



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**CURSO DE MESTRADO**

**BIOMASSA, ÓLEO ESSENCIAL E NUTRIÇÃO DE *Lippia alba* (Mill)**  
**N.E.Br. EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO COM COMPOSTOS**  
**ORGÂNICOS INOCULADOS E SEM INOCULAÇÃO DE**  
**ACTINOMICETOS**

**ERASTO VIANA SILVA GAMA**

**CRUZ DAS ALMAS - BAHIA**  
**FEVEREIRO – 2011**

**BIOMASSA, ÓLEO ESSENCIAL E NUTRIÇÃO DE *Lippia alba* (Mill)  
N.E.Br. EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO COM COMPOSTOS  
ORGÂNICOS INOCULADOS E SEM INOCULAÇÃO DE  
ACTINOMICETOS**

**ERASTO VIANA SILVA GAMA**

Engenheiro Agrônomo

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2007

Dissertação submetida à Câmara de Ensino de Pós-Graduação e Pesquisa da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia como requisito parcial para obtenção do Grau de Mestre em Ciências Agrárias, Área de Concentração Fitotecnia.

Orientadora: Profa. Dra. Franceli da Silva

Co-orientador : Prof. Dr. Marlon da Silva Garrido

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA  
MESTRADO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
CRUZ DAS ALMAS - BAHIA - 2011

## FICHA CATALOGRÁFICA

G184	<p>Gama, Erasto Viana Silva. Biomassa, óleo essencial e nutrição de <i>Lippia Alba (Mill)</i> N.E.Br. em função da adubação com compostos orgânicos inoculados e sem inoculação de actinomicetos / Erasto Viana Silva Gama. Cruz das Almas-Ba, 2011. 93f.; il.</p> <p>Orientadora: Franceli da Silva. Co-orientador: Marlon da Silva Garrido.</p> <p>Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas.</p> <p>1.Plantas medicinais - Cultivo. 2.Plantas oleaginosas I.Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas. II. Título.</p> <p>CDD: 581.634</p>
------	--

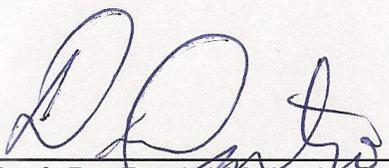
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS

COMISSÃO EXAMINADORA DA DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE  
ERASTO VIANA SILVA GAMA



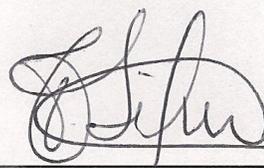
---

Prof.ª Dr.ª Francieli da Silva  
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – UFRB  
(Orientadora)



---

Prof. Dr. Daniel Melo de Castro  
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – UFRB



---

Prof. Dr. Tácio Oliveira da Silva  
Universidade Federal de Sergipe – UFS

Dissertação homologada pelo Colegiado do Curso de Mestrado em Ciências  
Agrárias em .....

Conferindo o Grau de Mestre em Ciências Agrárias em .....

A sociedade a quem todo o conhecimento construído e produzido deve ser destinado, em especial aos agricultores familiares que já conseguem enxergar nas plantas medicinais uma alternativa de renda.

## **Ofereço**

Às maiores bênçãos que Deus me agraciou -  
Isaque e Carla, a meus pais Darcy e Eduardo,  
sem os quais não seria possível chegar até  
aqui e ser quem hoje sou e aos meus avós  
Pedro e Josefa.

**Dedico**

## AGRADECIMENTOS

Ao Pai Eterno, o Deus criador do universo e de todas as coisas pela sua bondade, benignidade e misericórdia para com a minha vida, e por ter me concedido o direito de existir, amar e realizar. Obrigado Senhor!

A minha esposa amada, amante e companheira Carla, por estes, oito anos de amizade, carinho, amor, atenção, apoio, dedicação, incentivo e cobranças. NEQETA.

A meu filho amado, Isaque que me fez encarar a vida com outros olhos e sentir sensações e sentimentos que não podem ser ditos ou escritos, mas somente sentidos, obrigado filhão!

À minha mãe, Darcy “minha preta” que mesmo com receio de ter seu filho longe de casa, sempre acreditou em mim, obrigado mãe! E que Deus lhe abençoe!

Ao meu pai, Eduardo “Fozinho” pelo incentivo diário e dedicação em oferecer aos filhos as oportunidades que não teve. Pai sem dúvida o senhor é uma das minhas fontes de inspiração. Deus seja contigo e muito obrigado, pai!

Aos meus irmãos Epitácio e Ezequiel (Zizi) e minhas irmãs Egilda e Elda, por serem tão especiais e amigos. Amo vocês.

Aos meus avós Pedro e Josefa, que muito me ensinaram e ensinam, sendo para mim verdadeiras fontes de inspiração, orgulho e admiração.

Aos meus tios, tias, primos e primas e toda a minha família pelo incentivo, carinho, atenção e afeto.

A minhas cunhadas Denise, Edicarla e em especial a Neyla que muitas vezes me ajudou nos trabalhos e experimentos como se dela fossem.

A meu sobrinho Kaique por me inspirar com sua inteligência e esperteza. Deus te abençoe titio!

Aos grandes amigos-irmãos Hilo, Danívio e Dani, Simone, Elane e Alfredo, Aurélio, Cácio e Lorena, Adailton, Izabel.

Aos tantos outros amigos: Lene, Jeferson, Zé Galinha, Zé Renato, Adailton, Josilda, Jacqueline, Marcela, Capela, Marcão, Nara, Márcia, Nailson.

A professora Franceli da Silva pela confiança, orientação, incentivo e estímulo.

Ao professor Marlon por muito mais que co-orientação, a grande amizade, imprescindível para que esse sonho se concretizasse, estendendo a Luciene e (...).

Aos professores Ana Cristina, Daniel, Cintia, Alessandra, Fabiano, Jorge Gonzaga, Silvanildo, André, José Fernandes, Anacleto e Ledo pela amizade, disponibilidade, ensinamentos, incentivo, sugestões e orientações.

A professora Angélica Lucchese e aos funcionários e amigos do Laboratório de Produtos Naturais da UEFS, estendendo assim o agradecimento a esta universidade.

Aos estagiários do Programa ERVAS, em especial a Carlos, Diogo, Reizaluamar e Carina, e a Cristiano, Wilson, demais estagiários e voluntários pela amizade e valiosa contribuição no desenvolvimento dos trabalhos.

Aos amigos de Recife em especial a Dário, Rômulo e Bianca, estendendo aos estudantes, professores e funcionários do Laboratório de Fertilidade do DEN-UFPE pelo apoio fundamental.

A Universidade Federal do Recôncavo da Bahia e ao Programa de Ciências Agrárias por me oportunizar fazer esse curso de mestrado.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pelo auxílio financeiro à bolsa de estudos.

Ao Hotel Fazenda Colibri por doar o capim elefante, Escola Agrotécnica de Amargosa por ceder área para cultivo da crotalária ao Centro Sapucaia pelo apoio e transporte e aos amigos de Amargosa Raul, Márcia, Adriano, Samuel, Tia Nalva, Luiz, Valmir, Julio, Paulo e Lóide.

A todos que contribuíram de alguma forma para elaboração desta dissertação, para minha formação e passaram de alguma forma por minha vida.

Meu muito obrigado!

## SUMÁRIO

	Página
RESUMO	
ABSTRACT	
<b>INTRODUÇÃO</b> .....	11
<b>Capítulo 1</b>	
BIOMASSA E ÓLEO ESSENCIAL DE <i>Lippia alba</i> (Mill) N.E.Br. SOB ADUBAÇÃO COM COMPOSTOS ORGÂNICOS INOCULADOS E SEM INOCULAÇÃO DE ACTINOMICETOS .....	34
<b>Capítulo 2</b>	
CRESCIMENTO E NUTRIÇÃO DE <i>Lippia alba</i> (Mill) N.E.Br. SOB ADUBAÇÃO ORGÂNICA INOCULADA COM ACTINOMICETOS .....	61
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	87
<b>ANEXOS</b> .....	89

# **BIOMASSA, ÓLEO ESSENCIAL E NUTRIÇÃO DE *Lippia alba* (Mill) N.E.Br. EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO COM COMPOSTOS ORGÂNICOS INOCULADOS E SEM INOCULAÇÃO DE ACTINOMICETOS**

Autor: Erasto Viana Silva Gama  
Orientadora: Profa. Dra. Franceli da Silva  
Co-orientador: Prof. Dr. Marlon da Silva Garrido

**RESUMO:** O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da adubação com compostos orgânicos inoculados e sem inoculação de actinomicetos sobre a produção de biomassa, teor, rendimento e composição de óleo essencial, crescimento vegetativo e exportação de N-P-K da *Lippia alba*. Foram testados compostos orgânicos de crotalária + esterco, capim elefante + esterco e gliricídia + esterco, todos na proporção de 70% de material vegetal e 30% de esterco, inoculados e sem inoculação dos isolados de actinomicetos AC16, AC26, AC92 e AC103 da coleção de culturas do Laboratório de Fitopatologia e Microbiologia Agrícola da UFRB, mais um controle absoluto, sem adubação, num total de 16 tratamentos. O diâmetro do caule e altura da planta foram acompanhados aos 14, 28, 42, 56 e 70 dias após o transplante (DAT), as colheitas foram realizadas aos 75 e 165 DAT, respectivamente no primeiro e segundo ciclos de cultivo. A extração do óleo essencial foi realizada por hidrodestilação e a identificação dos componentes do óleo por cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massa (CG/MS). Os teores de N foram determinados pelo método de Kjeldahl; o de fósforo por colorimetria e o de K por fotometria de chama. Nas condições em que foi realizado o estudo pode-se concluir que: a adubação com compostos orgânicos é eficiente na promoção de crescimento e acúmulo de biomassa de *L. alba*; o isolado AC92 quando inoculado nos compostos orgânicos promoveu aumento do rendimento total de óleo essencial; os tratamentos promoveram alteração na composição do óleo essencial, principalmente no óleo obtido no 1º ciclo; os compostos a base de capim elefante e crotalária, com exceção do de capim elefante sem inoculação, favoreceram maior acúmulo de P pela *L. alba*; compostos orgânicos formulados a base de capim elefante favorecem a exportação de K erva cidreira.

**Palavras-chave:** erva-cidreira, teor de óleo, plantas medicinais, adubação orgânica, streptomicetos

# **BIOMASS, ESSENTIAL OIL AND NUTRITION *Lippia alba* (Mill) N.E.Br. FUNCTION OF FERTILIZATION WITH ORGANIC COMPOUNDS AND WITHOUT INOCULATION OF INOCULATED ACTINOMYCETES**

Author: Erasto Viana Silva Gama

Advisor: Professor. Dr. Silva Franceli

Co-supervisor: Prof. Dr. Marlon da Silva Garrido

**ABSTRACT:** The purpose of this study was to evaluate the effect of fertilization with organic compounds both with and without inoculated actinomycetes on biomass production, content, yield and composition essential oil, vegetative growth and export of NPK of *Lippia alba*. Organic compounds were tested, crotalaria + manure, capim elefante + manure and gliricidia + manure, all in proportion of 70% of plant material and 30% manure, with and without inoculated actinomycetes AC16, AC26, AC92 and AC103 collection cultures in Microbiology Laboratory Plant Pathology and Agricultural UFRB, a more absolute control, without fertilization, a total of 16 treatments. Stem diameter and plant height were monitored at 14, 28, 42, 56 and 70 days after transplanting (DAT), harvests were performed at 75 and 165 DAT, respectively the first and second growing periods. The extraction of essential oil by hydro distillation was performed and identification of oil components by Gas Chromatography coupled to mass spectrometry (GC / MS). The N was determined by the Kjeldahl method, the phosphorus by calorimetric and K by flame photometry. In conditions where the study was conducted one can conclude that: the fertilization with organic compounds is effective in promoting growth and biomass of *L. alba*; isolate AC92 when inoculated in organic compounds promoted the increase of the total yield of essential oil; treatments promoted changes in the composition of essential oil, mainly in the oil obtained in cycle 1, the compounds to base of capim elefante, crotalaria, except the capim elefante without inoculation, favored by higher accumulation of P *L. alba*; organic compounds formulated in basis capim elefante favored export of K erva cidreira.

