médias do teor do óleo essencial foi de 0,05 a 0,26 % (Figura 5a). No plantio da estação seca foi identificada uma correspondência funcional do tipo quadrática entre o teor de óleo essencial quantificado em matéria seca e as idades de colheita. Os dados ajustaram bem ao modelo proposto ($R^2 = 0,9954$), cuja variação nas médias esteve entre 0,12 e 0,38 % (Figura 5b).

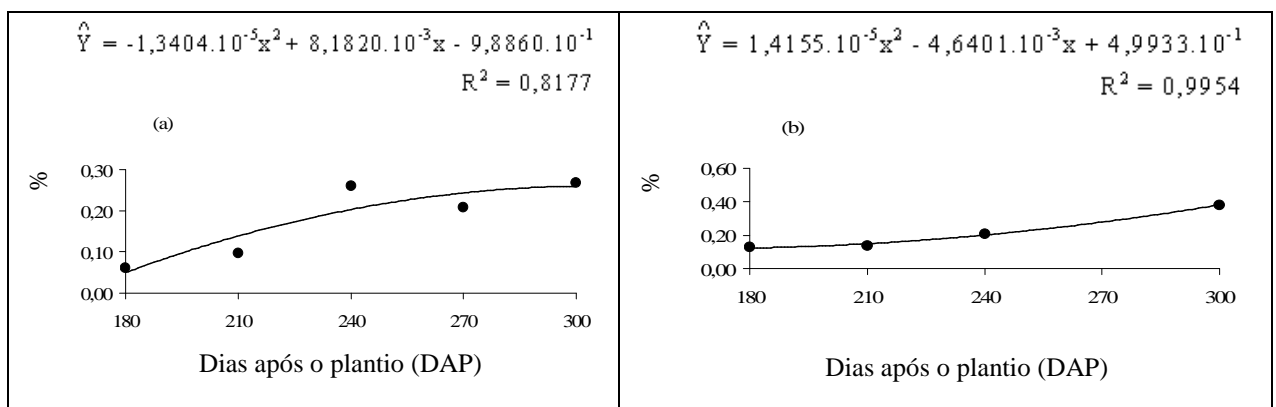


Figura 5. Teor de óleo essencial em matéria fresca da erva-cidreira quimiotipo II (citral-limoneno), plantada na estação chuvosa (a) e seca (b), colhida em diferentes períodos. Palmas-TO, UFT, 2009.

Os resultados obtidos foram considerados inferiores quando comparado aos relatados na literatura para esta espécie. Stefanini (1997), em São Manoel-SP, obteve com a mesma espécie 0,2 % de óleo essencial (colheita realizada no verão). Ainda assim considerado baixo pelo autor, devido à condição climática na época do cultivo, principalmente temperatura (média de 24,1 °C e precipitação de 154,3 mm). Frighetto e Oliveira (1998), em Valinhos-SP, obtiveram um rendimento de 0,8 a 1,2 % de óleo essencial em dez extrações durante o ano, verificando também decréscimo no inverno. Castro (2001), nas colheitas de verão, observou que os teores variaram entre 0,3 % a 0,9 %. Ehlert (2003) trabalhando com o quimiotipo III (carvona-limoneno) verificou que os maiores teores foram obtidos aos 145 DAP no plantio de primavera (0,56 %), 130 DAP no plantio de inverno (0,42 %) e aos 100 DAP no plantio de verão (0,37 %) respectivamente, enquanto que no plantio de outono (0,42 %) ocorreu só aos 160 DAP. Silva et al. (2006) observaram que em Ilhéus – BA, a melhor época para a colheita da erva-cidreira quimiotipo I (mirreno-citral), visando maior produção de óleo essencial, foi na primavera (0,19 %).

A variação no rendimento do óleo essencial pode ser explicada pelos fatores ambientais, de cada ambiente de cultivo, e principalmente, pela constituição genética dos quimiotipos, utilizados por cada autor. Yamamoto (2006) observou que apenas 4 genótipos de erva-cidreira (de 10 genótipos avaliados) cultivados em seis experimentos com condições ambientais distintas apresentaram variação no rendimento do óleo essencial. Nestes experimentos o mesmo autor identificou a formação de dois grupos estatisticamente distintos para este caráter entre os diferentes quimiotipos: um grupo superior, representado pelos genótipos dos quimiotipos linalol e limoneno/carvona (1,16 a 1,28 %), e um inferior, representado pelos genótipos dos quimiotipos mirreno/cânfora e citral (0,27 a 0,37 %).

