

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS  
ESCOLA DE AGRONOMIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**MULTIPLICAÇÃO, ADUBAÇÃO, DESENVOLVIMENTO E PRODUÇÃO DE ÓLEO  
ESSENCIAL DE CITRONELA (*Cymbopogon winterianus* jowitt)**

**Anna Paula Ferreira Batista Goldfeld Ucker**

Orientador:  
**Prof. Dr. Nori Paulo Griebeler**

Outubro - 2013

**ANNA PAULA FERREIRA BATISTA GOLDFELD UCKER**

**MULTIPLICAÇÃO, ADUBAÇÃO, DESENVOLVIMENTO E PRODUÇÃO DE ÓLEO  
ESSENCIAL DE CITRONELA (*Cymbopogon winterianus* jowitt)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, da Universidade Federal de Goiás, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Agronomia, área de concentração: Solo e Água.

Orientador:

**Prof. Dr. Nori Paulo Griebeler**

Co-orientador:

**Prof. Dr. Wilson Mozena Leandro**

Goiânia, GO – Brasil  
2013

**ANNA PAULA FERREIRA BATISTA GOLDFELD UCKER**

**MULTIPLICAÇÃO, ADUBAÇÃO, DESENVOLVIMENTO E PRODUÇÃO DE ÓLEO  
ESSENCIAL DE CITRONELA (*Cymbopogon winterianus* jowitt)**

Dissertação DEFENDIDA e APROVADA em 07 de Outubro de 2013, pela Banca  
Examinadora constituída pelos membros:

---

Prof. Dr. Rogério de Araújo Almeida  
Membro - PPGEMA/UFG

---

Prof. Dr.<sup>a</sup> Vladia Correchel  
Membro - EA/UFG

---

Prof. Dr. Nori Paulo Griebeler  
Orientador – EA/UFG

Goiânia, Goiás  
Brasil

A Deus

Aos meus Santos, Santas e a nossa Senhora

Aos meus pais Jan Cunha Goldfeld e Ana Ferreira Batista

Ao meu marido Fernando Ernesto Ucker

A meu filho Cauê Paixão Goldfeld

A todos os meus amigos e professores

Dedico

A Deus e ao meu amado  
marido e filho e meus  
queridos pais Jan Cunha  
Goldfeld e Ana Ferreira  
Batista, pela força e amor.

Ofereço

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, aos meus terços e novenas que sempre me guiaram em um caminho de fé, equilíbrio, renovação, esperança e motivação;

Aos meus pais, pela alegria e vibrações positivas;

Às dificuldades de saúde vividas por mim, pelo meu pai e minha irmã passadas e superadas;

A alguns familiares, pelas ironias e críticas destrutivas, mas que me deram força para enxergá-las como construtivas;

Ao meu marido Fernando Ernesto Ucker, pelo carinho, amor, presença, lealdade, por me incentivar em todos os momentos;

Ao meu filho por me descontraír nos momentos de estudo, me imitando nas apresentações de seminários;

Ao meu orientador professor Dr. Nori Paulo Griebeler que me fez enxergar a pesquisa com um olhar mais crítico e profissional;

Ao Técnico Agrícola Luciano, pela alegria, ajuda e confiança;

Ao Senhor Apinagê por estar sempre disponível;

Ao Professor Dr. Wilson Mozena Leandro, por me aceitar como co-orientada, sempre paciente, mesmo com o excesso de trabalho a realizar;

A todos os professores, colegas e amigos, em especial José Patrício Nunes e Felipe Santos da Pós-graduação da Escola de Agronomia da UFG que de forma direta ou indireta contribuíram para a finalização do meu curso de mestrado;

Ao secretário da Pós-graduação Welinton Barbosa Mota, pela sua presteza e companheirismo;

Agradeço ao CNPq pela bolsa de estudo concedida durante os dois anos de mestrado.

E a todos que direta ou indiretamente contribuíram neste meu trabalho.

A todos, o meu reconhecimento.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>13</b>
2.1	AGRICULTURA FAMILIAR DE PEQUENA ESCALA.....	13
2.1.1	<b>Renda, rendimento e lucratividade.....</b>	<b>14</b>
2.1.2	<b>Alternativas de produção e comercialização.....</b>	<b>16</b>
2.1.3	<b>Sistemas de cultivo e práticas conservacionistas.....</b>	<b>17</b>
2.2	PRODUÇÃO DE PLANTAS MEDICINAIS E AROMÁTICAS.....	18
2.2.1	<b>Mercado.....</b>	<b>20</b>
2.2.2	<b>Gramíneas.....</b>	<b>21</b>
2.3	CITRONELA.....	22
2.3.1	<b>Características botânicas, fisiológicas e agronômicas.....</b>	<b>23</b>
2.3.2	<b>Uso e Produtos.....</b>	<b>24</b>
2.3.3	<b>Propagação.....</b>	<b>26</b>
2.3.4	<b>Óleo essencial.....</b>	<b>27</b>
2.3.4.1	Métodos de extração de óleo essencial.....	28
2.3.5	<b>Outros usos.....</b>	<b>28</b>
2.4	ADUBAÇÃO, ESPAÇAMENTO E COLHEITA.....	30
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>33</b>
3.1	LOCALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO.....	33
3.1.2	<b>Implantação da área experimental.....</b>	<b>34</b>
3.1.3	<b>Capacidade de produção de mudas e planejamento de plantio.....</b>	<b>36</b>
3.1.4	<b>Desenvolvimento e colheita.....</b>	<b>37</b>
3.2	EXTRAÇÃO DO ÓLEO ESSENCIAL.....	39
3.3	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	40
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>41</b>
4.1	EXPERIMENTO EM CAMPO.....	41
4.1.1	<b>Capacidade de produção de mudas por multiplicação de touceira.....</b>	<b>41</b>
4.1.2	<b>Desenvolvimento e colheita.....</b>	<b>43</b>
4.1.2.1	Diâmetro.....	43
4.1.2.2	Altura e rebrota.....	45
4.1.2.3	Massa fresca e seca.....	47
4.2	ÓLEO ESSENCIAL.....	49
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>52</b>

<b>6</b>	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>53</b>
<b>7</b>	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>54</b>

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b>	Touceira de citronela de Java ( <i>Cymbopogon winterianus</i> ).....	22
<b>Figura 2</b>	Localização do experimento. (1) Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás UFG. (2) Demarcação da área experimental.....	33
<b>Figura 3</b>	Distribuição dos tratamentos por parcela (1 a 20) e tipos de adubação utilizados por tratamento sorteados aleatoriamente.....	34
<b>Figura 4</b>	Estacas de capim citronela ( <i>Cymbopogon winterianus</i> ) utilizadas na pesquisa.....	35
<b>Figura 5</b>	Mudas de citronela nas parcelas.....	35
<b>Figura 6</b>	Realização do corte de uma touceira do capim citronela, com tesoura de poda (a) e com roçadora manual (b).....	37
<b>Figura 7</b>	Touceira de capim citronela após corte.....	38
<b>Figura 8</b>	Aparelho clevenger, utilizado para a extração de óleo essencial do capim citronela.....	39



## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b>	Quantidade de rebentos extraídos por touceira de citronela ( <i>Cymbopogon winterianus</i> ) desvio padrão e média.....	41
<b>Tabela 2</b>	Valores médio do diâmetro (cm) após os três cortes da citronela realizados em julho de 2012, outubro de 2012, fevereiro de 2013, respectivamente.....	43
<b>Tabela 3</b>	Valores médios da altura de rebrota (cm) aos 30, 60 e 90 dias do primeiro, segundo e terceiro corte da Citronela, ocorridos em julho de 2012, outubro de 2012 e fevereiro de 2013, respectivamente.....	46
<b>Tabela 4</b>	Valores médios de massa fresca (kg), massa seca (kg) do primeiro, segundo e terceiro corte de citronela ocorridos em julho de 2012, outubro de 2012 e fevereiro de 2013, respectivamente.....	48
<b>Tabela 5</b>	Concentrações (%) de óleo essencial na folha fresca do capim Citronela, com diferentes tipos de adubação.....	49
<b>Tabela 6</b>	Valores calculados de produção de óleo, para o terceiro corte de citronela, tomando-se por base a extração em clevenger com 20 gr de amostra, peso verde e um estande de 40000 plantas / ha.....	51
<b>Tabela 7</b>	Dados da análise de fertilidade do solo, para a profundidade de 0 – 10 cm, na área do experimento.....	65
<b>Tabela 8</b>	Dados da análise de fertilidade do solo, para a profundidade de 10 – 20 cm, na área do experimento.....	66
<b>Tabela 9</b>	Dados da análise de fertilidade do solo, para a profundidade de 20 – 40 cm, na área do experimento.....	67

## RESUMO

UCKER, Anna Paula Ferreira Batista Goldfeld. **Multiplicação, adubação, desenvolvimento e produção de óleo essencial de citronela (*Cymbopogon winterianus* jowitt)**. 2013. 67 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Solo e Água) – Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2013.<sup>1</sup>

O capim citronela tem se destacado atualmente no mercado interno e externo, devido as suas propriedades medicinais. A utilização do seu óleo essencial vem aumentando gradativamente, pois são várias as suas funções, bastante utilizado na indústria farmacológica, nas práticas agrônômicas (com adoção de métodos conservacionistas), usados como inseticidas, fungicidas, na área da veterinária como carrapaticida e de limpeza como desinfetantes. A expectativa para quem produz o óleo é viabilizar economicamente o seu uso, direcionando para produtores da agricultura familiar aos quais podem agregar valor em suas propriedades e gerar renda. É uma planta pouco conhecida, divulgada e trabalhada. Diante desta lacuna, objetiva-se trabalhar com citronela para avaliação de rendimento em função dos tratamentos usados, rendimento de óleo e produção de mudas e também buscar informações acerca das suas características agrônômicas, multiplicação, desenvolvimento e potencial de produção de óleo essencial. O desafio deste trabalho é trazer informações sobre a cultura, o cultivo e suas finalidades. Na pesquisa foram avaliados três tratamentos orgânicos sendo 0,5 L, 1,0 L e 2,0L aplicado em cada cova das parcelas trabalhadas com esterco bovino, mineral com NPK e testemunha, avaliando-se rendimento de óleo, massa verde, massa seca, diâmetro da touceira, altura de plantas após o corte, antes do corte aguardou-se o desenvolvimento da planta. O delineamento foi casualizado com 4 repetições. Nos tratamentos orgânicos o que obteve o maior destaque foi com 0,5 litro de adubo orgânico a base de esterco bovino. Para as condições da cidade de Goiânia o desenvolvimento da planta se sucedeu de uma forma bem adaptável, demonstrando rusticidade da planta, e o qual pode ser lucrativo para o produtor de pequena renda.

*Palavras-chave:* Divisão de touceiras, rendimento de óleo, plantas medicinais, medicina alternativa.

---

<sup>1</sup> Orientador: Prof. Dr. Nori Paulo Griebeler (EA - UFG).

## ABSTRACT

UCKER, Anna Paula Ferreira Batista Goldfeld. **Multiplication, fertilization, development and production of essential oil of citronella (*Cymbopogon winterianus jowitt*)**. 2013. 67 f. Dissertation (Master in Agronomy: Soil and Water) School of Agronomy, Federal University of Goiás, Goiânia, 2013.<sup>1</sup>

The Citronella Grass currently has excelled in domestic and foreign markets, due to its medicinal properties. The use of the essential oil is increasing, there are several functions, commonly used in the pharmaceutical industry, in agronomic practices (with adoption of conservation methods), used as insecticides, fungicides, in the area of veterinary as ticks and cleaning as disinfectants. The expectation for those who produce the oil is economically viable use your directing for family farmers which can add value to their properties and generate income. It is a little known plant, disclosed and addressed. Given this gap, was aim to work with citronella to evaluate performance in the treatments used, oil yield and seedling production. The challenge of this work is to bring information about the culture, cultivation and their purposes. In the study we evaluated various treatments with organic manure, mineral NPK and control, evaluating oil yield, fresh weight, dry weight, diameter, plant height after cutting. The experimental design was randomized with four replications. In organic treatments which got the biggest highlight was with 0.5 liter of organic fertilizer from fresh cattle manure, which was applied in each pit parcels worked. For the conditions of the State of Goiás plant development ensued in a very adaptable, demonstrating hardiness of the plant, and how it can be profitable for the producer of small income.

Key words: Division of clumps, oil yield, medicinal plants, alternative medicine.

---

<sup>1</sup> Orientador: Prof. Dr. Nori Paulo Griebeler (EA - UFG)

## 1 INTRODUÇÃO

A agricultura vem sofrendo grandes mudanças nas décadas mais recentes. O avanço tecnológico, sobretudo nas áreas de genética e de automação tem sido grande motor de alterações nas formas de se “fazer” agricultura. A automação aliada ao uso de informações da variabilidade espacial tem possibilitado a aplicação do conceito de gerenciamento agrícola ao nível pontual na propriedade, e a genética, no melhoramento de plantas e no desenvolvimento de organismos geneticamente modificados tem mudado às características das plantas em campo. Estas tecnologias têm sido mais difundidas, aceitas e aplicadas por grandes produtores. Quanto à agricultura de pequena escala, comumente chamada de familiar, outros aspectos têm sido destacados, visando a adoção de métodos e práticas conservacionistas e agroecológicas.

A produção agrícola de grande escala tem exigido, para sua viabilidade executiva, mecanização intensa e automação. Em virtude das grandes áreas utilizadas para o cultivo, a rentabilidade por unidade de área poderá ser reduzida, e ainda gerando assim lucros suficientes para a continuidade do processo. Estas diferenças, apesar de serem descritas de forma muito simplista, representam uma cadeia de fundamental importância para a própria sobrevivência do sistema. De um lado tem-se a agricultura empresarial, preocupada com a produção das chamadas *commodities* e com o mercado externo, e de outro a agricultura familiar suprindo a população com os produtos essenciais ao dia-a-dia, da alimentação básica ao artesanato.

Independentemente das especificidades de cada “grupo”, existe uma necessidade de sobrevivência, social, ambiental e econômica. Na agricultura de pequena escala, torna-se essencial a busca por alternativas e formas de agregar valor aos produtos, valorizar o patrimônio e gerar renda, com o objetivo de se inserir adequadamente no mercado consumidor.

Neste contexto, a produção de plantas medicinais ou aromáticas pode representar uma alternativa bastante viável em termos de geração de renda, principalmente quando aliadas

a rusticidade e capacidade de preservação ambiental e adaptação a sistemas agroecológicos, como ocorre com a Citronela (*Cymbopogon winterianus* jowitt). Esta planta apresenta grande valor econômico, capacidade de produção de óleo essencial, muito utilizado como aromatizante, repelente de insetos e também como bioinseticida na agricultura orgânica entre outros usos.

Na literatura têm sido observados trabalhos e pesquisas abordando aspectos da produção e, sobretudo, da capacidade de produção de óleo e suas características. Entretanto, observa-se a necessidade de mais estudos e enfoques diferenciados, de modo a preencher lacunas do conhecimento acerca da utilização da planta, bem como abordar outros temas, como dinâmica e os custos para implantação e produção e também as possibilidades associadas ao seu uso, como a capacidade de contenção de processos erosivos, tema ainda não explorado na literatura especializada, apesar de sua utilização de forma empírica em algumas propriedades.

Tendo em vista o potencial da citronela de ser um produto a gerar renda para os produtores rurais, sobretudo os de pequena escala, e também à sua rusticidade e versatilidade, adaptando-se a condições de solo e relevo diversas, objetivou-se, neste estudo, buscar informações acerca das suas características agronômicas, multiplicação, desenvolvimento e potencial de produção de óleo essencial.

Sendo assim, este trabalho teve como objetivo geral avaliar a resposta do capim citronela a diferentes adubações. Especificamente, objetivou-se avaliar a capacidade de produção de mudas por touceira; avaliar o desenvolvimento das plantas e a produção de óleo essencial.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 AGRICULTURA FAMILIAR E DE PEQUENA ESCALA**

A agricultura familiar no Brasil apresenta grandes diversidades regionais, que tornam importantes os estudos e análises em áreas específicas visando à compreensão da organização e reprodução desse segmento. A modernização da agricultura brasileira deu-se de forma conservadora e excludente, uma vez que legitimou a agricultura empresarial moderna, favorecendo o aumento dos problemas sociais, econômicos e territoriais dos agricultores familiares (Silva et al., 2009).

Pela Lei brasileira n. 11.326/2006 (Brasil, 2006), o agricultor familiar é definido como aquele que pratica atividades ou empreendimentos no meio rural, em área de até quatro módulos fiscais (cada módulo fiscal equivale a cinco hectares), utilizando predominantemente mão de obra da própria família em suas atividades econômicas. A lei abrange, ainda, silvicultores, quilombolas, aquicultores, extrativistas e pescadores.

Conforme o censo agropecuário de 2006 (Ibge, 2006), o mais recente realizado no País, 70% da produção nacional de alimentos vem da agricultura familiar, auxiliando no preenchimento de uma importante lacuna de informações oficiais para as políticas públicas de desenvolvimento rural: quantos são, onde estão, como e o que produzem os agricultores familiares no País. A realização deste traz luzes para a compreensão da importância da agricultura familiar brasileira, com seus contornos e nuances. O aprimoramento do seu dimensionamento, apontando suas potencialidades e limitações, é fundamental para a eficácia das políticas públicas.