**Keywords:** erva cidreira, oil content, medicinal plants, organic fertilizer, streptomycetos

## **1 – INTRODUÇÃO**

### **1.1 – Adubação orgânica**

A utilização de adubo orgânico na agricultura é relatada desde o antigo Egito (KIEHL, 1985), sendo incontestáveis seus efeitos sobre os níveis de matéria orgânica do solo, elevando sua fertilidade e refletindo em aumento nas concentrações de macro e micronutrientes no solo (KIEHL, 1985; PEIXOTO, 1988; GARRIDO et al., 2008).

A adubação orgânica com utilização de resíduos gerados na própria unidade rural, ou nas proximidades, é uma prática muito comum na condução de lavouras de pequenos agricultores (SEVERINO et. al., 2006). Segundo Bayer e Mielniczuk (1999), em solos tropicais e subtropicais altamente intemperizados, a matéria orgânica tem grande importância no fornecimento de nutrientes às culturas, retenção de cátions, complexação de elementos tóxicos e de micronutrientes, estabilidade da estrutura, infiltração e retenção de água no solo, aeração e atividade microbiana, constituindo-se em componente fundamental da sua capacidade produtiva.

Dentre os resíduos gerados na agropecuária, os esterco são dos que contém quantidades variáveis de nutrientes e que podem ser usados na agricultura, na substituição ou complementação da adubação química (LARCHER, 2000). São os mais importantes adubos orgânicos pela sua composição, disponibilidade relativa e benefícios da aplicação (VITTI et al., 1995). De acordo com informações de Menezes et al., (2002) constatadas por Garrido et. al. (2008), o semiárido brasileiro tem reduzida disponibilidade de esterco nas propriedades, o que leva grande parte dos agricultores a importá-lo de regiões circunvizinhas, elevando os custos de produção.

Uma das alternativas para minimizar as limitações do uso do esterco é sua utilização consorciada com adubação verde com leguminosas (SILVA e MENEZES, 2007). No entanto, para que o material orgânico adicionado ao solo

possa fornecer nutrientes às plantas, é preciso que ele seja decomposto pelos microrganismos do solo, e que os nutrientes retidos em suas estruturas orgânicas sejam liberados (mineralizados). Esse processo de mineralização é influenciado por características do material orgânico e pelas condições ambientais como temperatura, umidade, aeração e acidez do solo (CORREIA e ANDRADE, 1999).

Lynch (1986) relata que a decomposição desempenha importante função na parte nutricional, na ciclagem de nutrientes e na formação da matéria orgânica. Alguns fatores, tais como: a composição dos organismos decompositores, o ambiente, principalmente o microclima do solo e a qualidade dos resíduos acumulados, influem na decomposição. Todos esses fatores reunidos irão determinar o tempo de permanência dos resíduos adicionados ao solo, bem como a taxa de liberação de nutrientes.

A velocidade de decomposição do material orgânico depende da facilidade com que esse material pode ser decomposto, temperatura, umidade, aeração, pH, concentração e tipo de nutrientes disponíveis (PEIXOTO, 2005). O material baseado em celulose é decomposto três vezes mais rápido em relação às partes lenhosas ricas em taninos e ligninas (LARCHER, 2000). Essa diferença no tempo de decomposição da matéria orgânica assegura um fluxo contínuo de nutrientes no solo (DAMATTO JUNIOR et al., 2006; SOUTO et al., 2005).

### **1.1.1 – Compostagem**

A compostagem é o processo controlado de decomposição microbiana de oxidação e oxigenação da massa heterogênea de matéria orgânica no estado sólido e úmido. Esta é dividida em fases, sendo que, a primeira é de fitotoxicidade ou de composto cru ou imaturo, fase inicial e rápida. A segunda fase é a de semicura ou bioestabilização. Logo em seguida a terceira fase, a cura, maturação ou mais tecnicamente, a humificação, acompanhada da mineralização de determinados componentes da matéria orgânica, quando se pode dar por encerrada a compostagem (KIEHL, 2008).

A compostagem é o processo controlado de decomposição microbiana de oxidação e oxigenação da massa heterogênea de matéria orgânica no estado sólido e úmido. Esta é dividida em três fases, sendo que, a primeira é conhecida como fase fitotóxica ou de composto cru, é quando ocorre a decomposição da matéria orgânica facilmente degradável, nesta fase a temperatura pode chegar a

65-70°C e demora de 10 a 20 dias. A segunda fase é a de semicura ou bioestabilização, é a fase em que ocorre a maior atividade dos microrganismos, nela a temperatura, geralmente, varia de 30 a 45°C e tem duração média variando de 45 a 120 dias. Na terceira fase, chamada de cura ou maturação, ocorre a humificação acompanhada da mineralização da matéria orgânica, quando se pode dar por encerrada a compostagem (KIEHL, 2004).

Geralmente, a compostagem é uma técnica relativamente simples, que pode ser aplicada em diferentes situações de desenvolvimento agrícola, desde agricultores familiares descapitalizados com uso intensivo de mão-de-obra, agricultores empresariais ou que utilizam de técnicas de capital intensivo, até os casos de industrialização de resíduos orgânicos, por exemplo, em usinas de reciclagem de lixo urbano, em unidades de beneficiamento de grãos e na produção de adubos organo-minerais (PEIXOTO, 2005).

Os materiais de origem animal e vegetal, utilizados no preparo de composto orgânico podem ser os mais variados como o esterco e rúmen bovino, a palha de cereais e de leguminosas, os resíduos de culturas, as folhagens, as gramíneas e outros detritos vegetais que não tenham melhor aproveitamento (PAIVA, 2001). O uso de esterco de animais ricos em microrganismos acelera a decomposição dos restos vegetais e enriquecem o produto final (KIEHL, 2004).

A utilização de resíduos de origem vegetal ou animal no enriquecimento do composto possibilita também retenção dos nutrientes minerais pelas substâncias húmicas e sua liberação gradativa às plantas, o que pode levar à diminuição dos parcelamentos da adubação e, conseqüentemente, redução dos custos com mão de obra (PEIXOTO, 2005). O efeito benéfico do composto orgânico no contribui no desenvolvimento vegetal e é bastante conhecido (KIEHL, 1985). No Brasil o uso da compostagem é frequente nas formas de agricultura que empregam os princípios da agroecologia, para a produção de matéria prima com qualidade e garantir a segurança alimentar.

A estratégia chave nos modelos de produção de base ecológica é a reincorporação da diversidade biológica, também conhecida como biodiversidade planejada, na paisagem agrícola e seu manejo efetivo (ALTIERI, 2002; GLIESSMAN, 2005). À medida que a diversidade aumenta, também aumentam as oportunidades na coexistência e as interações benéficas entre as espécies,

resultando em sinergismos que podem favorecer a sustentabilidade do agroecossistema (ALTIERI et al., 2002).

Portanto, enriquecer o sistema de compostagem com microrganismos e materiais de diversas características pode ampliar a possibilidade de enriquecimento do solo e proporcionar maiores interações que colaborem para o estabelecimento de uma agricultura menos danosa ao meio ambiente.

### **1.1.2 – Condições ideais para potencializar o uso dos actinomicetos**

Na otimização do processo de compostagem, pode se inocular nos compostos, microrganismos favoráveis (PENTEADO, 2007). Cada espécie de microrganismo exerce determinada função na degradação da matéria orgânica (KIEHL, 2004).

Através da inoculação procura-se tornar mais eficiente e padronizado o processo de fermentação do composto, para obtenção de um produto uniforme, com redução das perdas de nutrientes e redução do efeito de substâncias tóxicas que, geralmente, paralisam o processo de decomposição. É possível fazer a inoculação com microrganismos obtidos comercialmente como o EM-4, Eokomit, BYM Food e outros (PENTEADO, 2007).

Os actinomicetos, juntamente com fungos e bactérias são os principais responsáveis pela transformação da matéria orgânica crua em húmus (KIEHL, 2004). O interesse nesses microrganismos aumentou devido a aplicações comerciais potenciais, a saber, biodegradação de compostos de difícil decomposição no ambiente natural como celulose, hemicelulose e lignina (KNAUF e MONIRUZZAMAN, 2004; REDDY e YANG, 2005) e pela capacidade de produção de compostos bioativos e enzimas (MALHERBE e CLOETE, 2002).

Vários microrganismos isolados de pilhas de composto foram identificados, como por exemplo, o fungo *Chaetomium thermophilum*. Isolado de composto de lixo urbano (CHEFETZ et al., 1998), este fungo produz enzimas extracelulares, que são essenciais na formação de substâncias húmicas poliaromáticas associadas com fenoxidase e peroxidase (STEVENSON, 1994). O *Bacilo licheniformis*, *Trichoderma viride* (REQUENA et al., 1996), e microrganismos complexos como *Trichoderma sp.*, fungos de podridão branca, *Candida rugopelliculosa*, *Bacilo casei*, e *Lactobacillus buchneri* também aceleram a humificação de resíduos orgânicos em processos de compostagem.

Os actinomicetos compreendem o grupo diverso de microrganismos, muitos dos quais são ecológicamente importantes e têm o potencial comercial de produção de antibióticos e enzimas (EDWARDS, 2007). Estes microrganismos podem degradar celulose e hemi-celulose, solubilizar lignina, tolerar temperaturas e pH mais elevados do que fungos, sendo agentes importantes da degradação lignocelulose durante o aquecimento máximo das pilhas (TUOMELA et al., 2000).

Chang et al., (2009) destacam o gênero *Thermoactinomyces* como dos microrganismos isolados de compostos com potencial de inoculante, pois obteve os melhores resultados quando comparados com *Bacillus* spp. inoculados durante o processo de compostagem de resíduos de *Brassica* spp. na degradação de celulose, hemicelulose e lignina, reduzindo o tempo necessário no processo de compostagem.

Já dentre os microrganismos do solo com potencial de exploração nos sistemas de produção de adubos orgânicos, destacam-se os actinomicetos do gênero *Streptomyces* (SOUSA et al., 2009), por sua capacidade de produção de antibióticos, enzimas líticas e pela decomposição da matéria orgânica, especialmente polímeros como lignocelulose, amido e quitina (GOODFELLOW, 1983; MOREIRA e SIQUEIRA, 2002; GETHA et al., 2005). Representantes do gênero *Frankia*, fixam o nitrogênio atmosférico, em simbiose com espécies de angiospermas (ROJAS et al., 1992).