Castro et al. (2004) afirmam que a produção de metabólitos secundários nas plantas medicinais varia de acordo com suas relações ecológicas, mudando continuamente com o tempo e espaço. E que a concentração dos componentes químicos nas plantas depende do controle genético e dos estímulos proporcionados pelo meio. O efeito do ambiente provocando alterações no rendimento do óleo essencial, já foi relatado de acordo com a idade de colheita, em trabalhos que utilizaram apenas um quimiotipo (MATTOS, 2000; INNECCO et al., 2003; MARCO et al., 2007). Estes autores constataram também que o rendimento aumenta consideravelmente na estação seca, explicado pelo estresse de temperatura e pelo aumento da intensidade luminosa.

Teor de óleo essencial em matéria seca das folhas

O teor de óleo essencial quantificado em matéria seca apresentou padrões distintos de variação (Figura 6a e 6b) para cada época de plantio. No plantio da estação chuvosa, o efeito foi do tipo quadrático (Figura 6a) e na estação seca, a relação funcional estabelecida foi do tipo linear (Figura 6b). Estes dados se ajustaram bem aos modelos propostos na estação chuvosa ($R^2 = 0,84$) e seca ($R^2 = 0,85$). A interação época de plantio e idade de colheita também foi significativa para este caráter (Tabela 2), concordando com os resultados de Ehlert (2003).

No plantio da estação chuvosa (segundo a equação quadrática) a produção máxima (1,07 %) foi obtida aos 279 DAP. Na estação seca, a produção máxima (1,53 %) foi obtida aos 300 DAP. Ehlert (2003) obteve as maiores produções de óleo essencial da erva-cidreira quimiotipo III (carvona-limoneno) em idades de colheita menor. No plantio de primavera obteve 2,3 % nas colheitas realizadas aos 205 e 220 DAP; e do verão, 1,9 %, quando colhido aos 115 DAP.

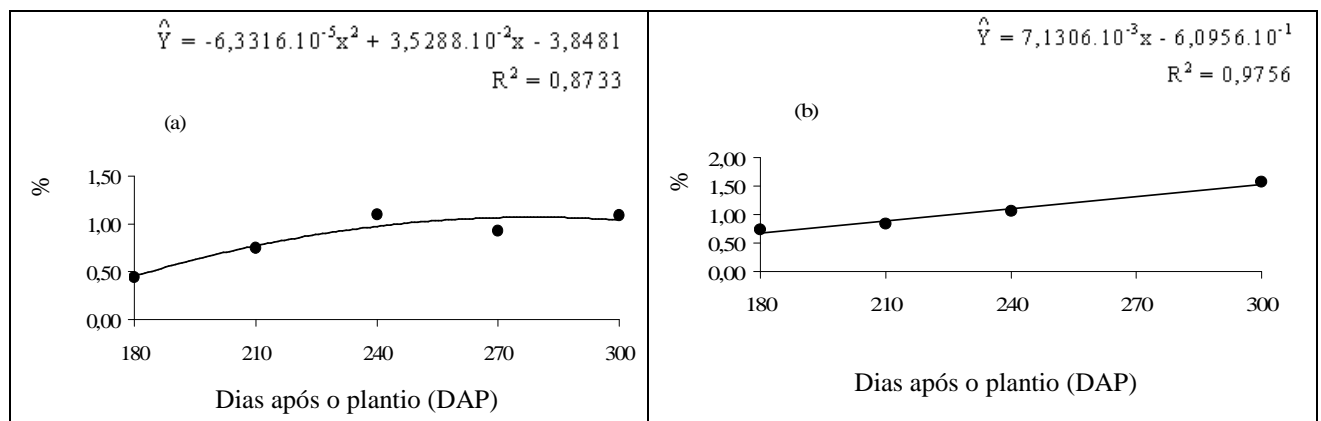


Figura 6. Teor de óleo essencial em matéria seca da erva-cidreira quimiotipo II (cital-limoneno), plantada na estação chuvosa (a) e seca (b), colhida em diferentes períodos. Palmas-TO, UFT, 2009.