A agricultura familiar emprega aproximadamente 12,3 milhões de pessoas, correspondendo a 75% da mão de obra no campo. Existem cerca de quatro milhões de estabelecimentos de agricultores familiares em todo o Brasil, o que representa 84% das

propriedades rurais do País. Esse setor agrícola é responsável por 38% do valor bruto da produção de alimentos, o que gerou, em 2006, cerca de R\$ 54 milhões (IBGE, 2006).

Com os valores anteriormente citados, as discussões sobre a importância social, econômica e cultural da agricultura familiar na sociedade atual ganha novo fôlego, propiciando um ambiente favorável para o debate da importância dessas unidades produtivas para a agricultura e para a sociedade.

De acordo com Silva et al. (2009), essas unidades produtivas têm sua origem histórica ligada à grande propriedade rural e desenvolveram-se aliadas a uma estrutura de grande concentração de terras e principalmente de mercados. Diante desse contexto, os pequenos produtores sempre estiveram à margem das políticas agrárias e agrícolas adotadas, contribuindo gradativamente para a sua expulsão do campo e favorecendo a criação de uma estrutura fundiária concentrada e dependente das políticas globais.

#### 2.1.1 Renda, rendimento e lucratividade

Tedesco (2001) afirma que o agricultor familiar, frente aos impactos das transformações globalizantes do mercado, adota estratégias e aciona formas de racionalidades possíveis e, assim, enfrenta os desafios com as condições objetivas e os instrumentos que lhe são acessíveis.

O ritmo intenso da atualização tecnológica no campo tem requerido a atualização de informações e a adoção de mecanismos de aprendizagem e de formação profissional e empresarial dos produtores rurais, o que tem penalizado parte dos pequenos produtores rurais, os quais têm sido sistematicamente desalojados do ambiente em que estão inseridos dada a necessidade de se produzir em grande quantidade, com elevado padrão de qualidade e a preços competitivos (Segatti & Hespanhol, 2008).

A maior dificuldade dos pequenos produtores rurais, segundo Brumer (2001) reside na comercialização dos seus produtos. Para lhes assegurar renda faz-se necessário o estabelecimento de políticas públicas que os protejam das adversidades do mercado, principalmente das flutuações do preço dos seus produtos.

Para Segatti & Hespanhol (2008), na verdade, as maiores dificuldades dos pequenos produtores rurais se concentram no “antes e depois da porteira”, ou seja, os

pequenos produtores rurais pagam um preço mais elevado pelos insumos, porque compram em pequenas quantidades e vendem os seus produtos por valores mais baixos, devido ao reduzido volume, além de não disporem dos meios de transporte, ficando, assim, nas mãos dos atravessadores.

Assim, o desafio para a obtenção de renda e para a reprodução social dos pequenos produtores rurais permanece. Não sendo suficiente a renda obtida na produção rural, o produtor deve combinar a agricultura com uma multiplicidade de tarefas para garantir sua renda, o que é chamado por Schneider (2004) de pluriatividade.

Kautsky (1998) já apresentava em seus estudos as mudanças que vinham ocorrendo com os pequenos produtores do campo, chamados por ele de pequenos lavradores. O autor analisa a trajetória histórica do homem do campo até chegar na conformação que se conhece atualmente. Nessa trajetória, identifica-se a transformação, dadas as necessidades, de um produtor agrícola “puro” para outro, de caráter pluriativo. Essas mudanças foram observadas no momento em que a produção agrícola passou apenas a cobrir as necessidades de subsistência da família, obrigando o pequeno lavrador a procurar um emprego adicional para reforçar seu orçamento doméstico.

Na produção familiar, em geral, os equipamentos agrícolas são rudimentares ou adaptados, a estrutura e as decisões são baseadas em experiências, sujeitas a alto grau de incertezas. Em consequência, os resultados obtidos são, geralmente, imprevisíveis. Não existe flexibilidade na escolha do tipo de cultura que, geralmente, é definida com base no histórico familiar ou regional. A produtividade é inferior à média em função da baixa ou pouca utilização da tecnologia disponível, seja por falta de capital ou de conhecimento. No entanto, os custos também são menores e estão sujeitos à grande variabilidade de preço, e a instabilidade da oferta resulta do fato de que a produção é dependente de variações que fogem do controle do produtor rural, como clima, problemas fitossanitários, entre outros (Dias et al., 2010).

Para a melhoria dos problemas relacionados com a renda e lucratividade dos pequenos produtores, duas recomendações emergem para a extensão rural, segundo Alves et al. (2012), que são as de ensinar administração rural e ensinar os agricultores a monitorar a aplicação da tecnologia. Ao governo caberia cooperar com a eliminação das restrições de mercado, quais sejam: risco de preços e de clima, acesso ao crédito rural, ser competitivo no



mercado internacional, acesso à tecnologia moderna e oferta de boa infraestrutura de transporte, em portos e aeroportos. Quanto às restrições intrínsecas, principalmente a aversão ao risco, cabe à extensão rural enfrentá-las.

### 2.1.2 Alternativas de Produção e Comercialização

O agricultor familiar carece de alternativas que diversifiquem sua fonte de renda, aumentando a sustentabilidade da sua atividade. O cultivo de plantas medicinais e aromáticas, por exemplo, e mesmo a coleta sustentável, através do manejo de plantas medicinais em suas áreas de ocorrência natural, são alternativas promissoras.

Perecin et al. (2002) ressaltam que o produtor que desejar cultivar ou manejar plantas medicinais e aromáticas depara-se com alguns problemas, e a maioria deles não está sob seu controle. Um destes é a multiplicidade de demandas a serem atendidas. O agricultor pode produzir matéria prima vegetal para suprir a demanda de diversos segmentos, como a indústria de fitoterápicos, o mercado atacadista, o mercado local, e todos eles exigem, em maior ou menor grau, um nível satisfatório de qualidade.

A comercialização dos óleos essenciais, segundo Cati (2001), também pode ser interessante, uma vez que a demanda por estes óleos existe e é consistente. Um exemplo são as gramíneas aromáticas como a Citronela (*Cymbopogon winterianus*), Capim-limão (*Cymbopogon citratus*), o Vetiver (*Vetiveria zizanoides*) e a Palmarosa (*Cymbopogon martini*). Nesse caso, o produtor deve dispor de uma área de plantio que permita escala de produção, uma vez que a maioria dessas espécies apresenta menos de 1% de óleo essencial em sua composição.

Para o agricultor que deseja iniciar atividades com espécies aromáticas, medicinais e condimentares recomenda-se agregação de valor à matéria prima produzida. Alguns produtores vêm conseguindo registros para empacotar a erva, sem indicação de uso, enquadrando-se na legislação de alimentos (Batalha et al., 2002). A oportunidade de comercializar ervas semi-processadas diretamente para farmácias de manipulação, supermercados e outros pontos de venda dão uma dimensão nova para o produtor, ampliando sua renda. Algumas espécies são especialmente indicadas para atender essa demanda, como

Carqueja (*Baccharis trimera*), Camomila (*Matricaria recutita*), Erva-cidreira (*Melissa officinalis*), Capim-limão (*Cymbopogon citratus*) entre outras.

A falta de estrutura por trás da comunidade familiar ainda é muito grande, pois o produtor rural de grande porte já possui mercado consumidor definido, sua venda é certa, porém um produtor que cultiva plantas medicinais como capim cidreira (*Cymbopogon citratus*), mesmo sendo um chá muito apreciado pelos brasileiros, apresenta falta de estrutura para comercialização deste produto. Este fato está ligado à questão cultural e regional. Como exemplo típico no Brasil é o cultivo da erva mate (*Ilex paraguarienses*) na região sul, onde o produto apresenta alto consumo, com uma estrutura de cultivo e processamento bem desenvolvida, o que não ocorre no restante do país.

### 2.1.3 Sistemas de Cultivo e Práticas Conservacionistas

Um sistema pode ser definido como um conjunto de elementos interrelacionados que interagem no desempenho de uma função. Os sistemas de produção são exatamente isto, conjunto de elementos pertencentes a produção de um bem ou serviço que interligados entre si chegam a um resultado final.

O preparo do solo compreende um conjunto de técnicas que, quando usadas racionalmente, permite alta produtividade a baixo custo. Utilizadas de forma inadequada, porém, podem levar à degradação, em apenas alguns anos de uso intensivo, do solo que gastou milhões de anos para ser formado.

De acordo com Costabeber & Caporal (2003), existem três níveis fundamentais no processo de conversão para agroecossistemas sustentáveis, que não remetem apenas ao uso extensivo, mas também pode ter uso intensivo como hortas, bovinocultura de leite e outras atividades. O primeiro nível diz respeito ao incremento da eficiência das práticas convencionais para reduzir o uso e consumo de insumos externos caros, escassos e danosos ao meio ambiente. Esta tem sido a principal ênfase da pesquisa agrícola convencional, resultando muitas práticas e tecnologias que ajudam a reduzir os impactos negativos da agricultura convencional. O segundo nível da transição se refere à substituição de “inputs” convencionais por insumos alternativos. A meta seria a substituição de insumos e práticas intensivas em capital e degradadoras do meio ambiente por outras mais benignas sob o ponto de vista

ecológico. Neste nível a estrutura básica do agroecossistema seria pouco alterada, podendo ocorrer, então, problemas similares aos que se verificam nos sistemas convencionais. O terceiro e mais complexo nível da transição é representado pelo redesenho dos agroecossistemas, para que estes funcionem em base a um novo conjunto de processos ecológicos. Nesse caso se busca eliminar as causas daqueles problemas que não foram resolvidos nos dois níveis anteriores.

O uso adequado da terra é o primeiro passo para a conservação do solo. Para isso, deve-se empregar cada parcela de terra de acordo com a sua aptidão, capacidade de sustentação e produtividade econômica, de tal forma que os recursos naturais sejam colocados à disposição do homem para o seu melhor uso e benefício, ao mesmo tempo em que são preservados para gerações futuras (Lerpsch et al., 1991).

O planejamento conservacionista tem a finalidade de maximizar a produtividade das terras agrícolas por meio de um sistema de exploração eficiente, racional e intensivo, que assegure também a continuidade da capacidade produtiva do solo. Dessa forma, tenta-se garantir o aproveitamento adequado da área agrícola, considerando as propriedades do solo, a declividade do terreno e as características das chuvas incidentes na região. Para a utilização racional do solo, deve-se considerar a sua capacidade de uso, que indica a intensidade de cultivo que pode ser aplicada ao solo sem que esse sofra diminuição da capacidade produtiva por efeito da erosão (Manzatto et al., 2002).

As práticas conservacionistas dividem-se edáficas, vegetativas e mecânicas, conforme modificações utilizadas nos sistemas de cultivo, na vegetação, ou se recorra construção de estrutura de terra para a contenção do escoamento superficial, respectivamente.

## 2.2 PRODUÇÃO DE PLANTAS MEDICINAIS E AROMÁTICAS

Planta medicinal é aquela que contém um ou mais de um princípio ativo, conferindo-lhe atividade terapêutica (Martins et al., 1995). A utilização de plantas medicinais é muito antiga, sabendo-se que, desde 2300 a.C., os Egípcios, Assírios e Hebreus cultivavam diversas ervas e traziam outras de suas expedições. As plantas medicinais e as aromáticas são usadas como medicamentos desde a pré-história. Os primeiros habitantes da terra com suas

crenças queimavam estas plantas de odores agradáveis pra afastar os espíritos maléficos e manter animais perigosos distantes (Cunha, 2012).

Segundo Martins et al. (1995), as plantas medicinais sempre estiveram ligadas a uma visão mística, já que no Brasil os índios as utilizavam pelas suas propriedades entorpecentes para seus rituais, criando algum preconceito contra estas plantas. Mas, com o passar do tempo, os estudos com as plantas medicinais avançaram, e a busca por formulações de medicamentos para cura de doenças progrediu muito. Nas últimas décadas, na busca por uma melhor qualidade de vida, observa-se um grande interesse por produtos naturais. Este comportamento gerou uma maior preocupação em se desenvolver novos processos industriais, com base a atender as exigências do mercado em desenvolvimento (Galvão, 2004).

Baseando-se na evolução histórica do uso de plantas medicinais e aromáticas, a Organização Mundial da Saúde (OMS), em 1978, passou a reconhecer a fitoterapia como terapia alternativa e de eficácia comprovada (Vieira, 1992). Desde então, iniciou-se uma gama de estudos acerca de plantas medicinais e aromáticas. Rocha (2002) salienta que cerca de 80% da população faz uso de alguma planta medicinal e aromática, dos quais 30% são sob indicação médica. As plantas aromáticas tem seu uso difundido nas terapias alternativas, como aromaterapia, na qual se aplicam os óleos essenciais para reequilibrar disfunções principalmente físicas, emocionais e energéticas.

Segundo Marchese & Figueira (2005), a qualidade das plantas medicinais e aromáticas é dependente de todo o processo produtivo (pré-colheita), desde a identificação botânica, escolha do material vegetal, época e local de plantio, tratos culturais, determinação da época de colheita e cuidados na colheita de modo a garantir o máximo da qualidade para o produto. Não é possível melhorar esta qualidade no processamento pós-colheita, mas sim, minimizar suas perdas.

A produção de plantas medicinais e aromáticas apresenta aspectos técnicos que podem definir a sua viabilidade econômica. O produto agrícola (planta medicinal, aromática ou condimentar), matéria prima para a indústria farmacêutica e/ou alimentícia, em geral é processado em locais distantes de seu cultivo, podendo ser armazenado para ser processado durante um período após sua colheita. Sendo assim, a secagem representa uma operação amplamente utilizada, porém as condições variam de acordo com a infra-estrutura de cada propriedade, muitas vezes comprometendo a qualidade do produto no final de seu processo

produtivo. Portanto o processamento pós-colheita envolve desde a colheita, observando-se o uso de mão-de-obra e equipamentos adequados; a separação da parte de interesse, eliminação das partes deterioradas e materiais estranhos; o processo da secagem; nova separação do produto; a embalagem e o armazenamento (Marchese & Figueira, 2005).

### 2.2.1 Mercado

A riqueza da diversidade vegetal brasileira contribuiu para que a utilização das plantas medicinais seja considerada uma área estratégica para o país. Segundo Batalha et al. (2007), o país contém cerca de 23% das espécies vegetais existentes em todo o planeta.

Segundo o Brasil Rural (2013), apenas uma droga é desenvolvida no País a partir de plantas medicinais (Acheflan - Anti-inflamatório), enquanto a França, a Alemanha e o Japão possuem uma indústria bem desenvolvida no setor.

Enquanto no cenário mundial a tendência do mercado de plantas medicinais é o crescimento, no Brasil o setor gera divisas mais modestas. A Associação Brasileira de Empresas de Fitoterápicos estima um mercado interno de R\$ 700 milhões a R\$ 1 bilhão. De acordo com os registros da Agência Nacional de Vigilância Sanitária, há um total de 421 fármacos fitoterápicos no mercado brasileiro. Desses, apenas dez foram produzidos a partir de plantas nativas do País, sendo que 420 não foram desenvolvidos aqui (Brasil Rural, 2013).

De acordo com Scheffer et al. (2004), no período de 1990 a 2000 o crescimento na exportação de plantas medicinais foi de 159% e, nas importações, 148%. Embora o mercado brasileiro de plantas medicinais tenha apresentado um elevado crescimento, esse fato não foi acompanhado de uma resposta compatível dos componentes da respectiva cadeia, principalmente em termos de fornecimento de matéria-prima, padronização de qualidade da droga vegetal, gestão, tecnologia e mecanismos institucionais (Batalha et al., 2002).

Segundo Fuzér & Souza (2003), a utilização de plantas medicinais para produção de medicamentos apresenta uma melhor relação custo/benefício quando comparada aos produtos sintéticos, pois sua ação biológica é eficaz com baixa toxicidade e efeitos colaterais, além de apresentar um custo de produção inferior e, consequentemente, um preço de venda menor. Entretanto, estes medicamentos não são necessariamente mais baratos que os sintéticos, pois necessitam de matéria-prima de qualidade, para que a planta possa apresentar as substâncias ativas, além de grandes quantidades de planta, o que acaba encarecendo o processo. Além

disso, o medicamento sintético normalmente tem uma especificidade muito alta, o que permite que se usem doses baixas, 5 a 10 mg, enquanto que com os extratos vegetais, é necessário usar doses de 300 a 500 mg para obtenção do efeito (Abifisa, 2007).

Mesmo sendo uma alternativa atraente para pequenos produtores, existe uma dificuldade elementar que é a deficiência em tecnologias de cultivo. Mesmo com relação às espécies exóticas, cujo cultivo em seus países de origem já é bem estabelecido, ainda temos muitos problemas a resolver e ainda assim teremos que contar com novos problemas que possivelmente virão surgindo ao longo do caminho. Vemos que, apesar do cultivo de espécies exóticas já adaptadas e cultivadas no Brasil como a camomila (*Matricaria recutita*), o alecrim (*Rosmarinus officinalis*), o manjerição (*Ocimum basilicum*) o orégano (*Origanum vulgare*), a hortelã (*Mentha piperita*) e outras não estarem isentas de problemas tecnológicos no campo e também no processamento pós-colheita, ainda assim percebemos que pode ser desejável a adaptação ao cultivo de novas espécies exóticas, ainda não adaptadas no país, como é o caso de espécies muito consumidas mundialmente como a noqueira do japão (*Ginkgo biloba*) e a erva de são joão (*Hypericum perforatum*), (Perecin et al., 2002).