A importância destes microrganismos no solo está mais relacionada com a produção de antibióticos, enzimas e inibidores enzimáticos. Seus efeitos diretos na promoção de crescimento de plantas ocorrem pela produção de substâncias promotoras de crescimento como giberelinas, auxinas e citocininas, que causam efeitos benéficos no crescimento de plantas como o desenvolvimento da parte aérea, aumento do crescimento de raízes e número de pêlos radiculares absorventes (AZCÓN-AGUILAR e BAREA, 1997; CATTELAN, 1999; LUZ, 1996). Os efeitos indiretos ocorrem através da indução de resistência sistêmica (ROMEIRO, 1999), mineralização de nutrientes (SILVEIRA, 2001), destoxificação do solo (FERRO et al., 1994), produção de antibióticos (FRAVEL, 1998), produção de enzimas (GLICK et al., 1995), produção de quitinase (GOMES et al., 2000), produção de sideróforos (WELLER, 1988), produção de ácido cianídrico (HCN) (LUZ, 1996), solubilização de fosfato (MELO e AZEVEDO, 1998) e fixação biológica de nitrogênio (GRIMES e MOUNT, 1984). Já a produção de quitinase

pelos isolados de estreptomicetos pode ser o mecanismo utilizado no biocontrole, principalmente de fungos fitopatogênicos, considerando que a parede celular desses microrganismos é composta basicamente por polissacarídeos como a quitina e glucana (GOODAY, 1990; GOODAY et al., 1992).

Diversos isolados de actinomicetos demonstram ser produtores das enzimas lipase, amilase, catalase, xilanase, celulase, entre outras e apresentam papel importante na promoção de crescimento e controle biológico de doenças de plantas (SOARES et al., 2006; SOUSA et al., 2006; SOUSA et al., 2009). A inoculação e incubação de substratos orgânicos de produção de plantas com isolados de actinomicetos promovem a disponibilização de nutriente e maior crescimento vegetal (SOUSA et al., 2009).

Contudo, apesar de atuarem em diversos processos no solo e apresentarem bom potencial para serem explorados na agricultura, em especial, em sistemas de produção orgânica, estes microrganismos ainda são muito pouco estudados (CRAWFORD et al., 1993). O potencial destes microrganismos na produção de compostos orgânicos precisa ser estudado para ser explorado de forma adequada nos sistemas de produção agroecológicos, que são menos impactantes ao ambiente.

## **1.2 – O Mercado de Plantas Medicinais**

As plantas medicinais vêm sendo utilizadas por um público cada vez maior em todo o mundo, recebendo incentivos inclusive da Organização Mundial de Saúde (OMS), que recomendou a realização de pesquisas visando o uso da flora com propósito terapêutico (CASTRO et al., 2004). Seu uso data dos primórdios da humanidade, quando civilizações antigas utilizaram essas plantas e muito contribuíram com o conhecimento das propriedades terapêuticas dos vegetais (ALMASSY JÚNIOR, 2000). Os produtos naturais, oriundos de plantas medicinais, têm ocupado um espaço cada vez maior, na atualidade, sobressaindo-se pela sua eficácia e, principalmente, pelo menor número de contraindicações e de efeitos colaterais, quando comparados aos medicamentos sintéticos (LORENZI e MATOS, 2008).

Segundo a Organização Mundial da Saúde - OMS, 80% da população mundial faz uso de medicamentos derivados de plantas medicinais. Esse consumo tem aumentado consideravelmente nas últimas duas décadas, tanto nos

países desenvolvidos, como naqueles em desenvolvimento. Exclusivamente na Europa, o mercado dos medicamentos fitoterápicos atinge cerca de 7 bilhões de dólares ao ano, sendo a Alemanha responsável por 50% desse valor (FITOTERAPIA, 2010).

No entanto no Brasil, mesmo perante a importância desse mercado, não existem dados oficiais de quanto movimentada a indústria de fitoterápicos. A estimativa é que movimentada algo entre 350 e 550 milhões de dólares/ano (ABIFISA, 2010). Esse mercado promissor está associado não somente ao consumo pela população rural em geral, mas também, e principalmente, ao consumo associado a programas oficiais de saúde. Além da recomendação do uso, tais programas buscam o incentivo à exploração e/ou a produção sustentada de plantas medicinais. Trabalhos revelam a adoção de programas de incentivo ao cultivo de plantas medicinais como alternativas de diversificação de produção e de renda complementar nas pequenas propriedades rurais (MAZZA e LEMAGUER, 1980; PEREIRA FILHO, 2001).

De acordo com informações do Ministério da Agricultura o fornecimento de matéria-prima derivada de plantas medicinais, aromáticas e condimentares está em risco, porque as áreas onde plantas se desenvolvem naturalmente estão cada vez mais reduzidas pelas pressões exercidas pelo desmatamento, agricultura extensiva, urbanização, entre outros. Este fato tem colocado em risco certas espécies mais populares para o consumo e de baixa ocorrência em ambientes naturais (MAPA, 2006). Outros problemas estão relacionados a qualidade e regularidade de oferta, a maioria das empresas farmacêuticas, 70% empresas transacionais instaladas no Brasil, preferem importar suas matérias-primas (COMCIÊNCIA, 2001). Lourenzani et al. (2004) chama atenção no despreparo por parte dos agricultores/coletores em atender as exigências do mercado e da cadeia produtiva em geral, mesmo existindo demanda de plantas medicinais e potencialidade de atendimento.

Tornando-se necessário, por tanto, o avanço dos estudos e pesquisas no desenvolvimento da cadeia produtiva das várias espécies de plantas medicinais. Nesse contexto, a produção de plantas medicinais também se insere como alternativa econômica interessante aos produtores familiares (MAPA, 2006).

Em junho de 2006 foi aprovado o Decreto número 5.813 que institui a Política Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos cujo objetivo principal é

garantir à população brasileira o acesso seguro e o uso racional de plantas medicinais e fitoterápicos, promovendo o uso sustentável da biodiversidade, o desenvolvimento da cadeia produtiva e da indústria nacional. Destacam-se nesta política as metas de ampliação das opções terapêuticas aos usuários do Sistema Único de Saúde/SUS, na perspectiva da integralidade da atenção à saúde, considerando o conhecimento tradicional sobre plantas medicinais e a promoção do desenvolvimento sustentável das cadeias produtivas de plantas medicinais (ALMASSY JÚNIOR et al., 2005).

O valor comercial das plantas medicinais é determinado por sua qualidade (SCHEFFER et al., 1991), devido a este fato, observa-se cada vez mais a necessidade de novas tecnologias de produção e processamento que atendam as exigências dos padrões de qualidade. Os principais aspectos a serem investigados por novas pesquisas devem otimizar a produção da matéria-prima vegetal, através de técnicas que proporcionem a preservação de sua qualidade ao longo da cadeia produtiva. Estes fatores requerem trabalhos que priorizem a produção e o beneficiamento após a colheita. Devendo ser avaliados com o intuito de gerar parâmetros para que os produtores e as cooperativas agrícolas ou as indústrias, possam realizar o cultivo e o processamento da matéria prima vegetal, preservando suas substâncias ativas (SILVA e CASALI, 2000; SILVA e PARK, 2005).

### **1.2.1 – O Cultivo de Plantas Medicinais**

Atualmente há consenso entre cientistas, indústrias e organizações ambientalistas de que uma das iniciativas em reduzir a pressão sobre o ambiente e preservar os recursos genéticos tem, por um lado, o desenvolvimento de sistemas que permitam o uso sustentável das espécies nativas exploradas e, por outro, o cultivo com base em pesquisas agronômicas, matéria-prima com qualidade e em quantidade (MAPA, 2006).

Sartório et al. (2000), relata que no cultivo de plantas medicinais, o cultivo orgânico é mais indicado, pois permite o maior equilíbrio entre a produção e o ambiente, evitando a contaminação do solo com agroquímicos que podem alterar a composição dos princípios ativos, assim como, evita que os consumidores venham a ingerir resíduos tóxicos que possam prejudicar a saúde humana.

Nesse sentido estudos agronômicos vem sendo realizados objetivando o desenvolvimento dessa cadeia produtiva, principalmente relacionados à determinação das fontes e quantidades de nutrientes adequadas aplicação nesses sistemas de cultivo.

Segundo Bezerra et al. (2006) as pesquisas com adubação em plantas medicinais focalizam diferentes aspectos da influência dos adubos na produção de biomassa, óleo essencial e conteúdo de nutrientes extraídos pela planta, como atestam os trabalhos realizados por Ming (1994) e Santos e Innecco (2004), em erva-cidreira (*Lippia alba* (Mill.) N.E. Brown); Ming (1996), em mentrasto (*Ageratum conyzoides* L.); Ueda e Ming (1998), em capim-citronela (*Cymbopogon winterianus* Jowitt); Scheffer (1998), em mil-folhas (*Achillea millefolium* L.); Blanco (1998), em tanchagem (*Plantago major* L.); Cruz (1999), em hortelã-rasteira (*Mentha x villosa* Huds.); Matos (2000) e Chagas (2007), em hortelã-japonesa (*Mentha arvensis* var. *piperascens* Holmes); Chaves (2002), em alfavaca-cravo (*Ocimum gratissimum* L.); Bezerra (2003), em macela-da-terra (*Egletes viscosa* (L.) Less.) e Bezerra et al., (2006), em chambá (*Justicia pectoralis* var. *stenophylla*).

### 1.2.2 – Metabólitos secundários

Além do metabolismo primário, responsável pela produção de celulose, lignina, proteínas e outras substâncias que realizam as principais funções vitais, as plantas apresentam o chamado metabolismo secundário (CHAGAS, 2007). Essa divisão em metabolismo primário e secundário deve ser vista como forma de agrupar compostos com determinadas características em comum (CASTRO et al., 2004).

A biossíntese de metabólitos secundários é realizada por rotas metabólicas específicas do organismo, ocorrendo estreita relação entre essas rotas e aquelas responsáveis pela síntese de metabólitos primários (CASTRO et al., 2004).

Do metabolismo secundário resultam substâncias de baixo peso molecular, às vezes produzidas em pequenas quantidades e responsáveis por funções nem sempre bem definidas, nem por isso menos importante. Entre tais substâncias, destacam-se as voláteis, que são difundidas com facilidade a partir da evaporação e constituem um verdadeiro elo entre a fonte produtora e o meio ambiente (CHAGAS, 2007). Essas substâncias voláteis, de uma forma geral são

misturas complexas, lipofílicas, geralmente odoríferas e líquidas. Elas são chamadas de óleos essenciais, óleos etéreos ou essências, de acordo com suas características físico-químicas (SIMÕES e SPITZER, 1999).

Os constituintes dos óleos essenciais variam desde hidrocarbonetos terpênicos, alcoóis simples e terpênicos, aldeídos, cetonas, fenóis, ésteres, éteres, óxidos e peróxido, furanos, ácidos orgânicos, lactonas, cumarinas e até compostos com enxofre. Na mistura, tais compostos apresentam-se em diferentes concentrações; normalmente, um deles é composto majoritário, existindo outros, em menores teores e alguns em baixíssimas quantidades (traços) (SIMÕES e SPITZER, 1999).