Para o maior rendimento do óleo essencial, Mattos et al. (2007) recomendam a desidratação das folhas, por um período de 4 dias na estação seca e 8 dias na chuvosa. Segundo Barbosa et al. (2006), considerando que o citral é o principal constituinte químico de interesse no óleo essencial da erva-cidreira, a secagem desta para fins de comercialização (com ar aquecido de 40 até 80 °C), por mais que resulte na redução de 12 e 17 % do teor de óleo essencial, eleva a concentração de citral (geranial+neral) em aproximadamente 6,89 %. Por isso a secagem é recomendada pelos autores.

Rendimento do óleo essencial

Nas estações chuvosa e seca a relação funcional estabelecida foi do tipo quadrático (Figura 7a e 7b). A maior produção obtida na estação chuvosa foi aos 293 DAP (8,54 L.ha⁻¹), e na estação seca, foi aos 300 DAP (7,65 L.ha⁻¹). Em Pentecoste - CE, os maiores picos na produção de óleo essencial da hortelã-japonesa coincidiu com a realização do plantio e colheita no período seco da região (junho a outubro) (MATTOS, 2000). No plantio na primavera aos 205 DAP o rendimento do óleo essencial da erva-cidreira quimiotipo III (carvona-limoneno) atingiu o seu pico (14,66 L.ha⁻¹), no plantio de verão foi aos 160 DAP (11,35 L.ha⁻¹), caindo (11,14 L.ha⁻¹) aos 145 DAP no plantio de inverno e reduzindo ainda no plantio de outono (7,23 L.ha⁻¹) aos 160 DAP (EHLERT, 2003). Segundo Yamamoto (2006) a magnitude da interação genótipo x ambiente para o rendimento do óleo essencial da erva-cidreira é pouco ampla, indicando alta determinação genotípica para essa característica. Por isso, o baixo rendimento detectado neste trabalho quando comparado com os resultados de Ehlert (2003), provavelmente refletem a superioridade do quimiotipo III em relação ao quimiotipo II para este caráter.

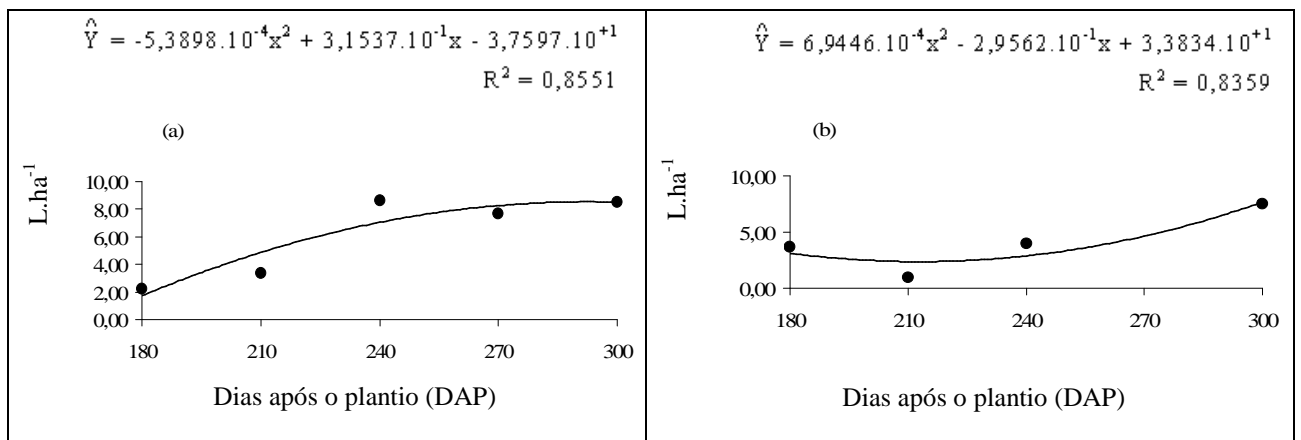


Figura 7. Rendimento do óleo essencial em matéria fresca foliar da erva-cidreira quimiotipo II (cital-limoneno), plantada na estação chuvosa (a) e seca (b), colhida em diferentes períodos. Palmas-TO, UFT, 2009.