### 2.2.2 Gramíneas

As gramíneas representam o componente básico de diversos ecossistemas terrestres, desempenhando papéis ecológicos diversos e contribuindo significativamente com a biodiversidade local. Ecossistemas savânicos tropicais, como o Cerrado brasileiro e a Savana africana, caracterizam-se pelo estrato herbáceo composto por um tapete graminoso, que ocupa biomassa expressiva e é base da cadeia alimentar (Jacobs et al., 1999; Shaw, 2000). Nesses ecossistemas verifica-se altíssima diversidade de espécies de Poaceae que se destaca como uma das mais importantes famílias na sua composição florística (Haase & Beck, 1989; Davis et al., 1994; Mendonça et al., 1998).

Algumas gramíneas, de acordo com (Alencar, 1952), como o capim Vetiver (*Vetiveria zizanioides*), citronela e cidreira têm em comum sistema radicular abundante e agressivo, e seu óleo essencial tem grande valor no mercado. Além disso, podem ser destinadas às práticas conservacionistas de caráter vegetativo, sobretudo faixas permanentes, e apresentam boa cobertura de solo.

### 2.3 CITRONELA

A citronela de Java (*Cymbopogon winterianus*) é uma planta herbácea e com folhas de margens ásperas, ápice agudo e cespitosa, com altura que pode ultrapassar 1,20 m (Figura 1).



**Figura 1.** Touceira de citronela de Java (*Cymbopogon winterianus*).

Originária da Índia, esta gramínea é conhecida principalmente pelo seu efeito repelente, sendo utilizado principalmente contra melgas (são semelhantes aos mosquitos de tamanho maior, atingindo 30 mm de comprimento) e mosquitos. Os colmos são eretos, lisos e semi-lenhosos.

As folhas apresentam cor verde-clara em estacas com entrenós longos. Possui caule rizomatoso e curto, semi-subterrâneo, nodoso, com inúmeras raízes fortes, fibrosas e longas a espécie é composta por folhas planas e longas, com bordas cortantes (Castro & Chemale, 1995).

É uma planta de grande importância econômica, muito usada na medicina alternativa veterinária, saúde humana, atraente de inimigos naturais, utilizada em combate de alguns tipos de pragas e doenças, considerada como um bioinseticida.

Segundo Raven et al. (2001), as flores (também chamadas de floretas, no caso de gramíneas) são reunidas em inflorescências do tipo panícula, formadas por racemos curtos e

geminados. Estas são protegidas por um único par de brácteas secas e paleáceas. A citronela floresce na primavera e no início do verão, porém não produz sementes viáveis.

### 2.3.1 Características Botânicas, Fisiológicas e Agronômicas

O gênero *Cymbopogon* inclui cerca de 30 espécies de gramíneas perenes e aromáticas, sendo a maioria dessas nativas da região tropical do velho mundo (Tripplebrookfarm, 2003). É uma planta Liliopsida, pertencente à família Poaceae (Cronquist, 1988; Gomes & Negrelle, 2003), que representa uma das maiores famílias de plantas, englobando cerca de 500 gêneros e aproximadamente 8000 espécies essencialmente herbáceas, denominadas genericamente de gramíneas (University of Hawaii, 2013).

O capim Citronela adapta-se bem ao clima tropical e subtropical (Castro & Chemale, 1995), não suportando temperaturas muito baixas, nem geada. No seu período de crescimento, a planta é exigente em água. Porém, na colheita, o excesso de chuvas pode baixar o teor de óleo essencial (Castro & Chemale, 1995). Esta é uma cultura exigente em luz (intensidade) e em calor. Desenvolve-se bem em solos areno-argilosos e francos, permeáveis e férteis, preferindo solos altos (compreendem os Latossolos, Argissolos, Nitossolos e Chernossolos, argilosos ou muito argilosos, com boa capacidade de retenção de água), secos e sem umidade excessiva.

A citronela apresenta duas espécies distintas, *Cymbopogon nardus* var. *lenabatu* (citronela do Ceilão) e *Cymbopogon winterianus* Jowitt (citronela de Java). Acredita-se, segundo Sahoo e Debata (1995), que ambas as formas originaram-se do Ceilão, sendo a primeira cultivada principalmente nessa ilha, enquanto a segunda é mais encontrada em Java, Haiti, Honduras, Taiwan, Guatemala e na China.

Azambuja (2011) relata que é comum a confusão entre estes dois tipos de citronela, embora sejam morfologicamente diferentes. A citronela de Java (*Cymbopogon winterianus*) possui folhas menores e mais largas. Mesmo possuindo folhas menores, o autor faz referência ao maior rendimento de óleo essencial da citronela de Java.



### 2.3.2 Uso e Produtos

O uso da citronela se dá em diversos setores. O mais conhecido é a propriedade repelente contra insetos, que se deve ao elevado teor de citronelal, sendo a citronela de Java a espécie que possui os maiores teores deste (László, 2000).

Além do citronelal, o óleo apresenta geraniol, os quais juntos produzem um aroma rosa-floral cítrico. Além destes, contribuem na constituição da planta grupos menores como camphene (tipo cânfora), borneol (tipo camomila) e methyleugenol, todos combinando num aroma muito peculiar, lembrando uma vegetação campestre úmida (Simon, 1990).

Na aromaterapia é utilizada para aumentar a acuidade mental, no combate de enxaqueca e dores de cabeça, além de ser um condicionador cutâneo. Propriedades antidepressivas, anti-sépticas, tônicas e estimulantes também foram verificadas (László, 2000).

Segundo Tawatsin et al. (2001), o óleo de citronela associado a 5% de vanilina numa pesquisa laboratorial repeliu três espécies de mosquitos: o *Aedes aegypti*, o *Culex quinquefasciatus* e o *Anopheles*, por mais de 8 horas. Foram eficazes contra o *Aedes aegypti*, mosquito causador da dengue, velas com 3% de óleo essencial de citronela e incensos a 5%. Coleiras com citronela também tem sido eficazes para afastar pulgas, carrapatos e mosquitos de cachorros.

Labinas e Crocomo (2003) observaram que óleo essencial de citronela de Java também apresenta ação inseticida e de repelência sobre lagartas de *Spodoptera frugiperda*, uma espécie que causa grandes prejuízos as lavouras de milho.

A citronela também pode ser usada para combater cólicas em animais e, além disso, sua beleza exótica pode harmonizar ambientes, ajudando também no combate a erosões do solo (Castro & Chemale, 1995).

Durante algum tempo a citronela foi um conhecido ingrediente das velas de cera que ajudava a afastar mosquitos. O óleo é amplamente usado como ingrediente em perfumes, sabonetes, desodorantes, loções para a pele, graxas para sapatos e detergentes. Também conferem um agradável aroma a alguns condimentos chineses (Azambuja, 2011).

Para Patro (2013), a planta apresenta efeitos alelopáticos positivos, quando plantado em conjunto com outras plantas, repelindo pragas e protegendo as plantas companheiras. Pode ser plantada em vasos e jardineiras, bem como canteiros adubados ou

como bordadura em grandes áreas. Após o seu desenvolvimento, Patro (2013) afirma que sua essência pode ser utilizada para diversas funções, como perfumes, velas, incensos, e desinfetantes. Tem ainda propriedades calmante e bactericida. Porém, o autor cita também que o uso direto sobre a pele pode provocar irritações. Após o corte das folhas, o bagaço de citronela pode ser utilizado na alimentação animal.

Efeitos benéficos foram comprovados em diversas pesquisas como, por exemplo, no uso do extrato do óleo do capim Citronela para a produção de bioinseticida a base do hidrolato, como controlador do mosquito da dengue (*Aedes aegypti*) (Borges et al., 2006); na utilização de óleo essencial para inibição da germinação de sementes da planta daninha picão-preto (Correia; Durigan, 2004); na utilização de óleo como inibidor de crescimento da bactéria fitopatogênica *Sclerotium rolfsii* Sacc em condições laboratoriais (Paiva et al., 2007); e na ação do óleo essencial para o controle da bactéria *Erwinia carotovora*, mostrando inclusive melhor eficiência do que o antibiótico Tetraciclina (Paiva et al., 2007); e na utilização do óleo essencial da inibição micelial do fungo fitopatogênico *Rhizoctonia solani* Kuhn, sob condições in vitro (Santos et al., 2007)

A utilização de óleos essenciais ou extratos botânicos no controle tem sido frequentemente relatado. Diversos trabalhos com óleos essenciais têm indicado o seu potencial no controle de bactérias e de fungos fitopatogênicos (Silva et al., 2010) Demuner et al. (2011); Nascimento et al. (2011)

O citronelal é utilizado como material básico para a síntese de importantes compostos químicos denominados iononas e para a síntese de vitamina A. Também utilizado na fabricação de perfumes e cosméticos (Billerbeck et al., 2001; Mumcuoglu et al., 2004; Reis et al., 2006; Trongtokit et al., 2005; Wong et al., 2005).

Os óleos essenciais também têm sido utilizados como uma alternativa para o controle de doenças e plantas daninhas nos agroecossistemas (Singh et al., 2003; Abad et al., 2007). Vários óleos essenciais têm demonstrado efeito sobre fungos fitopatogênicos, como *Colletotrichum gloeosporioides*, *Fusarium oxysporum* e *Alternaria solani* (Takatsuka et al., 2003; Balbi-Peña et al., 2006), e atividade como bioherbicidas para várias espécies de plantas daninhas, como *Achyranthes aspera*, *Cassia occidentalis*, *Parthenium hysterophorus*, *Echinochloa crusgalli*, e *Ageratum conyzoides* (Ens et al., 2009). A vantagem do sumo destes compostos, de origem orgânica, é que funcionam de um modo mais seletivo, principalmente

quando usados no controle de plantas daninhas, pois não afetam os mamíferos nem os insetos polinizadores (Mordue & Nisbet, 2000).

O citronelal é excelente aromatizante de ambientes, além de apresentar ação antimicrobiana local e acaricida (Mattos et al., 2000). A citronela é também utilizada na culinária chinesa e seu bagaço é aproveitado como ração animal, sendo comprovado que animais que se alimentam deste desenvolvem uma maior resistência a doenças (Subbarao et al., 1984).

### 2.3.3 Propagação

Quando se pretende explorar economicamente uma determinada espécie vegetal, o ponto de partida deve ser o estudo das formas de propagação e se elas apresentam viabilidade para o estabelecimento de um sistema produtivo (Scheffer, 1992). Os custos para aquisição individual de plantas apresentam valores elevados, o que inviabiliza um cultivo comercial em função do grande número de plantas necessárias para os espaçamentos mais recomendados. Na literatura, espaçamentos de 0,5 m por 0,5 m ou 0,5 por 0,8 m são os mais comumente apresentados, o que resultariam em 40.000 e 25.000 plantas por ha, respectivamente. Nesta perspectiva e considerando o fato desta não ser uma cultura com uma estrutura de suporte estabelecida, como em outras culturas comerciais, torna-se necessário ou, recomendável, a implantação de uma estrutura mínima para a autossuficiência na produção de mudas, visto que, de acordo com Castro & Chemale (1995) as sementes não cumprem seu papel de reprodução.

Blank et al. (2004) e Amancio et al. (2003) mencionam que a propagação desta espécie se dá por meio da divisão de touceiras, e que as mudas devem ser transplantadas diretamente no local desejado, pois a espécie não se desenvolve bem em bandejas de poliestireno e tubetes. Além disso, é importante que as mudas possuam algumas raízes bem desenvolvidas e aproximadamente três perfilhos. Os autores observaram também que ao deixar de 3 a 6 cm de lâmina foliar as mudas obtiveram bom desenvolvimento.

### 2.3.4 Óleo Essencial

O Brasil é um grande produtor de óleos essenciais e de alguns de seus componentes puros. As essências produzidas no país abrangem os óleos cítricos, de pau-rosa, de sassafrás (*Ocotea odorífera*), menta (*Mentha piperita*), eucalipto (*Eucalyptus citriodora*), gerânio (*Pelargonium hortorum*), capim-limão (*Cymbopogon citratus*), citronela (*Cymbopogon winterianus*), vetiver (*Vetiveria zizanioides*), palmarosa (*Cymbopogon Martini Oil*) cravo (*Caryophyllus aromaticus*), entre outros. As substâncias puras mais importantes obtidas deles são o citronelal, linalol, safrol, metol, eucaliptol, geraniol e eugenol (Raven et al. 1995)

Os óleos essenciais são misturas complexas, voláteis, com baixo peso molecular, apresentando, geralmente, aroma agradável e marcante. Existente em aproximadamente duas mil espécies de plantas distribuídas em 60 famílias, normalmente é produzido nas folhas por células glandulares ou pêlos glandulares (Bonner, 1961), sendo armazenados em espaços extracelulares, localizando-se entre a cutícula e a parede celular (Taiz & Zeiger, 2004). Segundo (Samuelsson, 1999), as plantas com maior concentração de óleos essenciais pertencem às famílias Apiaceae, Lamiaceae, Lauraceae, Myrtaceae e Rutaceae.

Até o início do século XIX, a citronela do Ceilão era a mais utilizada na produção de óleo essencial, mas, gradativamente, o tipo Java veio a dominar o mercado devido a sua maior concentração de óleo essencial (Barsotti, 2005).

O óleo da citronela de Java (*Cymbopogon winterianus* Jowitt) contém, em média, 65% de geraniol e 35% de citronelal, enquanto o tipo Ceilão apresenta 55% do primeiro e 10% do segundo. No Brasil, a Citronela de Java foi introduzida em 1946, e encontrou excelentes condições de desenvolvimento, apresenta rendimento de 30 a 40 toneladas de folhas por hectare ano (em dois cortes anuais), com um teor de óleo de 0,6% e, portanto, 180 a 200 quilos de óleo por hectare ano (Azambuja, 2011).

De acordo com Bizzo et al. (2009), o Brasil sofre de problemas crônicos na produção do óleo essencial, como falta de manutenção do padrão de qualidade dos óleos, representatividade nacional e baixos investimentos governamentais no setor, que levam ao quadro estacionário.

### 3.3.4.1 Métodos de Extração de óleo essencial

No processo de extração de óleo essencial, podem ser aplicados diversos métodos, como a hidrodestilação, maceração, extração por solvente, enfleurage, gases supercríticos e microondas. Dentre esses, o método de maior aplicação é o de hidrodestilação que se divide em duas técnicas – arraste a vapor (Craveiro et al. 1981) e coação (Santos et al. 1998). Entretanto, são necessários conhecimentos mínimos dos fundamentos teóricos das ciências aplicadas, na condução do processo de destilação e na elaboração de projetos de equipamentos para a extração de óleos essenciais, tanto em escala laboratorial quanto industrial.

O sistema de arraste por vapor d'água e/ou destilação a vapor é o método mais utilizado e viável economicamente para extração de óleos vegetais. A água é aquecida em um balão volumétrico sobre uma manta aquecedora que entra em ebulição, os vapores de água resultantes desse processo são conduzidos sob pressão em direção a outro recipiente, onde se encontra o material vegetal. O calor do vapor faz com que as paredes celulares se abram. Dessa forma, o óleo que está entre as células evapora junto com vapores de água e os voláteis são conduzidos em direção ao condensador que vai para o tubo de resfriamento; em seguida, o óleo é coletado em um recipiente. Por serem mais leves, os óleos essenciais ficam concentrados sobre a camada de água, podendo ser facilmente separados. No caso das produções de pequena escala, emprega-se o aparelho de Clevenger. Utilizando o aparelho Clevenger para extração de óleos vegetais, obtêm-se resultados econômicos mais viáveis e excelente qualidade no produto final. O aparelho Clevenger demonstrou que é ainda o mais utilizado e viável economicamente para a extração de óleos vegetais em escala laboratorial e comercial.

### 2.3.5 Outros usos

A maior causa da degradação dos solos está associada ao manejo inadequado dos recursos naturais. Na agricultura, segundo Chaves et al. (2012), destacam-se o monocultivo, o uso indiscriminado de agroquímicos e fertilizantes, a exposição do solo pelo desmatamento indiscriminado, pelas queimadas e/ou pelo manejo com cultivos que não propiciem proteção adequada ao solo e a destruição de sua estrutura original por práticas como aração e gradagem,

excesso de tráfego de máquinas e manejo de animais acima da capacidade de suporte das pastagens. Já na área urbana, as principais atividades que aceleram os processos erosivos são a ocupação desordenada de encostas em áreas de risco, obras mal projetadas e executadas, como cortes e aterros sem sistemas eficientes de drenagem e revegetação, e a impermeabilização do solo com a construção de estradas e edificações concentrando águas pluviais superficiais.

A falta de planejamento no uso e ocupação das terras no meio rural tem acarretado graves prejuízos devido à intensificação dos processos erosivos.

Para a estabilização de áreas afetadas por processos erosivos, Macedo et al. (2009) recomendam, inicialmente, conduzir adequadamente as águas provenientes do escoamento superficial na área à montante, de forma a reduzir sua velocidade e aumentar sua infiltração. Em geral, esta situação ocorre devido à locação de estradas em áreas impróprias, com canais de drenagem mal dimensionados ou mesmo sem qualquer sistema de drenagem, caminhos ou trilhas formadas pela passagem constante de animais, pessoas e/ou máquinas, assim como a aplicação de água acima da capacidade de retenção do solo proveniente de irrigação mal conduzida.

Para que as águas sejam desviadas e escoem de forma ordenada para fora das áreas erodidas, técnicas como terraços em desnível associados a canais escoadouros vegetados e bacias de captação podem ser usadas; para reter a água podem-se usar terraços e plantio em nível e o uso de cobertura morta (Machado et al., 2011).