### **1.2.3 – Importância econômica dos óleos essenciais**

A produção de óleo essencial no mundo é estimada por volta de 45 – 50 mil toneladas, atingindo valores de U\$1 bilhão. Alguns países têm grande potencial na produção de óleos essenciais, entre estes, se destaca o Brasil que se inclui entre os sete países responsáveis por 85% da produção mundial de óleos essenciais.

Estima-se que 3% da produção mundial é usada pela indústria farmacêutica e 34% pela indústria de bebidas e o restante são usados para dar “flavor” e fragância em indústria alimentícia e perfumaria (BASER, 1999).

A “International Standard Organization” considera os óleos essenciais como constituintes da categoria de princípios ativos produzidos por vegetais, caracterizados por serem separáveis por arraste a vapor, produzidos em estruturas anatômicas e celulares definidas, como cavidades e pêlos glandulares. Suas principais características são: a volatilidade e o aroma agradável e intenso (SIMÕES e SPITZER, 1999; SILVA e CASALI, 2000).

Os óleos essenciais são formados, principalmente, por monoterpenos (C<sub>10</sub>) e sesquiterpenos (C<sub>15</sub>) voláteis de forma cíclica e acíclica. Possuem, geralmente, odor característico e auxiliam nas interações entre plantas, insetos e outros organismos, estando estes componentes presentes em quantidades variadas em diversos órgãos vegetais. São comumente encontrados nas folhas e flores, em cavidades especializadas denominadas canais secretores e pêlos glandulares (HARBONE, 1987). Aromas e fragrâncias incorporadas dentro dos alimentos, perfumes e produtos cosméticos possuem alto valor no mercado

mundial. O interesse econômico relativo a componentes aromáticos de plantas direciona a atenção para a seleção de espécies comercialmente cultivadas, considerando quantidade e qualidade das substâncias voláteis (PAVIANI, 2004). O conteúdo de óleo essencial pode variar consideravelmente de espécie para espécie, em função de parâmetros climáticos e de fatores agrônômicos como fertilização, irrigação, colheita e, especialmente, a fase de desenvolvimento da planta na época da colheita. Muitas plantas existem com vários fenótipos, isto é, diferindo na sua aparência e diversidade qualitativa e quantitativa, geralmente detectada na composição do óleo essencial obtido. Os óleos de produtos naturais são misturas complexas de compostos orgânicos, na maioria hidrocarbonetos acíclicos, cíclicos, derivados de oxigenados e alguns contendo nitrogênio ou enxofre na sua molécula. Na mistura, tais compostos apresentam-se em diferentes concentrações; normalmente, um deles é o composto majoritário, existindo outros em menores teores e alguns em baixíssimas quantidades (traços) (SIMÕES e SPITZER, 1999).

Os óleos essenciais são empregados para vários fins, como na indústria farmacêutica devido a suas propriedades assépticas, digestivas (estimulam a produção de enzimas gástricas e entéricas), sedativas e analgésicas; na indústria de cosméticos como bases para sabonetes, cremes, perfumes e, na indústria de alimentos como incrementadores de aroma e sabor. Os países em desenvolvimento têm sido as principais fontes de óleos brutos, devido à política de diversificação da produção, no sentido de diminuir as importações e incrementar as exportações, procurando equilibrar a balança comercial (VERLET, 1993). A produção mundial de óleos essenciais está em torno de 45.000 t, avaliadas em U\$ 700 milhões. Estima-se que a produção brasileira de óleos essenciais corresponde a 13,5% da produção mundial, em toneladas (ROCHA, 2002). O setor industrial experimentou substancial expansão em escala mundial na área de flavorizantes.

O Brasil, devido a sua grande extensão territorial, apresenta características edafoclimáticas peculiares a cada região, que podem interferir de modo positivo ou negativo no desenvolvimento das espécies nativas ou introduzidas, mesmo que as condições sejam semelhantes ao local de origem. Portanto, antes de iniciar o cultivo em escala comercial, é necessário conhecer o comportamento da espécie com relação aos efeitos climáticos da região de plantio, os tratamentos culturais

e os fatores bióticos que são responsáveis pelo desenvolvimento da planta. A falta de domínio tecnológico de todas as etapas de desenvolvimento levará, provavelmente, a baixa qualidade da biomassa e dos teores dos principais constituintes químicos do óleo essencial, assim como nos rendimentos (BLANK et al., 2005).

Comercialmente, os óleos essenciais são usados para conferir aroma e odores especiais a diversos produtos alimentícios, cosméticos e como medicamentos: analgésicos, antissépticos, sedativos, expectorantes, estimulantes, estomáquicos etc. (CRAVEIRO et al., 1981). Além disso, a composição química do óleo essencial tem sido usada na taxonomia e filogenia de algumas espécies (ALMEIDA e FIGUEIREDO-RIBEIRO, 1986; GOTTLIEB e SALATINO, 1987; MARTINS, 1996).

Em função da crescente valorização desses metabólitos secundários, as pesquisas têm se direcionado no sentido de maximizar a quantidade de óleo essencial produzido, por várias espécies de plantas, sem perder a sua qualidade, ou seja, mantendo a concentração ideal de seus constituintes químicos de interesse (GONÇALVES, 2000). Logo, as pesquisas se voltam a técnicas de manejo tanto de produção, quanto de beneficiamento, a qual tem por objetivo preservar o teor de óleo essencial destas espécies vegetais.

#### **1.2.4 – Fatores que influenciam a produção os teores de óleo essencial nas plantas medicinais**

Segundo Correa Júnior et al. (1994), fatores de ordem genética ou endógena, são os que dependem da carga genética de cada planta, diferente em cada espécie e faz com que cada espécie tenha sua composição química diferente. Fatores externos como temperatura, pluviosidade, vento, solo, latitude e altitude também interferem de forma significativa na elaboração dos metabólitos secundários. Fatores técnicos, como forma de plantio, adubação, tratos culturais, época de colheita também têm sua importância, tanto na produção de biomassa como no teor de princípios ativos.

Em se tratando de plantas medicinais, a preocupação não deve apenas estar relacionada com a produção quantitativa de biomassa por unidade de área, mas também com a riqueza dos princípios ativos contidos. Por isso os diversos aspectos devem ser levados em conta para que se possam produzir plantas

medicinais em quantidades suficientes e com qualidade necessária (STEFANINI et al., 2002).

Como na maioria das espécies medicinais os teores de óleos essenciais de *L. alba* podem variar qualitativamente e quantitativamente, em função de diversos fatores, tais como: estações do ano, época de floração, idade da planta, quantidade de água circulante, resultante da precipitação, fatores geográficos e climáticos (CORRÊA, 1992; TAVARES et al., 2005).

### 1.2.5 – Erva-cidreira

A *Lippia alba* (Mill.) N.E. Brown (Figura 01), também conhecida como erva-cidreira ou erva-cidreira brasileira ou é uma das espécies medicinais mais utilizadas pela população brasileira, de acordo com a lista publicada pela Central de Medicamentos - CEME, (ANGELUCCI et al., 1990; MING, 1992). Pertence à família Verbenaceae, sendo que o gênero *Lippia* abrange aproximadamente 200 espécies que crescem espontaneamente na América Central e do Sul, e na África (REIS et al., 2010). Trata-se de um arbusto aromático medindo até 2m de altura, com ramos finos, esbranquiçados, arqueados e quebradiços; folhas opostas, elípticas de largura variável, com bordos serrados e ápice agudo. Flores reunidas em inflorescências capituliformes de eixo curto (MATOS, 1998).



**FIGURA 01:** *Lippia alba* (Mill.) N.E. Brown, conhecida como erva-cidreira brasileira

A *L. alba* possui propriedades calmante, espasmolítica suave, analgésica, sedativa, ansiolítica e levemente expectorante (LORENZI e MATOS, 2008). É consumida principalmente nas formas de chás produzidos a partir das folhas. Também podem ser usadas na forma de compressas para combater hemorroidas; macerada, para o uso local, contra dor de dente; e em forma de banhos, como febrífuga. A infusão alcoólica friccionada é recomendada para combater resfriados e a raiz é usada no Nordeste como aperiente e no combate às afecções hepáticas (CORRÊA, 1992; AGUIAR e COSTA, 2005).

A composição dos óleos essenciais de *L. alba* apresentam variações relacionadas à parte da planta empregada na destilação, seu estado de desenvolvimento e a sua posição geográfica, as características do solo, o clima, e outras condições locais (ZOGHBI et al., 1998; REIS et al., 2010). O óleo essencial é armazenado nas folhas, mais precisamente nos tricomas secretores (presentes na epiderme foliar) e nos parênquimas paliçádico e lacunoso (GOMES et al., 2000).

### 1.3 – Programa ERVAS

Esta pesquisa vincula-se ao **PROGRAMA ERVAS** - Programa Ervanários do Recôncavo de Valorização da Agroecologia Familiar e da Saúde, que tem como seus objetivos principais, gerar dados de pesquisa, que possam ser utilizados na criação do Banco de Dados de Plantas Medicinais à serem produzidas no PROGRAMA ERVAS.

O PROGRAMA ERVAS tem os seguintes objetivos:

1. Promover a integração e o fortalecimento da agroecologia no âmbito da agricultura familiar na Região do Recôncavo da Bahia (especificamente nos municípios de Amargosa, Cruz das Almas e Santo Antônio de Jesus) por meio do cultivo de plantas medicinais;
2. Valorizar a diversificação da produção de agricultores familiares, enfocando o cultivo de plantas medicinais;
3. Resgatar o conhecimento tradicional sobre plantas medicinais e correlacioná-lo ao saber científico;
4. Proporcionar a diminuição dos gastos do poder público municipal com a aquisição de medicamentos convencionais, disponibilizando

manipulados de plantas medicinais aos usuários do Sistema Único de Saúde – SUS.

Este trabalho é apresentado em dois capítulos. O primeiro com avaliações feitas sobre o cultivo de *Lippia alba* (Mill.) N.E.Br. considerando a influência da adubação orgânica inoculada com actinomicetos sobre a produção de biomassa, teor e rendimento de óleo essencial. E o segundo trata do crescimento e do teor e extração de nutrientes pela planta medicinal, em duas colheitas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIFISA - **Associação Brasileira das Empresas do Setor Fitoterápico**, Suplemento Alimentar e de Promoção da Saúde. Net. Disponível em: <<http://www.abifisa.org.br/noticias> >. Acesso em: 09 fev. 2010.

AGUIAR, J. S.; COSTA, M. C. C. D. *Lippia alba* (Mill.) N. E. Brown (Verbenaceae): levantamento de publicações nas áreas química, agrônômica e farmacológica, no período de 1979 a 2004. **Rev. Bras. Pl. Med.**, Botucatu, v.8, n.1, p.79-84, 2005.

ALMASSY JÚNIOR, A. A. **Curso de plantas medicinais**. Viçosa: Editora UFV, 2000. 96p.

ALMASSY JÚNIOR, A.A. et al. **Folhas de chá: plantas medicinais na terapêutica humana**. Viçosa: Editora UFV, 2005. 233p.

ALMEIDA, V.P.; FIGUEIREDO-RIBEIRO, C.L.F. Análise enzimática e quimiotaxomina de duas variedades de *Ocimum nardicaule*. **Revista Brasileira de Botânica**, v.9, p.75-80, 1986.

ALTIERI, M.A. **Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável**. Guaíba: Editora Agropecuária, 2002. 592p.

ALTIERI, M.A. **Os mitos da biotecnologia agrícola**. Califórnia: Universidade da Califórnia, Berkeley. 2005.