Yamamoto (2006) estabeleceu os índices de correlação entre as variáveis: matéria fresca foliar, matéria seca foliar, rendimento do óleo essencial, altura da planta, e sintomas de virose, avaliadas em 10 genótipos de erva-cidreira. Como esperado, matéria fresca foliar foi altamente correlacionado com matéria seca foliar, apresentando 98 % de correlação positiva. Entretanto, a matéria seca foliar apresentou uma correlação inversa de 71 % com rendimento do óleo essencial. Ou seja, quanto mais matéria de folhas a planta produz, menos óleo essencial é formado. A mesma autora afirma que essa correlação negativa pode dificultar a

seleção do melhorista para maior produtividade de óleo essencial, mas provavelmente, o ganho de seleção para matéria seca foliar possa superar o ganho para rendimento.

Neste trabalho, a época de plantio que apresentou a maior produtividade de matéria seca e teor de matéria seca nas folhas foi à mesma época que apresentou o maior rendimento do óleo essencial (estação chuvosa), discordando com os resultados de Yamamoto (2006).

5.4 Conclusões

Nas condições do presente trabalho pode-se concluir que:

1. A idade de colheita influencia no crescimento da erva-cidreira;
2. As maiores médias das características avaliadas são obtidas no plantio da estação chuvosa;
3. O maior rendimento do óleo essencial na estação chuvosa é aos 240 DAP, e na estação seca, o aumento do rendimento do óleo essencial é proporcional ao avanço das idades de colheita.

5.5 Referências Bibliográficas

BARBOSA, F. F.; BARBOSA, L. C. A.; MELO, E. C.; BOTELHO, F. M.; SANTOS, R. H. S. Influência da temperatura do ar de secagem sobre o teor e a composição química do óleo essencial de *Lippia alba* (Mill) N. E. Brown. **Quim. Nova**, n. 6, v. 29, p. 1221-1225, 2006.

BEZERRA, A. M. E. **Desenvolvimento de um sistema de produção para macela** (*Egletes viscosa* (L.) Less). 2003. 125 f. **Tese** (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2003.

CASTRO, D. M. **Efeitos da variação sazonal, colheita selecionada e diferentes temperaturas de secagem sobre a produção de biomassa, rendimento e composição de óleo essenciais de *Lippia alba* (Mill) N. E. Br. ex. Britt e Wilson (Verbenaceae)**. 2001. 132 f. **Tese** (Doutorado em Horticultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2001.

CASTRO, H. G. de; FERREIRA, F. A.; SILVA, D. J. H. da; MOSQUIM, P. R. **Contribuição ao estudo das plantas medicinais: metabólitos secundários**. 2. ed. Visconde do Rio Branco: UFV, 2004. 113 p.

CASTRO, P. R. C.; KLUGE, R. A. (coord). **Ecofisiologia de fruteiras tropicais: abacaxizeiro, maracujazeiro, mangueira, bananeira e cacaueiro**. São Paulo: Nobel, 1998. 111 p.

CECÍLIO FILHO, A. B.; SOUZA, R. J.; FARQUIN, V.; CARVALHO, C. M. Época e densidade de plantio na produção de cúrcuma. **Ciência Rural**, n. 4, v. 34, p. 1021-1026, jul./ago. 2004.

CORRÊA JUNIOR; MING, L. C.; SCHEFFER, M. C. **Cultivo de plantas medicinais, condimentares e aromáticas**. Curitiba: SEAB/EMATER, 1991. 162 p.

EHLERT, P. A. D. “**Épocas de plantio, idades e horários de colheita na produção e qualidade do óleo essencial de *Lippia alba* (Mill.) N. E. Br., quimiotipo limoneno-carvona**”. 2003. 106. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2003.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 2006. 306 p.

FRIGHETTO, N.; OLIVEIRA, J. G. *Lippia alba* (Mill.) N. E. Br. (Verbenaceae) as a Source of Linalol. **J. Essent. Oil Res.**, Campinas, n. 10, p. 578-580, 1998.

INNECCO, R.; CRUZ, G.F.; VIEIRA, A. V.; MATTOS, S.H.; CHAVES, F.C.M. Espaçamento, época e número de colheitas em hortelã-rasteira (*Mentha x villosa* Huds). **Rev. Cien. Agron**, v. 34, n. 2, p. 247-251, 2003.

LEAL, T. C. A. B.; FREIRAS, S. P.; SILVA, J. F.; BRAZ-FILHO, R. Extração laboratorial simplificada de óleo essencial de capim-cidreira por arraste a vapor. **Revista Ceres**, v. 280, n. 48, p. 717-722. 2001.