Em algumas situações como na agricultura familiar, no entanto, não é possível a utilização de práticas convencionais de conservação do solo, como o terraceamento pelo alto custo, porém não descarta a possibilidade de uso desta prática, deixando-a como última opção caso outras práticas não tenha resultados satisfatórios, tendo em vista, sobretudo, limitações físicas das áreas a serem trabalhadas, devendo-se, nestes casos, buscar alternativas para controle dos processos erosivos. Uma das opções é a utilização de técnicas para redução da energia do escoamento superficial, por meio do aumento da rugosidade superficial, que pode ser provocada por meio do uso de vegetação que provoque uma obstrução ao livre escoamento da água, porém sem retê-lo totalmente, como no uso de faixas de vegetação.

De acordo com trabalho realizado pelo Usda (1978), as perdas do solo devido a erosão hídrica podem ser diminuídas até mil vezes mantendo-se uma cobertura densa de gramíneas ou vegetação herbácea. Os benefícios protetores ou estabilizadores da vegetação

dependem do tipo de vegetação e do tipo de processo de degradação da encosta. Uma cobertura de gramíneas ou vegetação herbácea muito densa, por exemplo, oferece uma das melhores proteções contra a erosão superficial. Ao contrário de uma vegetação arbórea com raízes profundas, que é mais eficiente para prevenir ou mitigar rupturas superficiais de massas de solo (Gray; Sotir 1996); Araújo et al. (2005).

Para a construção dos cordões vegetados, devem ser selecionadas plantas que apresentem ciclo perene, crescimento rápido, não sejam invasoras, apresentem sistema radicular bastante agressivo e sejam resistentes a pragas, doenças e a condições adversas do solo e clima, além de serem capaz de formar barreira densa junto ao solo. Alguns exemplos de espécies adequadas para uso em cordões de vegetação permanente são: capim vetiver (*Vetiveria zizanioides*), erva cidreira (*Melissa officinalis*) e capim elefante (*Pennisetum purpureum*) (Chaves et al., 2012). O capim citronela, pelas suas características de desenvolvimento e do seu sistema radicular mostra-se uma opção a este uso.

Muñoz-Carpena et al., (1993) desenvolveram um sistema computacional para modelagem de faixas filtro e Abu-Zreig (2001) avaliaram a eficiência na retenção de sedimentos por faixas filtro utilizando o modelo desenvolvido, encontrando resultados satisfatórios para diferentes declividades. Estes autores obtiveram resultados apontando para maior eficiência relacionada à largura da faixa filtro, seguida pelo tamanho das partículas de solo transportadas pelo escoamento.

Nesta linha de pensamento, a utilização da citronela como cultura agrícola com a finalidade de obtenção de renda pode se mostrar bastante adequada para áreas marginais com elevados riscos de ocorrência de erosão, sobretudo declividades elevadas.

## 2.4 ADUBAÇÃO, ESPAÇAMENTO E COLHEITA

Pesquisas agrônômicas vêm sendo conduzidas com o intuito de investigar a influência do espaçamento, da adubação mineral e orgânica sobre a biomassa e o rendimento de metabólitos secundários de diferentes espécies medicinais. Até agora os resultados têm mostrado que a produção da biomassa e de metabólitos secundários varia em função da espécie e dos adubos utilizados (Costa et al., 2008a).

Diversos autores, trabalhando com plantas medicinais aromáticas, verificaram que há variação na produção de óleo essencial em função dos espaçamentos utilizados (Mattos, 2000; Singh et al., 1996; Zhelyakov; Topalov, 1996 e da altura de corte (Choudhury, 1994; Cruz et al., 2001a; Cruz et al., 2001b; Nagao, 2003).

A adubação orgânica representa boa opção para a maximização da produção de princípios ativos e do rendimento de fitomassa de espécies medicinais (Brant et al., 2010). Estudos sobre o rendimento de biomassa e óleo essencial em resposta à adubação orgânica, mineral e mista vêm sendo desenvolvidos com espécies medicinais como manjerição *Ocimum basilicum* (Blank et al., 2005), alfavaca *Ocimum selloi* (Gonçalves et al., 2003; Costa et al., 2008b) e chambá *Justicia pectoralis* (Bezerra et al., 2006). Sales et al.(2009) verificaram maiores rendimentos de óleo essencial com adubação orgânica em cultivos de hortelã do campo *Hyptis marruboides*.

Segundo Lima et al. (2008), todas as plantas tem habilidade para modificar o seu modelo de desenvolvimento em resposta ao meio ambiente luminoso. A luz, por ser fonte primária de energia relacionada à fotossíntese e fenômenos morfogenéticos, é um dos principais fatores que influenciam o crescimento e o desenvolvimento dos vegetais. Todavia, a natureza da resposta morfogênica pode variar consideravelmente entre espécies de acordo com a capacidade de aclimação e a dependência da quantidade ou qualidade da luz.

A análise de crescimento descreve as condições morfofisiológicas da planta em diferentes intervalos de tempo, permitindo acompanhar a dinâmica da produtividade. É um método a ser utilizado na investigação do efeito dos fenômenos ecológicos sobre o crescimento, como a adaptabilidade das espécies em ecossistemas diversos, efeitos de competição, diferenças genotípicas da capacidade produtiva e a influência das práticas agrônômicas sobre o crescimento (Silva et al., 2002; Fontes et al., 2005; Castro et al., 2008).

Yadava (2001) cita que o espaçamento é um dos mais importantes fatores que influenciam o crescimento e o rendimento final do cultivo, que por sua vez depende da produtividade individual da planta e da população de plantas mantida por unidade de área. Em espaçamentos mais densos, a maior competição entre plantas resulta na estabilização do acúmulo de biomassa em menor idade que aquela em espaçamentos mais amplos (Bernardo, 1995).



A colheita dessas plantas tem certas particularidades que as diferenciam de outras culturas, uma vez que objetiva conciliar a máxima produção de biomassa com maiores teores de princípios ativos (Bezerra, 2003). Nagao (2003) comenta que ao se determinar uma altura ideal de corte, pode-se ter um maior incremento de biomassa com uma maior percentagem de folhas jovens, sendo estas importantes por serem mais ativas metabolicamente e, conseqüentemente, conduzirão a uma maior quantidade de metabólicos secundários.

Marco et al. (2007) concluíram que plantas de capim citronela colhidas quatro meses após o plantio, devem ser cortadas na altura de 30 cm, para obtenção de maior rendimento de óleo essencial. Já para corte mais tardio (seis meses após o plantio) a planta deve ser cortada a 15 cm do solo. Em relação ao espaçamento, sugere-se que plantas distribuídas em espaçamentos mais largos (80 x 80 cm) sejam cortadas mais rentes ao solo (15 cm), sendo o contrário recomendado para espaçamentos menores.

No cultivo de plantas medicinais, é preferível utilizar adubos orgânicos em vez de adubos minerais, para preservar os princípios ativos (Corrêa Jr. et al., 1994). Esses autores salientam que, em geral, os adubos orgânicos apresentam teores de macronutrientes muito menores que os adubos minerais, mesmo assim, vêm sendo empregados, principalmente, como fonte de nitrogênio, além de micronutrientes, exercendo também efeito positivo nas propriedades biológicas e físicas do solo (Corrêa Jr. et al., 1994).

Perini (2008) avaliou o efeito da adubação orgânica e química (em comparação com solo testemunha) na produção de biomassa de citronela no Estado do Tocantins, não encontrando diferença significativa com a aplicação de 4,0 L de adubo orgânica (esterco curtido) por metro e 300 kg ha<sup>-1</sup> (NPK 5:25:15) de adubação química.

No trabalho de Marco et al. (2007) o maior teor de citrionelol + citrionelal (45,0%) foi encontrado na altura de corte de 30 cm. A permanência de maior quantidade de folhagem para a atividade fotossintética, nessa altura de corte, contribuiu para maior acúmulo de reservas e teor dos princípios ativos na planta e seu posterior desenvolvimento. Isso porque a altura de corte a 15 cm, provavelmente, implica em maior desgaste da planta e na necessidade de maior tempo para recuperação, devido à exposição insuficiente das folhas à luz solar. Youngner (1972) cita que o decréscimo abrupto da parte aérea geralmente reduz o crescimento apical e radicular, já que após o corte, a planta utiliza sua área foliar residual ou sua reserva de carboidratos para dar continuidade ao seu crescimento.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Localização do experimento

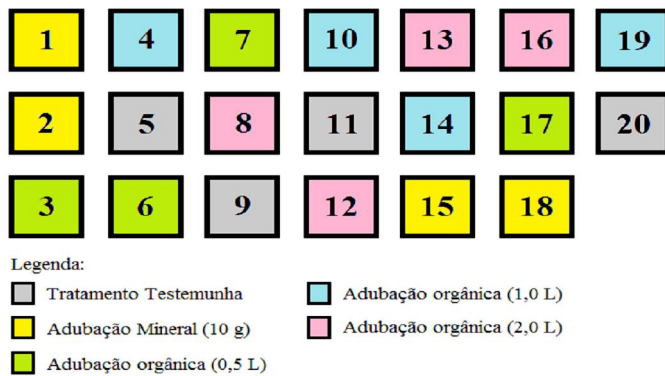
O experimento foi realizado no período de dezembro de 2011 a julho de 2013 em área da Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás (EA/UFG) (Figura 2). As coordenadas da área experimental são 49°17'08" de longitude oeste e, 16°35'50" de latitude sul, com altitude média local de 713 m. O clima da região é Aw, segundo classificação de Koppen, caracterizado por chuvas concentradas no verão e seco nos meses de inverno. A temperatura média durante o período do experimento foi 23,9° C.



**Figura 2.** Localização do experimento. (1) Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás – UFG. (2) Demarcação da área experimental.

#### 4.1.2 Implantação do experimento

Para implantação da área experimental foram realizadas, previamente, limpeza da área e a análise química do solo, sendo coletadas amostras nas profundidades de 0-10, 10-20, 20-40 cm, sendo 9 amostras de 0-10, 9 amostras de 10-20, 9 amostras de 20-40 cm, estas amostras foram coletadas com enxadão em suas devidas profundidades, colocadas em sacos plásticos, identificadas e encaminhadas para o laboratório de análise de solos. A área da pesquisa experimental é remanescente de cafeicultura. Foi incorporado calcário com a grade. A área experimental foi composta por 5 tratamentos, com 4 repetições, totalizando 20 parcelas. As dimensões de cada parcela foram de 2 m x 2 m, espaçadas entre si de 1,5 m. (Figura 3).



**Figura 3.** Distribuição dos tratamentos por parcela (1 a 20) e tipos de adubação utilizados por tratamento, sorteados aleatoriamente.

Em cada parcela foram feitas vinte e cinco covas (0,2 m x 0,2 m x 0,2 m), com espaçamento de 0,5 m x 0,5 m entre si, nas quais as estacas de citronela (Figura 4), obtidas pela divisão de touceiras, foram plantadas diretamente, sem o estabelecimento prévio de mudas. O espaçamento considerado teve por base o trabalho de Marco (2006), sendo neste espaçamento obtido a maior quantidade de matéria seca. O plantio ocorreu no dia 19 de dezembro de 2011 (Figura 5).



**Figura 4.** Estacas de capim citronela (*Cymbopogon winterianus*) utilizadas na pesquisa.



**Figura 5.** Mudas de citronela nas parcelas.

A distribuição dos tratamentos foi realizada de forma aleatória, por meio de sorteio. Os tratamentos utilizados foram uma testemunha sem adubação, um tratamento com adubação mineral, no qual foram aplicados 10 gramas de NPK 4:14:8 e três tratamentos com adubação orgânica (0,5; 1,0 e 2,0 L). A adubação mineral foi determinada a partir da recomendação de Lopes et al. (1991) e a adubação orgânica, utilizando substrato produzido na EA/UFG, foi baseada nos trabalhos de Silva et al. (2003) e Perini et al. (2011). O composto foi preparado na Escola de Agronomia, sendo produzido com misturas de casca de arroz, terra de subsolo, esterco curtido e areia lavada.

A composição química do composto, obtida por análise, indicou valores de 0,560 dag/kg (%) para N; 0,231 dag/kg (%) para P; 0,720 dag/kg (%) para K; 0,50 para dag/kg (%) Ca; 0,20 dag/kg (%) para Mg; 37 mg/kg (ppm) de Cu; 15740 mg/kg (ppm) de Fe; 183 mg/kg (ppm) de Mn e 24,30 mg/kg (ppm) para Zn.

#### 4.1.3 Capacidade de produção de mudas e planejamento de plantio

Na atividade de plantio das parcelas experimentais foi realizada contagem da quantidade de mudas produzidas por touceira de citronela e, a partir desta, quantificada a necessidade de área de produção de viveiro com a finalidade de implantação de cultivo em propriedade rural. Neste sentido, 6 touceiras adultas (3 anos) foram escolhidas, aleatoriamente, para servirem de matriz para a produção das novas mudas. Para cada touceira, realizou-se a subdivisão, realizando contagem dos rebentos a serem utilizados para produção de novas mudas.

Posteriormente, com a quantidade de mudas possíveis de serem produzidas por touceira, realizou-se a quantificação de viveiro necessária para a implantação de um hectare de área de cultivo, por meio de análise matemática direta, relacionando-se a quantidade de mudas por m<sup>2</sup>.

Para fins de quantificação da necessidade de área para implantação de viveiro com vistas a multiplicação das plantas e futura implantação da cultura, tomou-se como critério que as mesmas seriam cultivadas com espaçamento de 0,50m x 0,50m, totalizando 40.000 plantas por hectare. Para fins de quantificação e dimensionamento da área de viveiro, considerou-se ainda a possibilidade de espaçamentos de 0,25m x 0,25m (160.000 plantas por hectare). Não

foram considerados arruamentos e bordaduras. Também não foram consideradas perdas na produção das mudas.

#### 4.1.4 Desenvolvimento e colheita

Tendo em vista que o plantio foi realizado diretamente em campo, utilizando mudas de raízes nuas, provenientes de touceiras, realizou-se o primeiro corte somente aos sete meses de idade da planta. Houve alto índice de mortalidade nas parcelas testemunha e com tratamento mineral, fazendo reposição de mudas. Os cortes (Figura 7) foram realizados a 15 cm do solo, aos 7, 10 e 14 meses, sempre às 09h00min. Em cada corte foram avaliados o peso verde, o peso seco, diâmetro das touceiras e altura das plantas. Na (Figura 6.a) são as mudas de citronela nas parcelas e na (Figura 6.b) a realização do corte de uma touceira do capim citronela. A utilização de mudas de raízes nuas fez com que o desenvolvimento inicial das plantas ficasse um pouco prejudicado, tendo em vista o seu plantio sem o desenvolvimento prévio em viveiro, motivo pelo qual as épocas de corte foram um pouco atrasadas em relação às observadas em outros trabalhos, como o de Marco et al. (2007), que trabalharam com cortes aos 4, 6 e 8 meses após o plantio.



**Figura 6.** Realização do corte de uma touceira do capim citronela, com tesoura de poda (a) e com roçadora manual (b)





**Figura 7.** Touceira de capim citronela após corte.

Nenhum dos sistemas de corte adotados para touceira de citronela não foram adequados, sendo indicado o uso de cutelo.

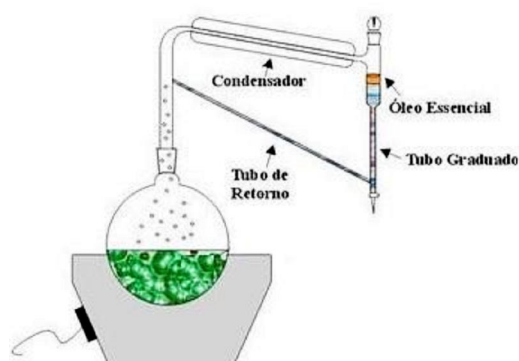
A realização do peso de massa verde foi realizada imediatamente após o corte. Para tanto foi utilizada uma balança com capacidade para 1500 kg, localizada no laboratório de solos da EA/UFG. Após a determinação de peso de massa verde, as amostras foram acondicionadas em local coberto e arejado, com temperatura ambiente, pelo período de vinte dias, sendo monitoradas, até atingirem peso constante. Após o peso estabilizado, as plantas foram novamente pesadas para obtenção de peso de massa seca. Este procedimento foi repetido nos três cortes.

A determinação do diâmetro das touceiras foi realizada por meio de cálculo a partir do perímetro medido com o uso de fita métrica.

A altura das plantas foi avaliada no primeiro, segundo e terceiro corte, 30, 60 e 90 dias após cada corte, sendo feita mensalmente com o uso de uma trena. Foram avaliadas 10 plantas de cada parcela.

## 4.2 EXTRAÇÃO DE ÓLEO ESSENCIAL

A extração do óleo essencial somente foi realizada no período correspondente ao terceiro corte Fevereiro de 2013, foi realizado o corte para fazer peso de massa verde e peso de massa seca, no dia posterior foi feito um corte somente para a extração de óleo essencial, por meio de arraste de vapor utilizando o aparelho de Clevenger (Figura 8).



**Figura 8.** Aparelho de Clevenger, utilizado para a extração do óleo essencial do capim citronela.

Para a determinação do rendimento do óleo essencial foi selecionada, aleatoriamente, uma planta de cada parcela e de cada tratamento, sendo realizadas 4 repetições de cada tratamento. O método utilizada para esta extração foi baseada em Soares et al. (2010). Nesta, vinte gramas de folhas frescas foram picadas e pesadas em balança analítica de precisão. Posteriormente, o material foi adicionado a um balão volumétrico de 500 mL, juntamente com pérolas de vidro, com a função de dissipação do calor. Foram adicionados 300 mL de água destilada ao balão volumétrico, e este colocado sobre uma manta aquecedora, e aquecido à 100 °C durante 90 minutos.