ANGELUCCI, M.E.M.; CORDAZZO, S.N.; FORTES, V.A. Efeitos farmacológicos do extrato de *Lippia alba* (Mill.) N.E.B. In: SIMPÓSIO DE PLANTAS MEDICINAIS DO BRASIL, 11., 1990, João Pessoa. **Resumos...** João Pessoa: SBPM, 1990. p.4, n.12.

AZCÓN-AGUILAR, C.; BAREA, J.M. Applying biotechnology to horticulture: significance and potentials. **Scientia Horticulturae**, v. 68, 1997. p.1-24.

BASER, K.H.C. Industrial utilization of medicinal and aromatic plants. **Acta Horticulturae**, v.503, p.177-192, 1999.

BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Dinâmica e função da matéria orgânica. In: SANTOS, G.A.; CAMARGO, F.A.O. (Ed.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre: Gênese, 1999. p.9-26.

BEZERRA, A.M.E. Desenvolvimento de um sistema de produção para macela (*Egletes viscosa* (L.) Less.). 2003. 152p. **Tese** (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

BEZERRA, A.M.E. Rendimento de biomassa, óleo essencial, teores de fósforo e potássio de chambá em resposta à adubação orgânica e mineral. **Revista Ciência Agronômica**, v.37, n.2, p.124-129. 2006.

BLANCO, M.C.S.G. Biomassa e mucilagem da tanchagem (*Plantago major* L.), em função das adubações orgânica, mineral e mista e da supressão das inflorescências. In: MING, L. C. (Coord.). **Plantas medicinais, aromáticas e condimentares: avanços na pesquisa agronômica**. v.2. Botucatu: UNESP, 1998. p.139-154.

BLANK, A.F.; et al. Influência da adubação orgânica e mineral no cultivo de manjerição cv. Genovese. **Revista Ciência Agronômica**, v.36, n.2, p. 175-180, maio/ago. 2005.

CASTRO, H.G; FERREIRA, F.A.; SILVA, D.J.H. **Contribuição ao estudo de plantas medicinais: metabólitos secundários**. 2ed. Viçosa: Suprema, 2004. 113p.

CATTELAN, A.J. Métodos quantitativos para determinação de características bioquímicas e fisiológicas associadas com bactérias promotoras do crescimento vegetal. Londrina: Embrapa Soja, 36p. n. 139. (**Documentos**), 1999.

CHAGAS, J.H. **Propagação, adubação orgânica, níveis de irradiância, idade e época de colheita e armazenamento na produção de biomassa seca e teor de óleo essencial em plantas de *Mentha arvensis* L.** 2007. 135p. Dissertação

(Mestrado em Agronomia). Departamento de Agricultura, Universidade Federal de Lavras, Lavras.

CHANG, C.C. et al. Activity of cellulose from thermoactinomycetes and *Bacillus* spp. isolated from *Brassica waste* compost. **Sci. Agric.**, v.66, n.3, p.304-308. 2009.

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, 153p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

CHEFETZ, B.; CHEN, Y.; HADAR, Y. Purification and characterization of laccase from *Chaetomium thermophilum* and its role in humidification. **Appl Environ Microbiol.** n. 64. p. 3175–3179. 1998.

COMCIÊNCIA. Usos e abusos da fitoterapia. **Revista Eletrônica de Jornalismo Científico**, out. 2001.

CORREA JÚNIOR, C.; MING, L.C.; SCHEFFER, M.C. **Cultivo de plantas medicinais, condimentares e aromáticas.** Jaboticabal: FUNEP, 1994. 151p.

CORRÊA, C.B.V. Contribuição ao estudo de *Lippia alba* (Mill) N.E.Br ex Britt & Wilson – erva cidreira. **Revista Brasileira de Farmácia**, v.73, n.3, p.57-64, 1992.

CORREIA, M.E.F.; ANDRADE, A.G. Formação de serapilheira e ciclagem de nutrientes. In: SANTOS, G.A.; CAMARGO, F.A.O. (Ed.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais.** Porto Alegre: Gênese, 1999. p.197-225.

CRAVEIRO, A.A. et al. **Óleos essenciais de plantas do nordeste.** Fortaleza: EUFC, 1981. 210p.

CRAWFORD, D. L. et al. Isolation and characterization of actinomycete antagonist of fungal root pathogen. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v.59, n.11, p.3899–3905, 1993.

CRUZ, G.F. **Desenvolvimento de sistema de cultivo para hortelã-rasteira (*Mentha x villosa* Huds.).** 1999, 35p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

DAMATTO JUNIOR, E.R. et al. Alterações em propriedades do solo adubado com doses de composto orgânico sob cultivo de bananeira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.28, n.3, p.546-549. 2006.

EDWARDS, C. Isolation properties and potential applications of thermophilic actinomycetes. **Applied Biochemistry and Biotechnology**, v.42, p.161-179, 2007.

FERRO, A.M.; SIMS, R.C.; BUGBEE. Hycrest crested wheatgrass accelerated the degradation of pentachlorophenol in soil. **Journal of Environmental Quality**, v.23, p.272-279, 1994.

FITOTERAPIA. **Entre o conhecimento popular e o científico**. Disponível em:<http://www.comciencia.br/reportagens/fito/fito1.htm>. Acesso em: 23 dez. 2010.

FRAVEL, D.R. Role of antibiotics in the biocontrol of plant diseases. **Annual Review of Phytopathology**, v. 26, p. 75-91, 1998.

GARRIDO, M.S.; SAMPAIO, E.V.S.B.; MENEZES, R.S.C. Potencial de adubação orgânica com esterco no Nordeste do Brasil. In: MENEZES, R.S.C.; SAMPAIO, E.V.S.B.; SALCEDO, I.H. **Fertilidade do solo e produção de biomassa no semi-árido**. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2008. 291 p.

GETHA, K. et al. Evaluation of *Streptomyces* sp. strasin g10 for suppression of *Fusarium* wilt and rhizosphere colonization in pot-grown banana plantlets. **Journal of Indian Microbiology and Biotechnology**, v.32, p.24-32, 2005.

GLIESSMAN, S.R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2005. 653p.

GOMES, R.C. et al. Chitinolytic activity of actinomycetes from a cerrado soil and their potential in biocontrol. **Applied Microbiology**, p. 146-150, n. 30. 2000.

GONÇALVES, L.A. **Os tricomas glandulares de *Ocimum selloi* Benth. (Lamiaceae) e o desenvolvimento da espécie em dois níveis de radiação solar**. 2000. 105p. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

GOODAY, G.H. The ecology of chitin degradation. **Microbiol. Ecol.**, 10, 387-431. 1990.

GOODAY, G.H., ZHU, W.Y., DONNELL, R.W. What are the roles of chitinases in the growing fungus. FEMS: **Microbiology Letters**, v.100, p. 387-392. 1992.

GOODFELLOW, M., WILLIAMS, S.T. Ecology of actinomycetes. **Ann. Rev. of Microbiol.**, 37, 187-216. 1983

GOTTLIEB, O.R.; SALTINO, A. Função e evolução de óleos essenciais e de suas estruturas secretoras. **Ciência e Cultura**, v.39, n.8, p.707-716, 1987.

GRIMES, H.D.; MOUNT, M.S. Influence of *Pseudomonas putida* on nodulation of *Phaseolus vulgaris*. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v.16, p. 27-30. 1984.

HARBONE, J.B. **Phytochemical methods**. 3.ed. Hong Kong: Chapman and Hall, 1987. 288p.

KIEHL, E. J. **Adubação orgânica: 500 perguntas e 500 respostas**. Piracicaba: Editora Agronômica Ceres, 2008. 227 p.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos**. Piracicaba: Editora Agronômica Ceres, 1985. 482 p.

KIEHL, E. J. **Manual de compostagem: maturação e qualidade do composto**. 4ª Ed. Piracicaba: Editora Degaspari, 2004. 173 p.

KNAUF, M.; MONIRUZZAMAN, M. Lignocellulosic biomass processing: a perspective. **International Sugar Journal**, Glamorgan, v. 106, p. 147-150, 2004.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos, Rima Artes e Textos, 2000. 531p.

LORENZI, H.; MATOS, F.J.A. Plantas Medicinais no Brasil: Nativas e Exóticas. 2ª. Ed, Nova Odessa, São Paulo: Instituto Plantarum, 2008. 544p.

LOURENZANI, A.E.B.S.; LOURENZANI, W.L.; BATALHA, M.O. Barreiras e oportunidades na comercialização de plantas medicinais provenientes da agricultura familiar. **Revista Informações Econômicas**, SP, v.34, n.3, mar. 2004.

LUZ, W. C. Rizobactérias promotoras de crescimento de plantas e bioproteção. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, v.4, p.1-49. 1996.

LYNCH, J.M. **Biotecnologia do solo**. São Paulo, Manole, 1986. 208p.

MAGALHÃES, P. M. **O caminho medicinal das plantas**: aspectos sobre o cultivo. Campinas: UNICAMP, 1997. 120p.

MALHERBE, S.; CLOETE, T.E. Lignocellulose biodegradation: Fundamentals and applications. **Rev. Envir. Science BioTech.**, 1: p.105-114, 2002.

MAPA – MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO. **Cartilha de plantas medicinais**. MAPA. Brasília. 2006.

MARTINS, E.R. **Morfologia interna e externa, caracterização isozimática e óleo essencial de *Ocimum selloi* Benth.** 1996. 97p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

MATTOS, S.H. **Estudos fitotécnicos da *Mentha arvensis* L. var. *piperascens holmes* como produtora de mentol.** 2000. 114 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

MAZZA, G.; LEMAGUER, M. Dehydration of onion: some theoretical and practical considerations. **J. Food Technol.**, 15: 181-194, 1980.

MELO, I.S.; AZEVEDO, J.L. (Eds.). **Ecologia microbiana**. Jaguariúna: EMBRAPA CNPMA, 1998. 488p.

MENEZES, R.S.C. et al. Produção de batatinha com incorporação de esterco e/ou crotalária no Agreste paraibano. In: SILVEIRA, L.; PETERSEN, P.; SABOURIN, E. (Orgs). **Agricultura familiar e agroecologia no semi-árido**: avanços a partir do agreste da Paraíba. Rio de Janeiro, AS-PTA, 2002. p. 261-270.

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

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

MING, L.C. **Influência de diferentes níveis de adubação orgânica na produção de biomassa e teor de óleos essenciais de *lippia alba* (Mill.)N.E.Br.** Verbenaceae. 1992. 206p. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras: UFLA. 2002. 626p.

PAIVA, D.P. Emprego da compostagem para destinação final de suínos mortos e restos de parição. Embrapa Suínos e Aves, Concórdia. 26p. (**Circular Técnica**).

PAVIANI, L.C. **Extração com CO<sub>2</sub> a altas pressões e fracionamento do óleo essencial de capim-limão utilizando peneiras moleculares**. 2004. 92p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos), Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, Erechim.

PEIXOTO, R.T.G. Compostagem: opção para manejo orgânico do solo. Londrina: Iapar, 1988. 48 p. (**Circular 57**).

PEIXOTO, R.T.G. Compostagem: princípios, práticas e perspectivas em sistemas orgânicos de produção. In: AQUINO, A.M.; ASSIS, R.L. (Editores). **Agroecologia: princípios e técnicas para uma agricultura orgânica sustentável**. Brasília: Embrapa Informações Tecnológica, 2005. p.388-422.