MARCO, C. A.; INNECCO, R.; MATTOS, S. H.; BORGES, N. S. S.; NAGAO, E. O. Características do óleo essencial de capim-citronela em função de espaçamento, altura e época de corte. **Horticultura Brasileira**, v. 25, p. 429-432, 2007.

MARTINS, E. R.; CASTRO, D. M.; CASTELLANI, D. C.; DIAS, J. E. **Plantas medicinais**. Viçosa: UFV, Impr. Univ., 1995. 220 p.

MATTOS, S. H. **Estudos fitotécnicos da *Mentha arvensis* L. var. piperacens Holmes como produtora de mentol no Ceará**. 2000. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2000.

MATTOS, S. H.; INNECCO, R.; MARCO, C. A.; ARAÚJO, A. V. **Plantas medicinais e aromáticas cultivadas no Ceará: tecnologia de produção e óleos essenciais**. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2007. p. 61-63.(série BNB - ciência e tecnologia 2)

MONTANTARI, R. M.; SOUSA, L. A.; LEITE, M. N. et al. Plasticidade fenotípica da morfologia externa de *Lippia alba* (Mill.) N. E. Br. ex Britt. & Wilson (Verbenaceae) em resposta a níveis de luminosidade e adubação. **Rev. Bras. Pl. Med.**, Botucatu, v. 6, n. 3, p. 96-101, 2004.

SILVA, N. A.; OLIVEIRA, F. F.; COSTA, L. C. B.; BIZZO, H. R.; OLIVEIRA, R. A. Caracterização química do óleo essencial da erva cidreira (*Lippia alba* (Mill.) N. E. Br.) cultivada em Ilhéus na Bahia. **Rev. Bras. Pl. Med.**, Botucatu, v. 8, n. 3, p. 52-55, 2006.

STEFANINI, M. B. **Ação de fitoreguladores no crescimento, produção de biomassa e teor de óleos essenciais em *Lippia alba* (Mill.) N. E. Br. – Verbenaceae**, em diferentes épocas do ano, 1997. 123 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas/Botânica) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1997.

STEFANINI, M. B.; RODRIGUES, S. D.; MING, L. C. Ação de fitorreguladores no crescimento da erva-cidreira-brasileira. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 1, p. 18-23, mar. 2002.

VENTRELLA, M. C. **Produção de folhas, óleo essencial e anatomia foliar quantitativa de *Lippia alba* (Mill.) N. E. Br. (Verbenaceae) em diferentes níveis de sombreamento e épocas de colheita**. Botucatu, 2000. 84 p. Tese (Doutorado em Agronomia/Horticultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2000.

VON HERTWIG, I. F. **Plantas aromáticas e medicinais: plantio, colheita, secagem, comercialização**. 2. ed. São Paulo: Ícone, 1991. 414 p.

YAMAMOTO, P. Y. **Interação genótipo x ambiente na produção e composição de óleos essenciais de *Lippia alba* (Mill.) N. E. Br.** 2006. Dissertação (Agricultura Tropical e Subtropical) - Instituto Agronômico, Universidade de São Paulo, Campinas, 2006.

6 CONCLUSÕES FINAIS

Os estudos envolvendo a propagação vegetativa, adubação orgânica, épocas de plantio e idades de colheita permitem, de forma pioneira, estabelecer um sistema de produção para erva-cidreira [*Lippia alba* (Mill.) N. E. Brown] no Estado do Tocantins.

A produção de mudas por via assexuada, utilizando estacas caulinares independe quanto a posição no ramo (basal ou apical). As estacas do quimiotipo II (citrál-limoneno) demonstram superioridade para a maioria das características.

O substrato contendo Plantimax[®] + esterco bovino curtido ou Plantimax[®] + palha de arroz carbonizada promove melhor desenvolvimento das mudas.

As plantas de erva-cidreira respondem positivamente à adubação orgânica com esterco bovino curtido, registrando-se rendimentos crescentes de biomassa com o aumento das doses do adubo (0, 2, 4 e 6 kg.m⁻²).

A idade de colheita influencia na biomassa foliar, teor e rendimento do óleo essencial da erva-cidreira. As maiores médias das características são obtidas no plantio da estação chuvosa. Nesta época, a colheita pode ser realizada aos 240 DAP. Na estação seca o rendimento do óleo essencial é crescente com avanço das idades de colheita em relação ao plantio.