A água foi retirada do sistema e, com o auxílio de uma seringa com capacidade de 1 mL, separou-se o óleo essencial produzido, o qual foi adequadamente acondicionado em um



recipiente. O teor de óleo (em %) de cada tratamento foi determinado a partir da relação da quantidade do óleo obtido com a quantidade de folha utilizada para a sua extração.

#### 4.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados médios de produção de massa verde, massa seca, diâmetro, alturas de rebrota com trinta, sessenta e noventa dias após os cortes, e o teor de óleo essencial foram comparados pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, utilizando o *software* Assistat.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 EXPERIMENTO EM CAMPO

#### 5.1.1 Capacidade de produção de mudas por multiplicação de touceiras

Na Tabela 1 são apresentadas as quantidades de rebentos extraídas das touceiras. Nesta Tabela observa-se que a média de rebentos por touceira foi de 125, o que indicaria uma quantidade igual de mudas. Apesar do elevado desvio padrão, verificou-se que este é um valor bastante representativo. A definição da quantidade de touceiras demonstrado na Tabela 1 é devido a quantidade disponível na universidade.

**Tabela 1.** Quantidade de rebentos extraídos por touceira de citronela (*Cymbopogon winterianus*), desvio padrão e média

Touceira	Quantidade de Mudanças
1	80
2	120
3	200
4	161
5	92
6	100
Média	125,5
Desvio padrão	46,2

Com base na capacidade média de mudas a serem obtidas por touceira chegou-se a necessidade de 80 m<sup>2</sup> a 320 m<sup>2</sup> para a instalação de viveiro com o objetivo de futura multiplicação para cada hectare de produção, considerando espaçamentos de 0,5m x 0,5m e 0,25m x 0,25m no campo, respectivamente.

Os valores de área obtidos indicam uma necessidade prévia de planejamento para a futura implantação da cultura, visto que a obtenção da planta a partir de viveiros pode tornar-se onerosa, principalmente pensando em pequenos produtores. Outro aspecto que indica a

necessidade de planejamento é o fato de que o estabelecimento pleno de uma touceira de citronela leva de 2 a 3 anos.

A possibilidade de junção do cultivo com finalidade de extração de óleo e como prática conservacionista com a geração de renda apresenta-se de interesse relevante para a agricultura de pequena escala, principalmente em regiões de conservação ambiental complexa. Estudos quanto à capacidade produtiva da cultura tomando por base espaçamentos reduzidos não são encontrados na literatura, assim como também a sobrevivência da cultura no período seco, comum nas regiões centro-oeste, nordeste e parte da região sudeste do Brasil.

Ressalta-se aqui, que valores comerciais de plantas de citronela, obtidos em viveiros locais e mesmo na comercialização pela rede mundial de computadores (WEB) apresentam custos, entre de R\$ 1,50 e R\$ 5,00, dependendo da quantidade solicitada. Esses valores tornam o investimento inviável, fazendo com que a produção própria seja uma necessidade. Mesmo cotando valores unitários, o investimento torna-se elevado quando pensamos na pequena propriedade rural. Uma opção para amenizar este tipo de problema é a multiplicação *in vitro*, já tendo trabalhos desenvolvidos, como o realizado por Scherer (2007).

A título de exemplo, a implantação de faixas filtro com 10 m de largura, resultaria em 1000 m lineares de faixas para o estabelecimento de 1 ha, 1000 m lineares de faixas. Critérios de largura e espaçamento entre faixas ainda não estão bem definidos, necessitando de pesquisas com vistas ao seu dimensionamento e/ou recomendação. Rodriguez e Fernandez (1992), em estudo realizado na Venezuela, no qual foi utilizado, além de outras espécies, o capim Cidreira (*Cymbopogon citratus*), aqui citado tendo em vista características de desenvolvimento semelhantes à citronela, observaram que em condições de campo, o uso de faixas filtro mostrou alto potencial para conservação e recuperação de áreas degradadas. Estes autores apresentam ainda, uma recomendação de espaçamento baseada na erosividade, erodibilidade, declividade do terreno e na intensidade de cobertura do solo da espécie utilizada. Garabaghi et al. (2000) encontraram eficiência de 50% a 98% na remoção de sedimentos para faixas filtro respectivamente de 2,4 a 19,5 metros de largura.

Considerando a possibilidade de dimensionamento deste tipo de sistema para conservação do solo, estudos que forneçam dados para a caracterização da resistência hidráulica devem ser conduzidos, como a capacidade que a planta apresenta de reduzir a energia cinética do escoamento. Muñoz-Carpena et al. (1993) apresentam um modelo para

modelagem de faixas de vegetação (VFSSMOD-W - *Vegetative Filter Strips Modelling System*), no entanto, este não apresenta em sua base de dados a citronela, e tampouco estudos para o Brasil.

## 5.1.2 Desenvolvimento e colheita

### 5.1.2.1 Diâmetro da touceira

Os valores referentes aos diâmetros médios de touceira nos três cortes da citronela são apresentados na Tabela 2. No primeiro corte, realizado no mês de julho de 2012, verificou-se maior diâmetro em plantas de citronela adubadas com 0,5 L de adubo orgânico (média de 9,9 cm de diâmetro). Subsequente a este resultado foram encontrados valores para os tratamentos com 2,0 L (9,6 cm) e o tratamento com adubação mineral – NPK – (9,0 cm). No tratamento com 1,0 L de adubação orgânica verificou-se diâmetro médio de 8,6 cm, e para o tratamento testemunha, ao qual não foi aplicado nenhum tipo de adubação, foi verificado valor médio de 8,1 cm de diâmetro. Estatisticamente, para o primeiro corte, nenhum tratamento diferiu entre si pelo teste de Tukey.

**Tabela 2.** Valores médios do diâmetro (cm) após os três cortes da citronela, realizados em julho de 2012, outubro de 2012 e fevereiro de 2013, respectivamente.

Tratamentos	1º Corte ns	2º Corte	3º Corte
Adubação orgânica - 0,5 L	9,9 a	13,6 a	16,8 a
Adubação orgânica - 1,0 L	8,6 a	12,6 a	15,3 ab
Adubação orgânica - 2,0 L	9,6 a	12,5 a	17,5 a
NPK	9,0 a	12,7 a	15,8 ab
Testemunha	8,1 a	11,3 a	12,7 b

1 º corte, médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem entre si pelo teste de tukey, ns não significativo ( $p \geq 0.05$ ). 2º corte, médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem entre si pelo teste de tukey, ns não significativo ( $p \geq 0.05$ ). 3º corte significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $0.01 \leq p < 0.05$ )

Para o segundo corte, que ocorreu em outubro de 2012, obteve-se diâmetro de 13,6 cm para o tratamento com 0,5 L de adubação orgânica. Em comparação com o primeiro corte, o diâmetro médio deste tratamento cresceu 37,4%. No tratamento de 1,0 L de adubação orgânica, o valor encontrado foi de 12,6 cm. Percentualmente, em relação ao primeiro corte, o

crescimento foi de 46,5%. O tratamento com 2,0 L de adubo orgânico apresentou diâmetro médio de 12,5 cm que, em comparação com o corte realizado em julho do mesmo ano, apresentou crescimento de 30,2%. Com a adubação mineral, o crescimento percentual foi de 41,1% em relação ao primeiro corte (12,7 cm). Por último, novamente inferior aos demais tratamentos, o tratamento testemunha apresentou diâmetro médio de 11,3 cm, com crescimento de 39,5% em relação ao primeiro corte. Assim como no primeiro corte, não houve diferenciação pelo teste de Tukey.

No terceiro corte, o melhor resultado foi encontrado no tratamento com 2,0 L de adubação orgânica (média de 17,5 cm de diâmetro). Percentualmente, este tratamento se destacou perante os demais, obtendo crescimento de 40,0% em comparação com o segundo corte. Estatisticamente, o tratamento com 2,0 L mostrou diferença significativa somente em relação a testemunha. O segundo melhor tratamento neste corte foi com 0,5 L de adubação orgânica, apresentando 23,5% de crescimento em comparação com o segundo corte. No tratamento com NPK verificou-se valor médio de 15,8 cm de diâmetro, com crescimento de 24,4% em relação ao segundo corte. Para o tratamento de 1,0 L (15,3 cm), obteve-se percentual de 21,4% em relação ao segundo corte. Por último, o tratamento testemunha apresentou valor médio de 12,7 cm de diâmetro (Tabela 2), com crescimento de 12,4% em comparação ao segundo corte. O tratamento testemunha diferiu significativamente dos demais tratamentos.

Costa et al. (2008 b) avaliaram, dentre diversos parâmetros, o diâmetro de elixir paregórico (*Ocimum selloi Benth.*) sob aplicação de diferentes doses de dois tipos de adubação orgânica. Como resultado, os autores verificaram que o diâmetro do caule, que está relacionado à capacidade de transporte da planta, aumentou com as doses de adubação aplicadas, atingindo 11,1 e 13,7 mm com a aplicação de 7,7 kg m<sup>-2</sup> de esterco bovino e 4,8 kg m<sup>-2</sup> de esterco avícola, respectivamente.

Resposta semelhante do efeito de doses de adubação orgânica sobre o diâmetro do caule também foi encontrada para alfazema (*Hyptis suaveolens*) (Maia, 2006). Porém, para esta pesquisa, utilizando o capim Citronela, o diâmetro maior para o primeiro e segundo corte ocorreu com a menor quantidade de adubação orgânica aplicada (0,5 L). Já no terceiro corte, o maior valor de diâmetro encontrado foi no tratamento com maior quantidade de adubação orgânica (2,0 L), corroborando com os autores anteriormente citados.

Apesar de os valores de diâmetro médio não terem diferido para o primeiro e segundo corte, observa-se uma diferença entre os valores extremos de 18 e 17% respectivamente para o primeiro e segundo corte. Estes valores indicam uma resposta sensível ao uso de adubação. Observa-se também que o diâmetro de touceiras do tratamento testemunha foram sempre inferiores.

Outro aspecto relaciona-se a utilização da cultura como barreira ao escoamento superficial com vistas à redução da energia do escoamento e/ou a contenção de sedimentos e outros materiais transportados por este. Neste sentido, touceiras de pequenos diâmetros podem facilitar o estabelecimento de caminhos preferenciais ao fluxo superficial da água de escoamento, o que poderia indicar maiores riscos de erosão ou redução na eficiência do uso desta cultura para conservação do solo. Assim, o conhecimento do diâmetro atingido pela touceira cultura pode ser indicativo da necessidade de mudança ou ajuste na configuração do sistema para o estabelecimento de faixas para contenção do escoamento superficial. Esta análise, apesar de não conclusiva neste trabalho, permite uma reconfiguração do cultivo quando em áreas marginais, buscando-se uma dupla finalidade para o sistema, ou seja, fonte de renda e preservação dos recursos solo e água por meio da contenção dos processos erosivos.

#### **5.1.2.2 Altura de plantas**

Os valores médios das alturas de rebrota com 30, 60 e 90 dias após o corte da citronela são apresentados na Tabela 3. Trinta dias após cada um dos três cortes, não foram observadas oscilações expressivas na altura das rebrotas.

O tratamento composto de 2,0 L de adubação orgânica foi o que apresentou maior altura de rebrota após o primeiro corte (35 cm), ocorrido em julho de 2012. No segundo corte (outubro de 2012), o tratamento com 0,5 L de adubação orgânica apresentou maior altura em suas rebrotas (média de 37 cm). No terceiro corte, os valores numéricos dos tratamentos 0,5 L e 2,0 L obtiveram valores idênticos (41 cm), demonstrando que estes foram os melhores tratamentos para a avaliação de rebrota. Nos três cortes, o tratamento testemunha, ou seja, sem nenhum tipo de adubação, apresentou os menores valores de rebrota, 27 cm, 29 cm e 31 cm para primeiro, segundo e terceiro corte, respectivamente. Ocorreram diferenças significativas

entre todos os tratamentos, demonstrando uma oscilação de tamanhos em função do tratamento usado.

**Tabela 3.** Valores médios da altura de rebrota (cm) aos 30, 60 e 90 dias do primeiro, segundo e terceiro corte da Citronela, ocorridos em julho de 2012, outubro de 2012 e fevereiro de 2013, respectivamente.

Tratamento	1º Corte			2º Corte			3º Corte		
	30 <sup>6</sup>	60 <sup>7</sup>	90 <sup>8</sup>	30	60	90	30	60	90
0,5 L <sup>1</sup>	34 ab	66 ab	100 a	37 a	76 a	103 a	41 a	81 a	110 a
1,0 L <sup>2</sup>	28 bc	65 ab	90 b	32 a	77 a	95 b	37 ab	77 ab	101 b
2,0 L <sup>3</sup>	35 a	74 a	98 a	35 a	75 a	100 ab	41 a	80 a	106 ab
NPK <sup>4</sup>	29 abc	62 ab	94 ab	33 a	72 a	98 ab	38 ab	72 ab	104 ab
Test <sup>5</sup>	27 c	59 b	82 c	29 a	67 a	83 c	31 b	67 b	89 c

<sup>1</sup> 0,5 L de adubação orgânica; <sup>2</sup> 1,0 L de adubação orgânica; <sup>3</sup> 2,0 L de adubação orgânica; <sup>4</sup> NPK: Nitrogênio-Fósforo-Potássio, adubação mineral; <sup>5</sup> Tratamento testemunha; <sup>6</sup> 30 dias após o respectivo corte; <sup>7</sup> 60 dias após o respectivo corte; <sup>8</sup> 90 dias após o respectivo corte;

Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem entre si pelo teste de tukey. 1º corte (30 dias) \*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < 0.01$ ). 1º corte (60 dias), ns não significativo ( $p \geq 0.05$ ). 1º corte, (90 dias) \* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $0.01 \leq p < 0.05$ ). 2º corte (30 dias) ns não significativo ( $p \geq 0.05$ ) 2º corte (60 dias) ns não significativo ( $p \geq 0.05$ ), 2º corte (90 dias) \* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $0.01 \leq p < 0.05$ ). 3º corte (30 dias) \*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < 0.01$ ). 3º corte (60 dias), \*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < 0.01$ ). 3º corte (90 dias) \*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < 0.01$ )

Com 60 dias após os três cortes ocorreram oscilações maiores do que com 30 dias. Novamente, para o primeiro corte, o tratamento com 2,0 L foi superior aos demais, atingindo valor médio de rebrota de 74 cm. Já no segundo corte, estatisticamente sem diferirem, o tratamento com 1,0 L de adubação orgânica foi numericamente superior aos demais (77 cm). No terceiro corte, o tratamento com 0,5 L foi levemente superior aos demais. O tratamento testemunha apresentou valores inferiores aos demais tratamentos estudados (59 cm, 67 cm e 67 cm para primeiro, segundo e terceiro corte, respectivamente) (Tabela 3).

Por último, com 90 dias após cada corte, os valores mostraram que o tratamento com 0,5 L de adubação orgânica apresentou numérica superioridade na altura da rebrota em relação aos demais utilizados nesta pesquisa (100 cm para o primeiro corte, 103 cm no segundo corte e 110 cm no terceiro corte). O tratamento testemunha, assim como nos demais cortes, apresentou valores muito inferiores ao melhor tratamento (diferença de 20 cm entre o tratamento testemunha e o tratamento com 0,5 L no segundo corte) (Tabela 3). diferindo dos demais tratamentos.

Em todos os tratamentos verificou-se melhor desenvolvimento da altura das plantas nos tratamentos orgânicos, em comparação com a adubação mineral (NPK) e o tratamento testemunha. Para Konzen e Alvarenga (2002), o uso da matéria orgânica na adubação permite o aproveitamento integral e racional de todos os recursos disponíveis dentro da propriedade rural, com a introdução de novos componentes tecnológicos, aumenta a estabilidade dos sistemas de produção existentes e maximiza a produtividade. Avaliando-se novamente a inserção da cultura como fonte de renda para a agricultura de pequena escala ou familiar, observa-se que a melhor resposta para a adubação orgânica pode servir como estímulo, tendo em vista que, neste tipo de agricultura, é comum a utilização da propriedade rural para diferentes opções de renda, incluindo a criação de animais, cujos dejetos podem servir de fonte de adubação para a cultura.

Silva et al. (2012) avaliaram o desenvolvimento e produtividade do capim Marandu (*Brachiaria brizantha* Stapf) em diversas épocas, com diferentes adubações. Os autores concluíram em seu trabalho que a aplicação de adubos orgânicos contribui para o aumento da produtividade (altura e desenvolvimento), além da qualidade do capim. Konzen (2003) apresentou produtividades de milho com o uso de doses crescentes de adubação orgânica (45, 90, 135 e 180 m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup>) superiores à adubação química em 48%, 85%, 112% e 119%, respectivamente.

Neste experimento, utilizando doses menores de adubação orgânica, foram encontrados os melhores valores para o desenvolvimento da citronela 90 dias após o corte, contrariando Silva et al., (2012) acima citado sobre a questão de aumento de doses de adubação orgânica.

### 5.1.2.3 Massa fresca e seca

Os valores médios da massa fresca e da massa seca dos três cortes realizados na citronela são apresentados na Tabela 4. Os valores de massa fresca para o primeiro corte variaram entre 0,969 kg (tratamento com 0,5 L de adubação orgânica) e 0,779 kg (tratamento testemunha). Todos os valores de massa fresca para o primeiro corte não diferiram estatisticamente entre si. Assim como no primeiro, no segundo corte o tratamento com maior massa fresca foi com adubação orgânica de 0,5 L (0,778 kg) e o tratamento com menor massa



fresca foi o testemunha (0,626 kg). Estatisticamente, nenhum tratamento diferiu significativamente. No terceiro corte, novamente o tratamento com maior massa fresca foi com 0,5 L de adubação orgânica (0,752 kg) e o tratamento com menor massa fresca (0,552 kg) foi o testemunha.