PENTEADO, S.R. **Adubação orgânica: compostos orgânicos e biofertilizantes**. 2.ed. Campinas: Edição do autor, 2007. 150 p.

PEREIRA FILHO, J. **Cresce o espaço das plantas na medicina**. Gazeta Mercantil, São Paulo, p.8-9. 2001.

REDDY, N.; YANG, Y. Biofibers from agricultural by products for industrial applications. **Tends in Biotechobology**. v.23, p.22-27, 2005.

REIS, P.S. et al., Mineral Composition of *Lippia alba* (Mill.) N.E. Brown Leaves. **J. Braz. Chem. Soc.**, Vol. 21, No. 10, 1905-1909, 2010.

REQUENA, N.; JEFFRIES, P.; BAREA, J.M. Assessment of natural mycorrhizal potential in a desertified semiarid system. **Applied and Environmental Microbiology**, n.62, p.842–847. 1996.

ROCHA, M. F. A. Efeito do horário de corte sobre o citral e mirceno do óleo essencial de *Cymbopogon citratus*. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n.2, jul. 2002. Suplemento, 2.

ROJAS, A. et al. Screening for antimicrobial activity of crude drug extracts and pure natural products from Mexican medicinal plants. **Journal of Ethnopharmacology**. n.35, p.127–149. 1992.

ROMEIRO, R. S. Indução de resistência em plantas a patógenos. Viçosa: UFV, 1999. 45 p. (**Cadernos didáticos, 56**).

SANTOS, M.R.A.; INNECCO, R. Adubação orgânica e altura de corte da erva-cidreira brasileira. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 2, abril-junho 2004. p. 182-185.

SARTÓRIO, M.L. et al. **Cultivo orgânico de plantas medicinais**. Ed. Aprenda Fácil, 2000. 258p.

SCHEFFER, M.C. Estudo de aspectos agronômicos das plantas medicinais selecionadas pela fitoterapia do SUS-PR/CEMEPAR. **Informa**, v.10, p.29-31, 1991.

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 agrônômica**. Botucatu: UNESP, 1998. v.1, p.1-22.

SEVERINO, L. S. et al. Produtividade e crescimento da mamoneira em resposta à adubação orgânica e mineral. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.41, n.5. 2006. p.879-882.

SILVA, F.; CASALI, V.W.D. **Plantas medicinais e aromáticas: Pós-colheita e óleos essenciais**. 2.ed. Viçosa: Editora UFV, 2000. 153p.

SILVA, F.; PARK, K.J. Plantas Medicinais: Cultivo orgânico, preservação ambiental e saúde. **Revista Ação Ambiental**, Viçosa, n. 28, p. 30-33, 2005.

SILVA, T.O.; MENEZES, R.S.C. Adubação orgânica da batata com esterco e, ou, *Crotalaria juncea*. II – Disponibilidade de N, P e K no solo ao longo do ciclo de cultivo. **R. Bras. Ci. Solo**, 31:51-61, 2007.

SILVEIRA, E.B. Bactérias promotoras de crescimento de plantas e biocontrole de doenças. In: MICHEREFF, S.; BARROS, R. (Eds). **Proteção de plantas na agricultura sustentável**. Recife: UFRPE. P. 71-100, 2001.

SIMÕES, C.M.O.; SPITZER, V. Óleos voláteis. In: SIMÕES, C.M.O. et al. (Eds.). **Farmacognosia da planta ao medicamento**. Porto Alegre, Florianópolis: Ed. Universidade UFRGS, Ed. da UFSC, 1999. 821p.

SOARES, A.C.F. et al. Soil streptomycetes with in vitro activity against the yam pathogens *Curvularia eragostrides* and *Colletotrichum gloeosporioides*. **Brazilian Journal of Microbiology**, v.37, p.456-461, 2006.

SOUSA, C.S.; SOARES, A.C.F.; GARRIDO, M.S. Produção de mudas de tomateiro em substrato orgânico inoculado e incubado com estreptomicetos. **Bragantia**, Campinas, v.68, n.1, p.195-203, 2009.

SOUSA, C.S. Estreptomicetos no controle da meloidoginose em mudas de tomateiro. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.41, n.12, p.1759-1766, 2006.

SOUTO, P.C. et al. Decomposição de esterco dispostos em diferentes profundidades em área degradada no semi-árido da Paraíba. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v.29, n.1, p.125-130, 2005.

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

STEVENSON, F. J. **Humus Chemistry**: Genesis, composition, reactions. 2.ed. New York: John Wiley, 1994. 496p.

TAVARES, E.S. et al. Análise do óleo essencial de folhas de três quimiotipos de *Lippia alba* (Mill.) N. E. Br. (Verbenaceae) cultivados em condições semelhantes. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 15, n.1, p.1-5. 2005.

TUOMELA, M. et al. Biodegradation of lignin in a compost environmental: a review. **Bioresource technology**, v.72, p.169-183, 2000.

UEDA; E. T.; MING, L. C. Influência dos macronutrientes N, P e K na produção de biomassa foliar e teor de óleo essencial em citronela de java - *Cymbopogon winterianus* – Poaceae. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 38, Petrolina. **Resumos...** Petrolina: Sociedade de Olericultura do Brasil, 1998. 352p.

VERLET, N. Commercial aspects. In: HAY, R.K.M.; WATERMAN, P.G. **Volatile oil crops**: their biology, biochemistry and production. Essex: Longman Group, 1993. p. 137-174.

VITTI, G.C. et al. Fertirrigação: condições e manejo. In: Reunião brasileira de fertilidade do solo e nutrição de plantas, 21., Petrolina, 1995. **Anais**. Petrolina, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1995. p.195-271.

WELLER, D.M. Biological control of soilborne plant pathogens in rhizosphere with bacteria. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v.26, p. 379-407,1998.

ZOGHBI, M.D.G.B. et al. Essential oils of *Lippia alba* (Mill.) N. E. Br. growing wild in the Brazilian Amazon. **Flavour and Fragrance Journal** 13, 47-8. 1998.

## **CAPÍTULO 1**

### **BIOMASSA E ÓLEO ESSENCIAL DE *Lippia alba* (Mill) N.E.Br. SOB ADUBAÇÃO COM COMPOSTOS ORGÂNICOS INOCULADOS E SEM INOCULAÇÃO DE ACTINOMICETOS<sup>1</sup>**

---

<sup>1</sup>Artigo a ser ajustado para submissão ao Comitê Editorial do periódico científico: Revista Brasileira de Plantas Mediciniais

# BIOMASSA E ÓLEO ESSENCIAL DE *Lippia alba* (Mill) N.E.Br. SOB ADUBAÇÃO COM COMPOSTOS ORGÂNICOS INOCULADOS E SEM INOCULAÇÃO DE ACTINOMICETOS

Autor: Erasto Viana Silva Gama  
Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Franceli da Silva  
Co-orientador: Prof. Dr. Marlon da Silva Garrido

**RESUMO:** O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da adubação orgânica inoculada e sem inoculação de actinomicetos sobre a produção de biomassa, teor, rendimento e composição de óleo essencial de *L. alba*. Foram testados compostos orgânicos de crotalária + esterco, capim elefante + esterco e gliricídia + esterco, todos na proporção de 70% de material vegetal e 30% de esterco, inoculados e sem inoculação dos isolados de actinomicetos AC16, AC26, AC92 e AC103 da coleção de culturas do Laboratório de Fitopatologia e Microbiologia Agrícola da UFRB, mais um controle absoluto, sem adubação orgânica, num total de 16 tratamentos. As colheitas foram feitas a 15 cm do solo, aos 75 e 165 dias após o transplante (DAT), respectivamente no primeiro e segundo ciclos de cultivo. A extração do óleo essencial foi realizada por hidrodestilação e a identificação dos componentes do óleo por cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massa (CG/MS). Nas condições em que foi realizado o estudo pode-se concluir que: a adubação com compostos orgânicos influenciou positivamente a produção de biomassa seca de folhas, de biomassa seca da parte área e de biomassa seca total de *L. alba*.; não houve influência da inoculação dos compostos sobre a produção de biomassa de *L. alba*; o isolado AC92 quando inoculado nos compostos orgânicos se mostrou mais eficiente que os demais testados com relação ao aumento do rendimento total de óleo essencial; os tratamentos promoveram alteração na composição do óleo essencial, principalmente no óleo obtido no 1º ciclo.

**Palavras-chave:** erva-cidreira, estreptomicetos, compostagem, plantas medicinais

## **BIOMASS AND ESSENTIAL OIL *Lippia alba* (Mill) N.E.Br. UNDER FERTILIZATION INOCULATED WITH ORGANIC COMPOUNDS AND WITHOUT INOCULATION OF ACTINOMYCETES**

Author: Erasto Viana Silva Gama

Advisor: Prof.. Dr. Franceli da Silva

Co-supervisor: Prof. Dr. Marlon da Silva Garrido

**ABSTRACT:** The purpose of this study was to evaluate the effect of organic manure with and without inoculated actinomycetes on biomass production, content, yield and composition of essential oil of *L. alba*. Organic compounds were tested, crotalária +manure, capim elefante + manure and e gliricídia + manure, all in proportion of 70% of plant material and 30% manure, with and without inoculated actinomycetes AC16, AC26, AC92 and AC103 collection cultures of the Microbiology Laboratory of Plant Pathology and Agricultural UFRB, a more absolute control, without fertilization, a total of 16 treatments. Harvests were made at 15 cm soil at 75 and 165 days after transplanting (DAT), respectively the first and second growing periods. The extraction of essential oil by hydro distillation was performed and identification of oil components by Gas Chromatography coupled to mass spectrometry (GC / MS). In conditions where the study was conducted one can conclude that: the fertilization with organic compounds has positively influenced the production of dry leaves, dry matter of the area and total biomass of *L. alba*. And there was no influence of inoculation of the compounds on the biomass of *L. alba*; isolate AC92 when inoculated in organic compounds proved more efficient than the others tested in relation to the increase in total yield of essential oil; treatments promoted changes in the composition of essential oil, mainly in the oil obtained in cycle 1.

**Keywords:** erva cidreira, strptomycetes, composting, medicinal plants

## 1- INTRODUÇÃO

O estabelecimento de práticas que visem o cultivo, o manejo sustentável, a produção e o uso de plantas medicinais vêm crescendo em todo o mundo. Na verdade, os produtos naturais nunca deixaram de ser parte da composição de muitos medicamentos, e ainda hoje esses produtos, incluindo seus derivados e análogos, representam quase 50% de todas as drogas terapêuticas em uso clínico, das quais as plantas vasculares são aproximadamente 20% do total (PERECIN et al., 2002).

De acordo com Chaves (2002) as espécies medicinais e aromáticas apresentam melhor desenvolvimento onde os solos possuem características favoráveis à expansão do sistema radicular. Ressalta-se que uma das práticas culturais para melhorar as qualidades físicas-químicas e microbiológicas do solo é a utilização de adução orgânica, onde os nutrientes são liberados para as plantas de forma mais lenta e constante (KIEHL, 1985; MING, 1994; RAJESWARA RAO, 2001).