**Tabela 4.** Valores médios da massa fresca (Kg) e massa seca (Kg) do primeiro, segundo e terceiro corte da Citronela, ocorridos em julho de 2012, outubro de 2012 e fevereiro de 2013, respectivamente.

Tratamento	1º Corte		2º Corte		3º Corte	
	M. fresca <sup>5</sup>	M. seca <sup>6</sup>	M. fresca	M. seca	M. fresca	M. seca
0,5 L <sup>1</sup>	0,969 a	0,223 a	0,778 a	0,395 a	0,752 a	0,160 a
1,0 L <sup>2</sup>	0,864 a	0,156 a	0,690 a	0,341 a	0,626 a	0,125 a
2,0 L <sup>3</sup>	0,932 a	0,214 a	0,726 a	0,342 a	0,669 a	0,142 a
NPK <sup>4</sup>	0,893 a	0,199 a	0,679 a	0,319 a	0,618 a	0,124 a
Testemunha	0,779 a	0,157 a	0,626 a	0,287 a	0,552 a	0,110 a

<sup>1</sup> 0,5 L de adubação orgânica; <sup>2</sup> 1,0 L de adubação orgânica; <sup>3</sup> 2,0 L de adubação orgânica; <sup>4</sup> NPK: Nitrogênio-Fósforo-Potássio, adubação mineral; <sup>5</sup> Massa fresca; <sup>6</sup> Massa seca.

Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem entre si pelo teste de tukey. 1º corte, 2º corte e 3º corte (M. fresca) e (M.seca) ns não significativo ( $p \geq 0.05$ )

Para massa seca, os valores variaram consideravelmente, entre 0,223 kg no tratamento com 0,5 L de adubação orgânica, e 0,157 kg no tratamento testemunha. No segundo corte, o tratamento com maior média de massa seca foi novamente o tratamento com 0,5 L, e o menor (0,287 kg) no tratamento testemunha. Assim como os resultados anteriores, no terceiro corte os valores variaram entre 0,160 kg para o tratamento com 0,5 L e 0,110 kg para o tratamento testemunha.

A menor produção de massa seca da parte aérea no tratamento testemunha, em relação aos demais tratamentos deve-se, provavelmente, de acordo com Blank et al. (2005), aos menores teores de fósforo, potássio, enxofre e zinco presentes no solo sem adubação orgânica, concordando com os resultados obtidos por Simon (1990).

Avaliando a parte aérea da citronela, Perini (2008) verificou que no tratamento com adubação orgânica obteve-se maior valor de massa fresca da planta, com 1,02 kg, e o menor valor no tratamento com adubação química, com 0,98 kg. Estes valores coincidem, em parte, com os valores verificados neste trabalho, onde os maiores valores de massa fresca foram encontrados na adubação orgânica. Porém, os menores valores de massa fresca foram encontrados no tratamento testemunha.

Um aspecto de relevância a ser relatado está no fato da cultura neste experimento não ter recebido irrigação, mostrando boa resistência no período seco, mantendo suas características de desenvolvimento e indicando rusticidade. Este aspecto é de fundamental importância para o estabelecimento da cultura em pequenas propriedades na região centro-oeste do Brasil, tendo em vista suas características climáticas.

## 5.2 ÓLEO ESSENCIAL

A colheita dessas plantas tem certas particularidades que as diferenciam de outras culturas, uma vez que objetiva conciliar a máxima produção de biomassa com os maiores teores de princípios ativos (Bezerra, 2003). Variação no teor dos princípios ativos influenciada pela época de corte das plantas medicinais e aromáticas foi encontrada por diversos autores como Munsli & Mukherjee (1981) quando trabalhando com citronela, Mattos et al. (2000) em alecrim-pimenta (*Lippia sidoides* Cham) e Blanco (2001) com alecrim (*Rosmarinus officinalis*).

Os valores referentes ao teor de óleo essencial de capim Citronela são apresentados na Tabela 5.

**Tabela 5.** Concentrações (%) de óleo essencial na folha fresca do capim Citronela, com diferentes tipos de adubação.

Tratamento	Orgânico 0,5 L	Orgânico 1,0 L	Orgânico 2,0 L	NPK	Testemunha
R1	0,204	0,148	0,205	0,113	0,053
R2	0,153	0,151	0,229	0,095	0,045
R3	0,170	0,117	0,268	0,102	0,050
R4	0,210	0,135	0,256	0,075	0,055
Média	0,184 b	0,137 bc	0,240 a	0,096 cd	0,051 d

R1: repetição 1; R2: repetição 2; R3 repetição 3; R4:repetição 4

Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem entre si pelo teste de tukey. \*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < 0.01$ )

Os melhores teores de óleo essencial do capim citronela nesta pesquisa foram obtidos do tratamento com a aplicação de 2,0 L de adubação orgânica (média de 0,240%), resultado este que, estatisticamente, diferenciou-se dos demais. Após a adubação com 2,0 L, o melhor tratamento foi obtido quando aplicado 0,5 L de adubação orgânica (média de 0,184%).

Por último, o tratamento que menor teor de óleo essencial apresentou foi o testemunha, média de 0,051%. O pior resultado foi observado com tratamento na testemunha.

Segundo Martins (2006), vários fatores podem influenciar a produção dos óleos essenciais, dentre eles estão os genéticos, os ambientais (temperatura, luz, água, solo, altitude, latitude, etc.) e os fatores fitotécnicos (época e forma de colheita, espaçamento, transporte, secagem, armazenamento, etc).

Em trabalhos realizados com Alfazema (*Hyptis suaveolens*) foi verificada a interferência de fatores ambientais na composição química do óleo essencial. A disponibilidade de NPK revelou ser um fator importante para a composição de óleo essencial, reforçando a relação entre componentes do óleo e fatores edáficos. A idade da planta, relacionada com a disponibilidade nutricional, constitui o fator de variação mais significativo para a composição do óleo (Martins, 2006). Nesta pesquisa, a diferenciação dos teores de óleo essencial se deu exclusivamente pelo tipo de adubação realizada, já que as mudas foram transportadas na mesma data, e o solo utilizado para a pesquisa foi o mesmo.

Ming (1999), trabalhando com melissa (*Lippia alba*), demonstrou que, ao contrário do ocorrido nesta pesquisa, quanto maior a dose de adubo orgânico, maior a biomassa produzida e menor a concentração de óleos essenciais. Já Corrêa Junior et al. (1994), em outro trabalho com adubação orgânica em mil folhas (*Achillea millefolium*), verificaram que houve aumento na biomassa e no rendimento de óleo em função da dose utilizada. Scheffer (1998) e Chaves (2002) não detectaram diferenças no rendimento de óleo essencial em função da adubação orgânica nas espécies de alfavaca *Achillea millefolium*, e manjerição *Ocimum gratissimum*.

Tomando-se por base os teores de produção de óleo essencial produzida (Tabela 5), e transformando-os para produção por hectare, baseado na capacidade de produção de massa fresca (Tabela 4), obteve-se produção de 55,3 kg ha<sup>-1</sup>; 34,3 kg ha<sup>-1</sup>; 64,2 kg ha<sup>-1</sup>; 23,7 kg ha<sup>-1</sup> e 11,3kg ha<sup>-1</sup> em um único corte, tomando-se respectivamente os tratamentos 0,5 L, 1,0 e 2,0 L de adubo orgânico, NPK e testemunha (Tabela 6). Considerando a possibilidade de três cortes anuais, poder-se-á estabelecer uma possibilidade de produção anual que, neste caso, seria de 166,0; 102,9; 192,7; 71,2; 33,8 kg ha<sup>-1</sup> para os tratamentos 0,5 L, 1,0 e 2,0 L de adubo orgânico, NPK e testemunha, respectivamente.

**Tabela 6.** Valores calculados de produção de óleo, para o terceiro corte de citronela, tomando-se por base a extração em clevenger com 20 g de amostra, peso verde e um estande de 40.000 plantas por hectare.

Tratamento	Óleo produzido		M. verde (g)	Óleo (g touceira <sup>-1</sup> )	Produção (kg ha <sup>-1</sup> )	Cortes anuais	Produção (kg ano <sup>-1</sup> )
	(%)	(g)					
0,5 L	0,184	0,0368	752	1,38	55,3	3	166
1,0 L	0,137	0,0274	626	0,85	34,3	3	103
2,0 L	0,240	0,0480	669	1,60	64,2	3	193
NPK	0,096	0,0192	618	0,59	23,7	3	71
Testemunha	0,051	0,0102	552	0,28	11,3	3	34

Comparando-se estes dados com a literatura observa-se que Castro (2007), avaliando o desenvolvimento e produção de massa fresca e seca de capim citronela em Tocantins encontrou, aos 168 dias após transplante, as plantas atingiram 3,30 kg de massa fresca e 1,28 kg de massa seca, valores superiores aos obtidos neste trabalho. Os teores médios de óleo essencial de capim citronela obtidos neste trabalho também se mostraram inferiores a alguns dados observados na literatura. Castro (2007) observou um teor de 1,15% de óleo essencial em plantas de capim citronela cultivadas em sistema solteiro em Tocantins.

O baixo teor de óleo essencial nas plantas de capim citronela pode ser justificado pelo fato de os óleos essenciais serem voláteis em temperaturas maiores que 35°C.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho realizado mostrou que a planta de citronela (*Cymbopogon winterianus*) apresenta rusticidade e pode ser utilizada na região centro-oeste do Brasil, em que o período seco anual representa quase 50% do ano.

Diversos aspectos do cultivo e desenvolvimento da cultura devem ser mais bem estudados, uma vez que a literatura é bastante escassa quanto aos aspectos agronômicos da cultura, como suas necessidades e adaptações a diferentes condições de solo, relevo e de temperaturas, visando a produção de óleo e a lucratividade dos produtores. Mesmo informações relacionadas à variedade e/ou características genotípicas não são encontradas nos trabalhos realizados, podendo grande parte das variações observadas entre diferentes trabalhos estar relacionada a este aspecto, mostrando um caminho a ser seguido quanto ao melhoramento da cultura tanto no que tange a capacidade de produção como a qualidade de produtos finais.

Trabalhos de viabilidade econômica e de técnicas de cultivo devem ser conduzidos para que a planta possa ser inserida como alternativa econômica real aos produtores rurais da região. Alternativas ao seu uso, como na construção de faixas de vegetação com vistas à conservação do solo são timidamente relatadas na literatura, porém, de forma empírica e sem uma comprovação efetiva da sua eficiência, merecendo mais pesquisas quanto a sua prática. Neste sentido buscou-se avaliar alguns aspectos do desenvolvimento da cultura, porém, os resultados não permitiram ser conclusivos, exigindo mais pesquisas em relação aos diferentes tipos de solos, declividades, espaçamentos, de modo que recomendações seguras possam ser realizadas para sua implantação.

Outro aspecto de fundamental importância relaciona-se às informações comerciais, bastante escassas e muitas vezes divergentes quanto a valores e origem dos produtos.

## 7 CONCLUSÕES

Uma touceira com três anos de idade permite a produção média de 125 mudas de citronela (*Cymbopogon winterianus*);

A implantação de área comercial de citronela exige planejamento prévio, sendo sugerida a produção e multiplicação própria das mudas;

Os maiores diâmetros de touceiras de citronela (*Cymbopogon winterianus*) foram observados para os tratamentos com adubação orgânica;

A adubação orgânica mostrou melhores rendimentos de massa verde e produção de óleo quando comparada aos tratamentos com adubação química e sem adubação;

O melhor rendimento de óleo ocorreu no tratamento com 2,0 L de adubação orgânica, atingindo 64,2 kg ha<sup>-1</sup> aos 14 meses de idade da planta;

## 8 REFERÊNCIAS

ABAD, M. J., ANSUATEGUI, M., BERMEJO, P. Active antifungal substances from natural sources. **ARKIVOC: journal and online education in chemistry**. Madrid, Spain, v. 2, p.116-145, 2007.

ABU-ZREIG, M. Factors affecting sediment trapping in vegetated filter strips: simulation study using VFSSMOD. **Hydrological Processes**. Irbid, Jordan, v. 15, n. 8, p. 1477-1488. 2001.

ALENCAR, F. M. A. **Plantas úteis para revestimento do solo**. Bragantia, Campinas, v.12, p.10-12, 1952.

ALVES, E., SOUZA S. G., ROCHA, P. D., Lucratividade da Agricultura. **Revista de Política Agrícola**, Brasília, v. 21, n.2, p.45-63, 2012.

AMANCIO, V. F., BLANK, A.F., FILHO, L. G. S., SILVA, P. A., FILHO, J. L. S. C., OLIVEIRA, A. S., SANTOS, M. F., ANDRADE, L. G., DANTAS, I. B., COSTA, A. S., MENDONÇA, M. C., ARRIGONI-BLANK, M. F., SILVA-MANN, R., **Desenvolvimento de sistema agrotecnológico para produção de capim-limão [*Cymbopogon citratus* (D.C.) Stapf]**. 2003. Disponível em: <[http://www.fapitec.se.gov.br/ANais/Anais\\_fap\\_01\\_02\\_03\\_2001/trabalhos\\_pdf/desenvolvimento\\_de\\_sistema.pdf](http://www.fapitec.se.gov.br/ANais/Anais_fap_01_02_03_2001/trabalhos_pdf/desenvolvimento_de_sistema.pdf)>. Acesso em: 21 jun. 2013.

ARAUJO, G.H.S ALMEIDA, J.R. GUERRA, A.J.T. **Gestão ambiental de áreas degradadas**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005. 320 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DO SETOR DE FITOTERÁPICOS, SUPLEMENTO ALIMENTAR E DE PROMOÇÃO DA SAÚDE - **ABIFISA**. Introdução. 2007. Disponível em: <<http://www.abifisa.org.br>>. Acesso em: 20 maio 2013.

AZAMBUJA, W. **Química dos óleos essenciais e número de CAS**. 2011 Disponível em: <[http://oleosessenciais.org/category/padrões\\_tipos/padrões/q\\_t\\_padroes/timol/](http://oleosessenciais.org/category/padrões_tipos/padrões/q_t_padroes/timol/)>. Acesso em: 26 jun. 2013.

BALBI-PENÁ, M. I. BECKER, A. STANGARLIN, L.J. FRANZENER, G. LOPES, C.M. SCHWAN ESTRADA, K.R.F. Controle de *Alternaria solani* em tomateiro por extratos de *Curcuma longa* e curcumina- I. Avaliação *in vitro*. **Fitopatologia Brasileira**, v. 31, n. 4, p. 10-14, 2006.

BARSOTTI, D. **Campo limpo**. 2005. Disponível em: <<http://www.acampolimpo.com.br/repel>>

entes.htm>. Acesso em: 06 jun. 2013.

BATALHA, M. O. et al. Complexo agroindustrial de plantas medicinais e aromáticas no Estado de São Paulo: **Diagnóstico e proposição de ações de melhoria da eficiência e da competitividade**. Sumário Executivo do projeto. São Carlos: UFSCAR/UNESP/SEBRAE, 2002. 57 p.

BATALHA, M. O. NANTES, J. F. D. ALCÂNTARA, R. L. C. MING, L. C. CASTRO, D. M. LOURENZANI, A. E. B. S. MACHADO, J. G. C. S. RIBEIRO, P. M. T. **Plantas medicinais no Estado de São Paulo: situação atual, perspectivas e entraves ao desenvolvimento**. 2007. Disponível em: <[http://www.sisflor.org.br/fe15\\_4.asp](http://www.sisflor.org.br/fe15_4.asp)>. Acesso em: 25 abr. 2013.

BERNARDO, A. L. **Crescimento e Eficiência nutricional de *Eucalyptus* spp. Sob Diferentes espaçamentos na região de cerrado de Minas Gerais**. Viçosa-MG: Universidade Federal de Viçosa, 1995. 102p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, 1995.

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

BEZERRA, A. M. E. JUNIOR, F. T. N. LEAL, F. R. CARNEIRO, J. G. M. Rendimento de biomassa, óleo essencial, teores de fósforo e potássio de chambá em resposta à adubação orgânica mineral. **Revista Ciência Agronômica**. v. 37, n. 2, p. 124-129, 2006.

BILLERBECK, V. G.; ROQUES, C. G.; BESSIÈRE, J. M; FONVIEILLE, J. L.; DARGENT, R. **Effects of *Cymbopogon nardus* (L.) W. Watson essential oil on the growth and morphogenesis of *Aspergillus niger***. Canadian Journal of Microbiology, Ottawa, v. 47, n. 1, p. 9-17, 2001.

BIZZO, H. R. HOVELL, A. M. C. REZENDE, C. M. **Óleos essenciais no Brasil: aspectos gerais, desenvolvimento e perspectivas**. Química Nova, São Paulo, 2009. v. 32, n. 3, p.588-594.

BLANCO M.C.S.G. Influência de épocas de colheita na produção de óleo essencial de alecrim. In: JORNADA PAULISTA DE PLANTAS MEDICINAIS, 5. **Anais...** São Paulo. 2001. p.74.

BLANK, A. F. et al. Influência de número de perfilhos e comprimento da folha no plantio de capim-citronela. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 44., 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande, 2004. p. 1-4.

BLANK, A. F.; SILVA, P. A.; ARRIGONI-BLANK, M. A.; MANN, R. S.; BARRETO, M. C. V. Influência da adubação orgânica e mineral no cultivo de manjerição cv. Genovese. **Revista Ciência Agronômica**, Vol. 36, n. 2, p. 175-180 maio - ago., 2005.



BONNER, J. The isoprenoids. In: Bonner, J. & Varner, J. E. **Plant Biochemistry**. Academic Press. p. 665-692, New York, 1961.

BORGES, N. S. S. et al. 2006. **Controle do *Aedes aegypti* com bioinseticida a base do hidrolato de *Lippiasidoidese Cymbopogon winterianus* no bairro Centro, Pentecoste-Ce.** Disponível em: < <http://www.abhorticultura.com.br/biblioteca/Default.asp?id=6810>>. Acesso em: 26 jun. 2013.

BRANT, R. S. PINTO, J. E. B. P. BERTOLUCCI, S. K. V. ALBUQUERQUE, C. J. G. Produção de biomassa e teor do óleo essencial de cidrão em função da adubação orgânica. **Horticultura Brasileira**, v. 28, n. 1 jan.-mar. p. 111-114. 2010.

BRASIL RURAL. **Plantas medicinais têm potencial inexplorado no Brasil**. 2013 Disponível em: < <http://economia.terra.com.br/brasil-rural/plantas-medicinais-tem-potencial-inexplorado-no-brasil,7e8db8ecfe0fe310VgnVCM4000009bcceb0aRCRD.html>>. Acesso em 25 abr. 2013.

BRASIL. Lei 11.326 de 24 de julho de 2006. Estabelece as diretrizes para formulação da política nacional da agricultura familiar e empreendimentos familiares rurais. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Casa Civil, Brasília, DF 24 jul. 2006.

BRUMMER, A. Qual a %~~v~~ocação+ produtiva da agricultura familiar? Globalização, **produção familiar e trabalho na agricultura**. In: Tedesco, João Carlos (org.): *Agricultura familiar*: realidades e perspectivas. 3ª ed. Passo Fundo: UPF, 2001, pp. 223-254.

CASTRO, L. O; CHEMALE, V. M; **Plantas Medicinais, condimentares e aromáticas: descrição e cultivo**. Guaíba, RS Livraria e Editora Agropecuária p.177-179, 1995.

CASTRO, P.T.A. Antimicrobial activity of clove and cinnamon essential oils against *Listeria monocytogenes* in pasteurized milk. **Journal of Food Protection**, v.70, n.12, p.2757-63, 2007.

CASTRO, H. G; BARBOSA, L. C. A.; LUI, J. J.; OLIVEIRA, W. F.; SANTOS, G. R.; CARVALHO, A. R. S.; Growth, content and composition of the essential oil of accessions of mentrasto (*Ageratum conyzoides*) collected in the state of Tocantins, Brazil. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, Botucatu, v. 10, n. 2, p. 36-43, 2008.

CATI, Coordenadoria de Assistência Técnica Integral. **LUPA: Projeto de Levantamento das Unidades de Produção Agrícola no Estado de São Paulo**. Campinas: CATI, 2001.

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, 153f. Tese (Doutorado em Agronomia)- Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2002.

CHAVES, T. A.; ANDRADE, A. G.; LIMA, J. A. S.; PORTOCARRERO, H. **Recuperação de áreas degradadas por erosão no meio rural**. Niterói: Programa Rio Rural, 2012. 19 p.

CHOUDHURY S. N. Effect of clipping height on herb and essential oil yield of lemongrass (*Cymbopogon flexuosus*). **Indian Journal Agronomy**. v. 39: p. 592-598. 1994.

CORREA JUNIOR, C.; MING, C. L.; SCHEFFER, M. C.; **Cultivo de plantas medicinais e aromáticas**. Jaboticabal/SP, FUNEP, 1994, 162 p.

CORREIA, N. M.; DURIGAN, J. C. Emergência de plantas daninhas em solo coberto com palha de cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, v. 22, n. 1, p. 11-17, 2004.

COSTA, L. C. B.; ROSAL, L. F.; PINTO, J. E. B. P.; BERTOLUCCI, S. K. V.; Efeito da adubação química e orgânica na produção de biomassa e óleo essencial em capim-limão [(*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf.]. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, Botucatu, v. 10, n. 1, p. 16-20, 2008a.

COSTA, L. C. B. et al Tipos e doses de adubação orgânica no crescimento, no rendimento e na composição química do óleo essencial de elixir paregórico. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.8, p.2173-2180, 2008b.

COSTABEBER, J. A.; CAPORAL, F. R. Possibilidades e alternativas do desenvolvimento rural sustentável”. In: VELA, Hugo. (Org.): **Agricultura Familiar e Desenvolvimento Rural Sustentável no Mercosul**. Santa Maria: Editora da UFSM/Pallotti, 2003. p.157-194.

CRAVEIRO, A. A. et al. **Óleos essenciais de plantas do nordeste**. Fortaleza: UFC-Departamento de Química Orgânica e Inorgânica, 1981. 210 p.

CRONQUIST, A. **The evolution and classification of lowe ring plants**. 2 ed. New York, The New York Botanical Garden.1988. 279p.

CRUZ, G. F.; INNECCO, R.; MATTOS S. H.; Determinação do número de cortes do alecrim pimenta. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 41. **Resumos...** Brasília: 2001a SOB (CD ROM).

CRUZ, G. F.; INNECCO, R.; MATTOS S. H.; Determinação da altura e número de cortes da alfavaca-cravo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 41. **Resumos...** Brasília: 2001b SOB (CD ROM).

CUNHA, A.P. **O emprego das plantas aromáticas desde as antigas civilizações até o presente**. 2012. Disponível em <[www.oleoessencial.com.br/oempregodasplantas%5B1%5D.pdf](http://www.oleoessencial.com.br/oempregodasplantas%5B1%5D.pdf)>. Acesso em: 06 jun. 2012.

DAVIS, S.D. et al. **Centers of plant diversity: a guide & strategy for their conservation**. The Americas. IUCN Publications, Cambridge, Inglaterra. v.3, 1994.

DEMUNER, A.J. et al. Seasonal variation in the chemical composition and antimicrobial activity of volatile oils of three species of *Leptospermum* (Myrtaceae) grown in Brazil. **Molecules**, v.16, p.1181-1191, 2011.

DIAS, R. C. S. et al. **Sistema de produção de melancia**. 2010. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Melancia/SistemaProducaoMelancia/rentabilidade.htm>>. Acesso em: 10 maio 2013.

ENS, E.J.; BREMNER, J. B.; FRENCH, K.; KORTH, J.; Identification of volatile compounds released by roots of an invasive plant, bitou bush (*Chrysanthemoidesmoniliferaspp.* Rotundata), and their inhibition of native seedling growth. **Biology Investigacion**, v.11, p. 275-287. 2009.

FONTES, P. C. R.; DIAS, E. M.; SILVA, D. J. H.; Dinâmica do crescimento, distribuição de matéria seca e produção de pimentão em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 1, p. 94-99, 2005.

FUZÉR, L.; SOUZA, I. IBAMA dá início a núcleo de plantas medicinais. **Bionotícias**, Rio de Janeiro, n. 57, p.6-7, jan./fev, 2003.

GALVÃO A. C. F. **Política de desenvolvimento regional e inovação**. Lições da Experiência Européia. Garamond, Rio de Janeiro, 2004. 278 p.

GARABAGHI, B. et al. Sedimental removal efficiency of vegetative filter strips. **Annual Research Report**, Guelph Turfgrass Institute, Guelph, p. 32-40, 2000.

GOMES, E. C.; NEGRELLE, R. R. B. *Cymbopogon citratus* (D.C.) Stapf: Aspectos botânicos e ecológicos. **Visão Acadêmica**. v. 4, p. 137-144, 2003.

GONÇALVES, L.L.A. et al. Produção e composição do óleo essencial de alfavaquinha (*Ocimum selloi* Benth.) em resposta a dois níveis de radiação solar. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.6, p.8-14, 2003.

GRAY, D.H.; SOTIR R.B. **Biotechnical and soil bioengineerings lopestabilization: a practical guide for erosion control**. Canada: John Wiley & Sons, Inc, 1996. 378 p.

HAASE, R.; S. BECK. Structure and composition of savanna vegetation in northern Bolivia: a preliminary report. **Brittonia**, 1989. v. 41, p. 80-100.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - Censo Agropecuario. **Agricultura familiar**. 2006. Disponível em: <[http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/50/agro\\_2006\\_agricultura\\_familiar.pdf](http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/50/agro_2006_agricultura_familiar.pdf)>. Acesso em: 28 jul. 2013.

JACOBS, B.F. et al. The origin of grass dominated ecosystems. **Annals of Missouri Botanical Gardens**, 1999. v. 86, p. 590-643.

KAUTSKY, K. **A Questão Agrária**. Brasília: Linha Gráfica. Coleção Pensamento Social-Democrata. Tradução: Otto Erich Walter Maas. 1998. 588p.

KONZEN, E. A. **Fertilização de lavoura e pastagem com dejetos de suínos e cama de aves.** In: V SEMINÁRIO TÉCNICO DA CULTURA DO MILHO. Informe Técnico. Videira: EMBRAPA Milho e Sorgo, 2003. Disponível em: <<http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/publica/circu131.pdf>> Acesso em 19 maio 2013.

KONZEN, E. A.; ALVARENGA, R. C. Cultivo do Milho, Adubação Orgânica. In: **Comunicado Técnico**, 54, 5p. Sete Lagoas, 2002.

LABINAS, A. M.; CROCOMO, W. B. Effect of Java Grass (*Cymbopogon winterianus* jowitt) essential oil on fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera, Noctuidae) **Acta Scientiarum**, Maringá-PR, v.24, n.5, p.1402-1404, 2003.

LÁSZLÓ, F. Capins: **Capim cidreira, limão e gengibre, palmarosa, jamrosa e citronela.** 2000 Disponível em: <<http://www.aromalandia.org/capins.htm>>. Acesso em 06 jun 2013.

LERPSCH, I. F. et al. **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação do solo de terras no sistema de capacidade de uso. 4ª aproximação.** 2. ed. Campinas, SP: Sociedade Brasileira de Ciência do solo, 1991. 175 p.

LIMA, J. D.; SILVA e SILVA, B. M.; Wilson da Silva MORAES, W. da S.; Vânia Andréa Valente DANTAS, V. A. V.; ALMEIDA, C. C. **Efeitos da luminosidade no crescimento de mudas de *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. (Leguminosae, *Caesal pinoideae*).** Acta amazonica, Manaus, v. 38, n. 1, p. 5-10, mar. 2008.

LOPES, A.S.; SILVA, M.C.; GUILHERME, L.R.G. **Acidez do Solo e Calagem.** 3. ed. rev. São Paulo: ANDA, jan. 1991. 13 p. (Boletim Técnico, 1).

MACEDO, J. R.; CAPECHE, C. L.; MELO, A. S. **Recomendações de manejo e conservação de solo e água.** Niterói: Programa Rio Rural, 2009. 45 p.

MAIA, S. S. S. **Propagação, adubação orgânica e níveis de radiação nas características anatômicas e composição de óleo essencial em *Hyptis suaveolens* (L.) Poit. (Lamiaceae).** 2006. 105f. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia) – Curso de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

MANZATTO, C. V. FREITAS JÚNIOR, E.; PERES, J. R. R Potencial de uso e uso atual das terras. In: MANZATTO, C.V.; eds. **Uso agrícola dos solos brasileiros.** Rio de Janeiro: Embrapa, 2002. p.13-21.

MARCO, C. A.; INNECCO, R.; MATTOS, S. H.; BORGES, N. S. S.; FILHO, S. M. Influência de espaçamento, altura e época de corte na cultura de capim Citronela *Cymbopogon winterianus* Jowitt. **Revista Ciência Agronômica.** v. 37, n. 1, p. 32-36, 2006.

MARCO, C. A.; INNECCO, R.; MATTOS, S. H.; BORGES, N. SS.; 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.

MACHADO, L. R. et al. **Recuperação de voçorocas no meio rural**. 2011. Disponível em: <[www.cnpab.embrapa.br/publicacoes/sistemasdeproducao/vocoroca/implantacao.htm](http://www.cnpab.embrapa.br/publicacoes/sistemasdeproducao/vocoroca/implantacao.htm)>. Acesso em: 23 maio 2013.

MARCHESE, J. A.; FIGUEIRA, G. M. O uso de tecnologias pré e pós-colheita e boas práticas agrícolas na produção de plantas medicinais e aromáticas. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, Botucatu, v.7, n.3, p.86-96, 2005.

MARTINS, E. R. et al. **Plantas Medicinais**. Edição Imprensa Universitária - UFV. Viçosa. Minas Gerais. 1995. 220 p.

MARTINS, R. M. Estudio "in vitro" de la acción acaricida del aceite esencial de la gramínea citronela de java (*Cymbopogon winterianus* Jowitt) no carrapato *Boophilus microplus*. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 8, n.2, p.71-78, 2006.

MATTOS S.H.; CHAVES, C. M. C.; INNECCO, R.; CRUZ, G. F. Estudos sobre a época de corte e espaçamento de alecrim-pimenta. **Horticultura Brasileira**. v. 18, p. 996-997, 2000.

MENDONÇA, R. C.; FELFILI, J. M.; WALTER, B. M. T.; JÚNIOR, M. C. S.; REZENDE, A. V.; FILGUEIRAS, T. S. NOGUEIRA, P. E. Flora vascular do cerrado. p. 287- 556. In: M.S.& S.P. Almeida (Eds.) **Cerrado: ambiente e flora**. Embrapa- CPAC. Planaltina, DF. 1998.

MING, L. C. *Ageratum conyzoides*: a tropical source of medicinal and agricultural products. In: JANICK, J. (Ed.). **Perspectives on new crops and new uses**. Alexandria: ASHS, p. 469-473. 1999.

MORDUE, A.J.; NISBET, A. Azadirachtin from the Neem tree *Azadirachta indica*: its actions against insects. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, 29, 615-632. 2000.

MUNSI, P. S.; MUKHERJEE, S. K.; Response of java citronella (*Cymbopogon winterianus* Jowitt.) to harvesting intervals with different nitrogen levels. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON MEDICINAL, AROMATIC AND SPICE PLANTS, 5. **Anais...** Newsletter: ISHS, 1981. p. 329-332. 1981.

MUÑOZ-CARPENA, R. et al Numerical Approach to The Overland Flow Process. In: **Vegetative Filter Strips**. Disponível em: <[http://abe.ufl.edu/carpenna/publications/refereed\\_articles.shtml](http://abe.ufl.edu/carpenna/publications/refereed_articles.shtml)>. Acesso em: 01 de jul. de 2011 v.36 n.3 761-770. 1993.

MUMCUOGLU, K. Y. et al. Repellency of citronella for head lice: double-blind randomized trial of efficacy and safety. **Israel Medical Association Journal**, v. 06, n. 12, p. 756-759, 2004.

NAGAO, E. O. **Práticas de manejo e pós-colheita de erva-cidreira (Lippia alba Mill N.E. B.R.) quimiotipo II (citril-limoneno)**. Fortaleza: UFC/CCA. 82 p. 2003.

NASCIMENTO, J.C. BARBOSA, L.C.A.; PAULA, V.F.; DAVID, J.M.; FONTANA, R.; SILVA, L.A.M.; FRANÇA, R.S. Chemical composition and antimicrobial activity of essential oils of *Ocimum canum* Sims and *Ocimum selloi* Benth. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v.83, p.787-799, 2011.

PAIVA, L.A.F. et al. Protective effect of *Copaifera langsdorffii* oleo-resin against acetic acid-induced colitis in rats. **Journal of Ethnopharmacology**, v.93, n.1, p.51-6, 2007.

PATRO, R. **Citronela**. *Cymbopogon winterianus*. Disponível em: <<http://www.jardineiro.net/plantas/citronela-cymbopogon-winterianus.html>>. Acesso em 16 jan. de 2013.

PERECIN, M. B. BOVI, O.A.; MAIA, N.B. Plantas medicinais, aromáticas, inseticidas e corantes: o papel pioneiro do Instituto Agrônômico (IAC). In: VIEIRA, R. F. et al. **Estratégias para conservação e manejo de recursos genéticos de plantas medicinais (Eds.) aromáticas**. Resultados da 1ª. Reunião Técnica. Brasília: Embrapa Cenargen/Ibama/CNPq, 2002, p. 180-182.

PERINI, V. B. M.; **Análise do óleo essencial, produção de biomassa e fungitoxicidade do capim Citronela (*Cymbopogon nardus*)**. 2008. 100 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal). Gurupi – TO. 2008.

PERINI, V. B. M. CASTRO, H. G.; SANTOS, G. R.; AGUIAR, R. W. S.; LEÃO, E. U.; SEIXAS, P. T. L. Avaliação do efeito curativo e preventivo do óleo essencial do capim citronela no controle de *Pyricularia grisea*. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v.2, p.23-27, 2011.

RAVEN, P.H. et al. **Regulando o crescimento e o desenvolvimento: os hormônios vegetais**. In: RIZZINI, C.T.; MORS, W.B. Botânica econômica brasileira, 2ª ed., Rio de Janeiro: Âmbito cultural edições LTDA, 1995.

RAVEN, P.H. et al. **Biologia vegetal**. Tradução de Jane Elizabeth Kraus (Coord). 6.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001. p. 649-675.