A erva-cidreira [*Lippia alba* (Mill.) N. E. Br.] é uma espécie da família Verbenaceae amplamente utilizada pela população brasileira, devido às propriedades calmante, espasmolítica suave, analgésica, sedativa, ansiolítica e levemente expectorante (MING, 1992; LORENZI e MATTOS, 2008).

Nas duas últimas décadas, diversos estudos foram realizados com *Lippia*, visto a necessidade de se estabelecer técnicas apropriadas de produção dessa planta a fim de possibilitar a produção de matéria prima vegetal de boa qualidade, com maior teor de óleo essencial, podendo ser elencados os trabalhos de Ming (1994), Stefanini et al., (2002), Atti-Serafini et al., (2002), Castro et al., (2002), Duarte et al., (2002); Montanari et al., (2004); Santos e Innecco (2004), Santos et

al.,(2006a e 2006b); Silva et al., (2006), Yamamoto (2006), Camêlo et al. (2007), Morais (2009), Tavares (2009), Teles (2010) e Camêlo (2010).

Em *L. alba* são poucos os estudos encontrados na literatura em que se testou o uso de adubos orgânicos, sendo encontrado apenas os realizados por Ming (1994) que testou as doses 0, 1, 2, 4, 8 kg·m<sup>-2</sup> de esterco bovino, e verificou que o aumento das doses resultou em maior rendimento de biomassa, porém, em decréscimos no teor do óleo essencial; Santos (2003) que observou que diferentes níveis de adubação orgânica não influenciaram na produção de biomassa foliar e de óleo essencial da erva-cidreira quimiotipo limoneno-carvona, assim como na produção de limoneno. Os estudos realizados por Santos e Innecco (2004) em que a adubação orgânica não influenciou a produção de biomassa e óleo essencial; Montanari et al. (2004) observaram que os substratos contendo adubação mineral (fórmula N-P-K 4-14-8 600 kg·ha<sup>-1</sup>), adubação orgânica com esterco bovino (20 L·m<sup>-2</sup>) e a adubação organo-mineral nas mesmas proporções anteriores, tiveram influencia sobre as características morfológicas da planta. E os estudos realizados por Tavares (2009), em que cada Kg·m<sup>-2</sup> de adubo orgânico incorporado ao solo promoveu um aumento de 0,69 g na massa seca das folhas e 0,03 t·ha<sup>-1</sup> na produtividade de massa seca.

O interesse nos estudos com os actinomicetos tem aumentado devido ao seu potencial em produzir grande variedade de metabólitos secundários, dentre eles antibióticos e enzimas extracelulares (KORN-WENDISCH e KUTZER, 1992). Durante o processo de compostagem, os actinomicetos, principalmente os pertencentes ao gênero *Streptomyces*, compõem importante grupo de bactérias do solo, que atuam na degradação de moléculas complexas e recalcitrantes, especialmente celulose, lignocelulose, xilana e lignina, presentes em abundância na biomassa vegetal (PETROSYAN et al., 2003; DING et al., 2004). Além da atuação na decomposição da matéria orgânica, esses microrganismos possuem grande potencial como agentes de controle biológico de fitopatógenos (HOSTER et al., 2005; THIRUP et al., 2001) devido à produção de antibióticos, sideróforos e enzimas com ação antimicrobiana e favorecem o crescimento das plantas (NASSAR et al., 2003; SOUSA et al., 2009), através da produção de fitormônios (CATTELAN e HARTEL, 2000; CRAWFORD et al., 1993).

Não foram encontrados na literatura trabalhos em o uso de actinomicetos inoculados no processo de compostagem tenham sido testados para nenhuma cultura, em especial para plantas medicinais, sendo este um trabalho pioneiro.

Em locais de diferentes características edafoclimáticas, possivelmente a produção de biomassa e os teores de princípios ativos não serão os mesmos. Ter essas informações sistematizadas é fundamental na produção da erva-cidreira a fim de possibilitar a produção de matéria prima vegetal de boa qualidade, com maior teor de óleo essencial (TAVARES, 2009). Diante disso se constitui objetivo neste trabalho avaliar o efeito da adubação com compostos orgânicos inoculados e sem inoculação de actinomicetos sobre a produção de biomassa, teor, rendimento e composição de óleo essencial de *L. alba*.

## **2 - MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 - Produção das mudas**

As mudas de *Lippia alba* (Mill) N.E.Br. foram produzidas em casa de vegetação do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, com estacas de aproximadamente 15 cm de comprimento, e com quatro folhas colocadas para enraizar em copos descartáveis de 200 mL contendo a mistura de terra vegetal e solo na proporção de 1:1.

### **2.2 - Implantação e delineamento experimental**

O ensaio foi montado em casa de vegetação com delineamento experimental em blocos casualizados com 16 tratamentos e quatro repetições, dando total de 64 parcelas com quatro plantas por parcela (Figura 02).

As mudas de *L. alba* enraizadas foram lavadas, para remoção do substrato de enraizamento e transplantadas para sacos de polietileno com 10 Kg de solo, mais o tratamento adicionado.

As características químicas do solo usado para enchimento dos sacos foram determinadas conforme metodologia descrita pela Embrapa (SILVA, 1999) e encontram-se na Tabela 01.



**FIGURA 01:** A – Visualização de uma unidade experimental; B – Visualização geral do ensaio.

**TABELA 01.** Características químicas do solo (classificado como argissolo amarelo distrocoeso usado para enchimento dos saquinhos e implantação do experimento).

M.O.	PH	P	K	Ca+Mg	Ca	Mg	Al	H+Al	Na	SB	CTC	V	
$\text{g} \cdot \text{Kg}^{-1}$	( $\text{H}_2\text{O}$ )	$\text{mg} \cdot \text{dm}^{-3}$	-----				$\text{Cmol} \cdot \text{dm}^{-3}$				-----		%
10,86	5,8	10	0,10	1,50	0,90	0,60	0,0	1,76	0,03	1,63	3,39	48	

### 2.3 - Preparação dos compostos

Para implantação do experimento foram produzidos compostos orgânicos de crotalária + esterco, capim elefante + esterco e gliricídia + esterco em mini-composteiras (adaptado de KIEHL, 1985) na proporção de 70% de material vegetal e 30% de esterco, sem inoculação e inoculados com os isolados de actinomicetos do gênero *Streptomyces*: AC16; AC26; AC92 e AC103, oriundo da coleção de culturas do Laboratório de Fitopatologia e Microbiologia Agrícola da UFRB, Campus Cruz das Almas.

A matéria-prima utilizada para formulação dos compostos orgânicos foi caracterizada conforme metodologia descrita pela Embrapa (SILVA, 1999) (TABELA 02).

**TABELA 02.** Características da matéria-prima utilizada para formulações dos compostos.

Material	C	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Zn	Fe	Mn	Cu	C:N
	----- $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ -----							----- $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ -----					
Crotalária	522	25,5	4,0	19,2	10,9	4,4	2,2	46	31	264	44	4	20:1
Capim Elefante	432	13,5	2,9	57,5	4,3	1,7	1,7	1,5	53	297	45	6	32:1
Gliricídia	519	26,9	1,9	21,0	14,8	5,0	2,9	95	25	267	61	8	19:1
Esterco	267	19,8	4,8	12,0	34,5	5,8	5,2	7,2	248	2714	358	34	13:1

Depois de realizada a mistura esterco – material vegetal inoculou-se os isolados de actinomicetos na compostagem. O processo foi controlado conforme Kiehl (1985) e aconteceu entre os dias 04 de novembro de 2009 a 04 de março de 2011, num total de 120 dias e resultou nos compostos mostrados na Tabela 03.

**TABELA 03.** Compostos orgânicos com e sem inoculação de isolados de actinomicetos produzidos para adubação da *L. alba*.

	Composto	Material vegetal (MV)	Esterco (E)	Relação MV : E	Inoculante
1	CR SI	Crotalária	Ovino	7:3	Sem inoculação
2	CR AC16	Crotalária	Ovino	7:3	Isolado AC16
3	CR AC26	Crotalária	Ovino	7:3	Isolado AC26
4	CR AC92	Crotalária	Ovino	7:3	Isolado AC92
5	CR AC103	Crotalária	Ovino	7:3	Isolado AC103
6	CE SI	Capim elefante	Ovino	7:3	Sem inoculação
7	CE AC16	Capim elefante	Ovino	7:3	Isolado AC16
8	CE AC26	Capim elefante	Ovino	7:3	Isolado AC26
9	CE AC92	Capim elefante	Ovino	7:3	Isolado AC92
10	CE AC103	Capim elefante	Ovino	7:3	Isolado AC103
11	GL SI	Gliricídia	Ovino	7:3	Sem inoculação
12	GL AC16	Gliricídia	Ovino	7:3	Isolado AC16
13	GL AC26	Gliricídia	Ovino	7:3	Isolado AC26
14	GL AC92	Gliricídia	Ovino	7:3	Isolado AC92
15	GL AC103	Gliricídia	Ovino	7:3	Isolado AC103

Os teores médios de macro e micro nutrientes dos compostos orgânicos foram determinados conforme metodologia descrita por Malavolta et al.,(1997) e pela Embrapa (SILVA, 1999) e são demonstrados na TABELA 04.

## 2.4 - Tratamentos

Os tratamentos aplicados foram os 15 compostos orgânicos descritos na Tabela 03, todos adicionados na proporção de oito gramas de composto por quilograma de solo, o que equivale a 20 toneladas por hectare e mais o tratamento controle (T16), somente solo, sem adição de composto.

**TABELA 04.** Teores médios de macro e micro nutrientes dos compostos orgânicos usados na adubação *Lippia alba* (Mill) N.E.Br.

TRAT	g*kg <sup>-1</sup>						mg*kg <sup>-1</sup>						C:N
	N	P	K	Ca	S	Na	Cu	Fe	Mn	B	Zn		
CR SI	34,1	5,81	14,63	10,73	7,36	4,38	56,66	854,69	343,31	35,43	203,06	9:1	
CR AC16	35,7	6,44	16,00	12,25	7,36	4,70	40,93	810,74	371,44	33,03	202,68	8:1	
CR AC26	35,5	6,40	19,63	16,75	6,71	4,68	58,11	1133,40	357,76	34,18	175,21	9:1	
CR AC92	36,8	3,97	16,25	16,39	5,63	3,60	37,50	1153,24	333,53	28,31	171,45	8:1	
CR AC103	32,7	4,26	16,63	20,82	5,35	3,53	45,21	1429,64	329,68	33,06	158,23	10:1	
CE SI	31,4	4,92	37,75	19,80	6,26	5,85	34,01	1449,11	368,87	34,35	166,39	8:1	
CE AC16	31,2	4,82	33,38	22,27	5,83	5,20	34,73	1352,66	275,03	33,29	196,48	9:1	
CE AC26	31,0	4,17	38,00	19,10	5,59	5,73	34,02	1336,58	353,16	31,68	176,16	8:1	
CE AC92	31,9	3,60	36,50	18,12	5,82	6,28	38,71	1039,93	359,72	34,91	163,53	8:1	
CE AC103	32,9	3,30	35,63	16,22	5,41	5,58	38,45	916,11	424,48	49,54	181,77	8:1	
GL SI	35,4	4,13	17,88	16,39	4,65	5,38	30,42	785,36	265,33	47,40	142,17	10:1	
GL AC16	34,8	5,57	17,63	20,28	4,57	5,10	28,34	840,83	274,50	54,19	107,90	10:1	
GL AC26	32,3	5,34	20,63	21,98	4,23	6,13	42,01	908,58	250,67	44,47	141,86	10:1	
GL AC92	34,3	5,22	21,63	22,30	4,31	5,68	30,50	856,23	269,09	34,91	125,42	9:1	
GL AC103	33,9	6,07	22,00	23,75	3,86	5,75	30,58	880,88	269,20	41,33	122,79	9:1	

Todos os tratamentos foram acondicionados em sacos de polietileno contendo 10,0 kg de solo e foram reaplicados no segundo ciclo de cultivo, iniciado logo após o primeiro corte, nas mesmas proporções anteriormente citadas.