REIS, G. G. et al. Estudo do efeito da secagem em convecção natural e forçada na composição do óleo essencial da citronela (*Cymbopogon nardus*). **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 08, n. 04, p. 47-55, 2006.

ROCHA, R.P. **Avaliação do processo de secagem e produção de óleo essencial de guaco**. UFV. Viçosa, 2002. 57 p.

RODRIGUEZ, O. S.; FERNANDEZ, N. 1992. **Conservation practices for horticulture production in the mountainous Regions of Venezuela**. In: Erosion, Conservation, and small Scale Farming. Hans Hurni and Kebede Tato Eds. 6 th International Soil Conservation Conference Ethiopia y Kenya 6-18 November 1989, Selected papers. Walsworth Publishing Company, Kansas, USA. Pp. 393-406.

SAHOO, S.; DEBATA, B. K. Recent advances in breeding and biotechnology of aromatic Plants: cymbopogon species. **Plant Breeding Abstracts**, v.65, n.12, 1995.

SALES, J.F.; PINTO, J. E. B. P.; BOTREL, P. P.; SILVA, F. G.; CORREA, R. M.; CARVALHO, J. G. Acúmulo de massa, teor foliar de nutrientes e rendimento de óleo essencial de hortelã-do-campo (*Hyptismarruboides*Epl.) cultivado sob adubação orgânica. **Bioscience Journal**, v.25, p.60-68, 2009.

SAMUELSSON, G. **Drugs of Natural Origin: A Textbook of Pharmacognosy**. Stockholm, Swedish Pharmaceutical Press, 1999. 551p.

SANTOS, A. S.; ANDRADE, E. H. A.; ZOGHBI, M. G. B.; LUZ, A. I. R.; MAIA, J. G. S. Sesquiterpeneson Amazonian Piper Species. **Acta Amazonica**, v. 28, n. 2, p. 127-130, 1998.

SANTOS, S.; FERREIRA, F. S.; ALVA, J. C. R.; FERNANDEZ, L. G.; Atividade antimicrobiana *in vitro* do extrato de *Abarema cochiliocarpos*. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, João Pessoa, v. 17, n. 2, p. 215-219, 2007.

SCHEFFER, M. C.; CORRÊA JUNIOR, C.; GRAÇA, L. R. Transformação e comercialização de plantas medicinais, condimentares e aromáticas no estado do Paraná. In: CORRÊA JUNIOR, C.; GRAÇA, L. R.; SCHEFFER, M. C. **Complexo agroindustrial das plantas medicinais, aromáticas e condimentares no Estado do Paraná: diagnósticos e perspectivas**. Curitiba: Sociedade Paranaense de Plantas Medicinais/EMATER - PR; Embrapa Florestas, 2004. p. 95-163.

SCHEFFER, M. C. Roteiro para estudos de aspectos agronômicos das plantas medicinais selecionadas pela fitoterapia do SUSPR/ CEMEPR. **Sob Informa**, v. 10, n. 2, p. 29-31, 1992.

SCHEFFER, M. C. Influência da adubação orgânica sobre a biomassa, o rendimento e a composição do óleo essencial de *Achillea millefolium* L. – mil-folhas. In: MING, L. C. (Coord.). **Plantas medicinais, aromáticas e condimentares: avanços na pesquisa agronômica**. Botucatu: UNESP, 1998. v.1, p.1-22.

SCHERER, R.; WAGNER, R.; DUARTE, M. C. T.; GODOY, H. T. Composição e atividade antioxidante e antimicrobiana dos óleos essenciais de cravo-da- índia, citronela e palmarosa. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v.11, n.4, p.442-9, 2007.

SCHNEIDER, S. RADOMSKY, G. F. W. **A pluriatividade e as transformações do mercado de trabalho rural gaúcho: estudo de caso no município de Barão, RS**. In: CAMPANHOLA, C; GRAZIANO DA SILVA, J. (ed.). *O novo rural brasileiro: renda das famílias rurais*. V. 5. Brasília, p. 263-320, 2004

SEGATTI, S.; HESPANHOL, A. N. **Alternativas para a geração de renda em pequenas propriedades rurais**. 4º Encontro Nacional de Grupos De Pesquisa - ENGRUP, São Paulo, p. 615-631, 2008.

SHAW, R.B. Tropical grasslands & savannas. In: S. W. L. J. Everett (ed). **Grasses: systematics and evolution**. CSIRO, Melbourne, Austrália. 2000, p. 351-355.2004.

SILVA, J. F. V. CARNEIRO, G. E. S.; YORINORI, J. T.; ALMEIDA, A.M.R.; ARIAS, C.A. A.; KIIHL, R. A. S.; ALMEIDA, L. A.; OLIVEIRA, E.; LIMA, C. G.; SCHOBBER, I. C.; GOULART FILHO, G.; ALIGLIERI, G.M.G.; GOMES, J. I.; SOUZA, N. V.; BENATO, L. C. **Contribuição ao desenvolvimento de linhagens de soja com resistência a patógenos**. Londrina: Embrapa Soja, 2002. 43 p.

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

SILVA, M. N. B.; ALVES, G. S.; WANDERLEY JUNIOR, J. S. A. **Manejo cultural do algodoeiro agroecológico no semiárido brasileiro**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2009. 10p.

SILVA, C. J.; BARBOSA, L. C. A.; DEMUNER, A. J.; PINHEIRO, A. L.; DIAS, I.; ANDRADE, N. J. Chemical composition and antibacterial activities from the essential oils of myrtaceae species planted in Brazil. **Química Nova**, v.33, p.104-108, 2010.

SILVA, C. C.; SANTOS, A. C.; SILVA, G. F.; ROCHA, J. M. L.; PIRES, C. C.; OLIVEIRA, L. B. T. Resposta do capim marandu (*Bracearia brizantha* stapf) a aplicação de NPK e fontes de matéria orgânica. **Amazônia: Ci. & Desenv.**, Belém, v. 7, n. 14, p. 43-57 jan./jun. 2012.

SIMON, J. E. Essential oils and culinary herbs. In: JANICK, J.; SIMON, J. E. (Eds.). **Advances in new crops**. Portland: Timber Press, 1990. p. 472-483.

SINGH M; SHIVARA B; SRIDHARA S. 1996. **Effect of plant spacing on Nitrogen levels on growth, herb, and yields of lemongrass (*Cymbopogon flexuosus* (Stend.) Wats. var. Cauvery)**. *Journal of Agronomy and Crop Science* 177: 101-105.

SINGH, H. P.; BATISH, D. R.; KOHLI, R. K. Allelopathic interactions and allelochemicals: new possibilities for sustainable weed management. **Review Plant Science**, v. 22, p. 239–311. 2003.

SOARES C.R. et al. Extração do óleo essencial de citronela e avaliação na incorporação e duração de sua essência em aromatizadores ambientais. In: XIV Encontro Latino Americano de Iniciação Científica, 2010, São José dos Campos. **Anais** XIV INIC, 2010.

SUBBARAO, A. SUNDARESHAN, K.; PRABHU, U. H.; SAMPATH, S. R. Chemical composition and nutritive value of spent citronella grass and cottonseed hulls. **Indian Journal of Animal Science**, New Delhi, v. 54, n. 11, p. 1064-5, 1984.



TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. Artmed, Porto Alegre, Brasil, 719p. 2004.

TAKATSUKA, F. S.; SILVA, I. D.; OLIVEIRA, M. F.; CZEPAK, C.; OLIVEIRA, C. M. A.; CLINHA, M. G. Efeito do óleo essencial açafrão (*Curcuma longa*) sobre o desenvolvimento micelial de fungos. In: Congresso Brasileiro de Fitopatologia, Uberlândia. **Resumo...**, 36.p. S350. v. 3, n. 4: p. 184-192, 2003.

TAWATSIN, A.; WRATTEN, S. D.; SCOTT R. R.; THAVARA, U.; TECHADAMRONGSIN, Y. Repellency of volatile oils from plants against three mosquito vectors. **Journal of Vector Ecology**, v.26, n.1, p.76-82, 2001.

TEDESCO, J. C. **Agricultura familiar: realidades e perspectivas**. 3. ed. Passo Fundo: UPF, 2001. 405 p.

TRIPPLEBROOKFARM, 2003, **Cymbopogon nardus. Citronela Grass**. Disponível em: <[http://www.Tripplebrookfarm.com/splants/name\\_search\\_frameset.html](http://www.Tripplebrookfarm.com/splants/name_search_frameset.html)>. Acesso em: 28 jun. 2013.

TRONGTOKIT, Y.; RONGSRIYAM, Y.; KOMALAMISRA, N.; APIWATHNASORN, C. Comparative repelency of 38 essential oils against mosquito bites. **Phytotherapy Research**, v. 19, n. 04, p. 303-309, 2005.

USDA – UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Prediction rainfall erosion losses: a guide to conservation planning**. Handbook n. 537. Washington D.C.: USDA, 1978.

UNIVERSITY of HAWAII. **Botany Department**. Poaceae (Gramineae). Disponível em: <<http://www.botany.hawaii.edu/faculty/carr/po.htm>>. Acesso em 8 jul. 2013.

VIEIRA, L.C. **Fitoterapia da Amazônia: manual de plantas medicinais**. 2 ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1992. 347 p.

YADAVA, A. K. Cultivation of lemon grass (*Cymbopogon flexuosus*, 'CKP-25') under Poplar based agroforestry system. **Indian Forester**, v. 127, p. 213-223, 2001.

YOUNGNER, V. B. Physiology of defoliation and regrowth. **Academic Press**, v. 22, p. 292-301, 1972.

WONG, K. K. Y. et al. Citronella as an insect repellent in food packaging. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 53, n. 11, p. 4633-4636, 2005.

ZHELYAKOV, V.; TOPALOV, V. Effect of planting time and density on yields from rooted mints cuttings, **Journal of Herbs spices and medicinal plants**, v. 4, n. 3, p. 15-24, 1996.

**Tabela 7.** Dados da análise de fertilidade do solo, para a profundidade de 0 – 10 cm, na área do experimento.

PROF.	M.O. %	pH (CaCl <sub>2</sub> )	P (Mehl) mg/dm <sup>3</sup>	K	Ca	Mg	H+Al	Al	CTC	M %	V %	Ca/Mg -	Mg/K -	Ca/k -	Ca/CTC %	Mg/CTC %	K/CTC %
0-10	2,0	5,3	6,2	172,0	2,9	0,8	3,1	0,0	7,2	0,0	57,2	3,6	1,8	6,6	40,1	11,0	6,1
0-10	2,4	5,3	33,2	185,0	3,0	0,8	3,5	0,0	7,8	0,0	55,0	3,8	1,7	6,3	38,6	10,3	6,1
0-10	2,7	5,4	11,5	200,0	2,8	1,3	3,1	0,0	7,7	0,0	59,8	2,2	2,5	5,5	36,3	16,9	6,6
0-10	2,1	8,7	8,7	100,0	2,3	0,4	4,3	0,3	7,3	40,7	40,7	5,8	1,6	9,0	31,7	5,5	3,5
0-10	1,8	6,2	6,2	175,0	2,7	0,9	3,5	0,1	7,5	53,6	53,6	3,0	2,0	6,0	35,8	11,9	5,9
0-10	1,9	5,5	5,5	73,0	4,1	1,1	3,9	0,1	9,3	58,0	58,0	3,7	5,9	22,0	44,1	11,8	2,0
0-10	1,3	5,3	4,5	69,0	4,0	1,1	3,1	0,0	8,4	0,0	63,0	3,6	6,2	22,7	47,8	13,1	2,1
0-10	1,9	5,3	2,0	61,0	4,4	1,5	3,1	0,0	9,2	0,0	66,1	2,9	9,6	28,2	48,1	16,4	1,7
0-10	1,8	4,9	2,3	53,0	3,2	0,8	4,3	0,0	8,4	0,0	49,0	4,0	5,9	23,6	37,9	9,5	1,6
média	1,99	5,77	8,90	120,89	9,00	0,97	3,54	0,06	8,09	16,92	55,82	3,62	4,13	14,43	40,04	11,82	3,96
vlr máx	2,70	8,70	33,20	200,00	4,10	1,50	4,30	0,30	9,30	58,00	66,10	5,80	9,60	28,20	48,10	16,90	6,60
vlr mín	1,30	4,90	2,00	53,00	2,30	0,40	3,10	0,00	7,20	0,00	40,70	2,20	1,60	5,50	31,70	5,50	1,60

**Tabela 8.** Dados da análise de fertilidade do solo, para a profundidade de 10 – 20 cm, na área do experimento.

PROF.	M.O.	pH	P (Mehl)	K	Ca	Mg	H+Al	Al	CTC	M	V	Ca/Mg	Mg/K	Ca/k	Ca/CTC	Mg/CTC	K/CTC
	%	(CaCl <sub>2</sub> )	mg/dm <sup>3</sup>							%	%	-	-	-	%	%	%
10 - 20	1,5	5,4	4,2	185,0	2,7	0,8	2,8	0,0	6,8	0,0	58,7	3,4	1,7	5,7	39,9	11,8	7,0
10 - 20	2,1	5,1	34,2	169,0	2,7	0,9	3,5	0,1	7,5	2,4	53,5	3,0	2,1	6,2	35,8	11,9	5,7
10 - 20	1,9	5,2	5,1	149,0	3,2	0,9	3,1	0,0	7,6	0,0	59,1	3,6	2,4	8,4	42,2	11,9	5,0
10 - 20	2,0	5,2	4,5	64,0	4,1	0,8	3,5	0,1	8,6	1,9	59,1	5,1	4,9	25,0	47,9	9,3	1,9
10 - 20	1,9	4,3	3,2	82,0	1,5	0,4	4,8	0,9	6,9	29,9	30,5	3,8	1,9	7,2	21,7	5,8	3,0
10 - 20	2,4	5,0	5,5	158,0	4,8	1,1	3,9	0,0	10,2	0,0	61,8	4,4	2,7	11,9	47,0	10,8	4,0
10 - 20	1,2	5,3	9,1	45,0	4,2	1,3	3,5	0,0	9,1	0,0	61,9	3,2	11,3	36,5	46,1	14,3	1,3
10 - 20	0,9	5,3	2,3	84,0	2,0	1,0	2,5	0,0	5,7	0,0	56,3	2,0	4,7	9,3	35,0	17,5	3,8
10 - 20	1,9	5,1	2,3	38,0	3,9	0,8	3,1	0,0	7,9	0,0	60,7	4,9	8,2	40,1	49,4	10,1	1,2
média	1,76	5,10	7,82	108,22	3,23	0,89	3,41	0,12	7,81	3,80	55,73	3,71	4,43	16,70	40,56	11,49	3,66
vlr máx	2,40	5,40	34,20	185,00	4,80	1,30	4,80	0,90	10,20	29,90	61,90	5,10	11,30	40,10	49,40	17,50	7,00
vlr min	0,90	4,30	2,30	38,00	1,50	0,40	2,50	0,00	5,70	0,00	30,50	2,00	1,70	5,70	21,70	5,80	1,20

**Tabela 9.** Dados da análise de fertilidade do solo, para a profundidade de 20 – 40 cm, na área do experimento.

PROF.	M.O. %	pH (CaCl <sub>2</sub> )	P (Mehl) mg/dm <sup>3</sup>	K	Ca	Mg	H+Al Cmolc/dm <sup>3</sup>	Al	CTC	M %	V %	Ca/Mg -	Mg/K -	Ca/k -	Ca/CTC %	Mg/CTC %	K/CTC %
20-40	1,0	5,5	1,7	145,0	1,9	0,6	2,3	0,0	5,2	0,0	55,5	3,2	1,6	5,1	36,7	11,6	7,2
20-40	2,2	4,5	16,5	100,0	0,9	0,3	5,9	0,8	7,4	35,5	19,8	3,0	1,2	3,5	12,2	4,1	3,5
20-40	1,3	5,2	2,3	104,0	2,7	0,5	2,8	0,1	6,3	2,8	55,3	5,4	1,9	10,2	43,1	8,0	4,2
20-40	2,2	5,2	5,8	157,0	5,0	1,2	3,5	0,1	10,1	1,5	65,4	4,2	3,0	12,5	49,5	11,9	4,0
20-40	1,1	4,7	2,0	78,0	1,8	0,3	3,5	0,3	5,8	11,5	39,6	6,0	1,5	9,0	31,0	5,2	3,4
20-40	1,6	5,3	7,2	47,0	3,4	0,7	3,1	0,1	7,3	2,3	57,7	4,9	5,8	28,3	46,4	9,6	1,6
20-40	0,8	5,4	2,9	32,0	2,0	1,0	2,3	0,0	5,4	0,0	57,3	2,0	12,2	24,4	37,2	18,6	1,5
20-40	1,1	5,4	1,4	32,0	2,4	0,7	2,3	0,0	5,5	0,0	58,0	3,4	8,6	29,3	43,8	12,8	1,5
20-40	1,2	5,4	6,9	38,0	3,1	1,1	2,5	0,0	6,8	0,0	63,2	2,8	11,3	31,9	45,6	16,2	1,4
média	1,39	5,18	5,19	81,44	2,58	0,71	3,13	0,16	6,64	5,96	52,42	3,88	5,23	17,13	38,39	10,89	3,14
vlr máx	2,20	5,50	16,50	157,00	5,00	1,20	5,90	0,80	10,10	35,50	65,40	6,00	12,20	31,90	49,50	18,60	7,20
vlr min	0,80	4,50	1,40	32,00	0,90	0,30	2,30	0,00	5,20	0,00	19,80	2,00	1,20	3,50	12,20	4,10	1,40