## **2.5 – Colheita**

As colheitas da parte aérea das plantas foram realizadas a uma altura de 15 cm do solo aos 75 e 165 dias após o transplante, respectivamente no primeiro e segundo ciclos de cultivo.

Logo após a colheita as plantas foram separadas em caule e folha. E foram submetidas à secagem artificial, realizada na sala de secagem localizada no Núcleo da Agricultura Familiar - NAF da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia/UFRB, com utilização de desumidificador (capacidade de circulação de 500m<sup>3</sup> e umidade relativa do ar variando de 50 a 60%). A temperatura e a umidade foram registradas por meio de termômetro digital.

Após a colheita do segundo ciclo de cultivo as raízes foram lavadas em água corrente e secas em estufa de circulação forçada a 65<sup>o</sup> até peso constante, na obtenção dos dados de produção de biomassa seca de raízes.

## **2.6 – Determinações da biomassa seca**

Sub amostras de folhas, caule e raízes foram coletadas e secas em estufa de circulação forçada a 65<sup>o</sup>C até peso constante para determinação da biomassa seca de folhas (MSF), biomassa seca de caule (MSC) e biomassa seca de raízes (MSR) respectivamente, de acordo com Malavolta et al. (1997).

A biomassa seca de folhas total (MSFT) foi obtida a partir da soma da MSF do 1<sup>o</sup> e 2<sup>o</sup> ciclos. A biomassa seca total da parte aérea (MSTPA) foi obtida a partir do somatório da MSFT e da biomassa seca do caule total (BSCT). A biomassa seca total (MST) foi obtida do somatório a MSTPA e da MSR.

## **2.7 - Extração do óleo essencial**

A extração do óleo essencial foi realizada por hidrodestilação (SANTOS et al., 2004) no Laboratório de produtos naturais (LAPRON) do Departamento de Ciências Exatas da Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS).

As folhas secas foram moídas em moinho elétrico de facas (MA 340) e, em seguida, 1 g foi utilizada na determinação do teor de umidade, que foi feita e triplicata no determinador de umidade (Série ID Versão 1.8 Marte®.); as amostras

vegetais foram secas a temperatura de 100° C, até que não houvesse variação na pesagem de 0,1% em 30 s.

Em torno de 100 g das amostras foram colocadas em balão de vidro de 5 L contendo água destilada em volume suficiente para cobertura total do material vegetal, iniciando o processo de hidrodestilação. Foram utilizados aparatos do tipo Clevenger graduados, acoplados nos balões de vidro, que foram aquecidos por mantas térmicas elétricas com termostato. O processo de extração foi conduzido durante 3 horas, contadas a partir da condensação da primeira gota, sendo verificado o volume de óleo extraído na coluna graduada do Clevenger. Adicionou-se ao óleo retirado do aparelho o sulfato de sódio anidro, com objetivo de evitar perdas por hidrólise durante o armazenamento. Posteriormente, com o uso da pipeta do tipo Pasteur, o óleo foi acondicionado em frasco de vidro com capacidade para 2 ml, etiquetado e armazenado em congelador comercial a -5°C até a realização da análise química.

## 2.7 - Obtenção do teor e rendimento de óleo essencial

O teor do óleo essencial foi calculado (Equação 1) a partir da base livre de umidade (BLU), que corresponde ao volume (mL) de óleo essencial em relação a massa seca.

$$\text{Equação (1)} \quad T_o = \frac{V_o}{B_m - \frac{(B_m \times U)}{100}} \times 100$$

Onde:

$T_o$  = Teor de óleo (%)

$V_o$  = Volume de óleo extraído

$B_m$  = Biomassa aérea vegetal

$(B_m \times U)$  = Quantidade de umidade presente na biomassa

$B_m - (B_m \times U)$  = Quantidade de biomassa seca

**Equação 1:** Cálculo do rendimento de óleos essenciais

**Fonte:** SANTOS et al. (2004)

O rendimento de óleo essencial foi obtido a partir da multiplicação entre o teor de óleo e a massa seca de folhas produzida.

## 2.8 - Identificação dos componentes químicos do óleo essencial

A análise da composição química dos óleos essenciais foi realizada por Cromatografia de Fase Gasosa acoplada ao Detector de Ionização de Chama (CG/DIC) e de Cromatografia de Fase Gasosa acoplada a Espectrometria de Massas (CG/EM). Na análise por Cromatografia Gasosa foi utilizado Cromatógrafo Varian® CP-3380, equipado com detector de ionização de chama (DIC) e coluna capilar Chrompack CP-SIL 5 (30m x 0,5mm, com espessura do filme de 0.25  $\mu\text{m}$ ), temperatura do injetor de 220°C e do detector de 240°C, hélio como gás de arraste (1mL/min), com programa de temperatura do forno de: 60°C a 240°C (3°C/min), 240°C (20 min).

As análises por CG/EM foram realizadas em Cromatógrafo Shimadzu® CG-2010 acoplado a Espectrômetro de Massas CG/MS-QP 2010 Shimadzu®, coluna capilar B-5ms (30m x 0,25mm, com espessura de filme 0.25  $\mu\text{m}$ ), temperatura do injetor 220°C, gás de arraste hélio (1mL/min), temperatura da interface de 240°C, temperatura da fonte de ionização de 240°C, energia de ionização 70 eV, corrente de ionização: 0,7kV e programa de temperatura do forno: 60°C a 240°C (3°C/min), 240°C (20min).

Antes da injeção, aproximadamente 0,01g de cada amostra de óleo essencial foi pesada em balança analítica e diluída em 500  $\mu\text{L}$  do solvente trimetilpentano. O volume de 0,2  $\mu\text{L}$  desta solução foi injetado, sob as mesmas condições supracitadas, no CG/DIC e duas vezes no CG/EM com razões de split de 1:100 e 1:30. Na determinação do índice de Kovats foi efetuada a análise no CG/DIC, onde o volume de 50  $\mu\text{L}$  da solução a 5% de n-alcenos ( $\text{C}_8$  a  $\text{C}_{24}$ ) foi adicionada às amostras de óleo que haviam sido previamente diluídas em trimetilpentano.

A identificação dos constituintes foi realizada por espectrometria de massas e por meio do índice de Kovats (Equação 02) e conferidas através do índice Aritmético (Equação 03) de cada pico, obtido pela co-injeção da amostra com a série homóloga de n-alcenos. Os índices foram calculados com a utilização de cromatogramas obtidos pela co-injeção da amostra com a série homóloga de n-alcenos ( $\text{C}_8$  a  $\text{C}_{24}$ ).

$$\text{Equação (2)} \quad I_k = \frac{100 N + 100 \cdot (\text{Log } t'_{R(A)} - \text{log } t'_{R(N)})}{(\text{Log } t'_{R(N+1)} - \text{log } t'_{R(N)})}$$

Onde:

$I_k$  = Índice de retenção de Kovats

IA = Índice Aritmético

N = Número de átomos de carbono do padrão do alcano (C<sub>8</sub> a C<sub>24</sub>)

$t'_{R(A)}$  = tempo de retenção do pico calculado

$t'_{R(N)}$  = tempo de retenção do alcano correspondente ao pico calculado

$t'_{R(N+1)}$  = tempo de retenção do alcano que elui posteriormente ao pico calculado

**Equação 02:** Cálculo do Índice Kovats.

**Fonte:** ADAMS, (2007)

$$\text{Equação (3)} \quad IA = \frac{100 N + 100 \cdot (t'_{R(A)} - t'_{R(N)})}{(t'_{R(N+1)} - t'_{R(N)})}$$

Onde:

IA = Índice Aritmético

N = Número de átomos de carbono do padrão do alcano (C<sub>8</sub> a C<sub>24</sub>)

$t'_{R(A)}$  = tempo de retenção do pico calculado

$t'_{R(N)}$  = tempo de retenção do alcano correspondente ao pico calculado

$t'_{R(N+1)}$  = tempo de retenção do alcano que elui posteriormente ao pico calculado

**Equação 03:** Cálculo do Índice Aritmético.

**Fonte:** ADAMS, (2007)

Cada pico do cromatograma foi também identificado pelo seu espectro de massas, por comparação com a biblioteca do equipamento, fontes da literatura (ADAMS, 2007; JOULAIN e KONIG, 1998) e injeções de padrões dos compostos químicos identificados. A quantificação do percentual relativo dos constituintes identificados foi obtida com base nas áreas dos picos cromatográficos correspondentes pelo método da normalização.

## 2.9 - Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias ao teste de Scott & Knott (1974), ao nível de 5% de probabilidade (BANZATTO e KRONKA,

2006). As análises foram realizadas pelo programa computacional Sistema para Análise de Variância - SISVAR (FERREIRA, 2000).

### 3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 – Produção de biomassa

Os resultados apresentados na Tabela 05 mostram que em todos os tratamentos com adubação obtive-se maior produção de massa seca de folhas (MSF) no primeiro e segundo ciclo e total (MSFT), na produção de massa seca total da parte aérea (MSPA) e massa seca total da cultura (MST), comparados com o tratamento controle, porém não houve efeito da inoculação de actinomicetos nos compostos orgânicos, para estas características. Maiores produções de biomassa já eram esperadas por conta do incremento na disponibilidade de nutrientes no solo causado pela adição do composto orgânico, pois de acordo com Kiehl (2008) a matéria orgânica tem marcante influência em quase todas as características e propriedades do solo, atuando na sua fertilidade e na produtividade das culturas.

**TABELA 05:** Produção de biomassa seca de folhas (MSF) 1º, 2º ciclos e total (MSFT), biomassa seca de parte aérea (MSPA), biomassa seca de raiz (MSR) e biomassa seca total (MST) de *Lippia alba* (Mill) N.E.Br. sob adubação com compostos orgânicos inoculados e não inoculados com actinomicetos, em dois ciclos de cultivo.

TRAT	MSF	MSF	MSFT	MSTPA	MSR	MST
	1º Ciclo	2º Ciclo				
----- g·par <sup>-1</sup> -----						
CR SI	32,39 a	24,68 a	57,07 a	207,32 a	59,13 a	266,45 a
CR AC16	34,48 a	26,55 a	61,03 a	209,18 a	66,42 a	275,60 a
CR AC26	38,55 a	26,68 a	65,23 a	234,66 a	68,14 a	302,80 a
CR AC92	41,56 a	26,83 a	68,38 a	230,02 a	58,60 a	288,62 a
CR AC103	35,74 a	28,41 a	64,15 a	215,10 a	60,34 a	275,44 a
CE SI	30,95 a	23,76 a	54,71 a	188,47 a	59,29 a	247,76 a
CE AC16	33,88 a	24,52 a	58,40 a	195,40 a	56,35 a	251,74 a
CE AC26	34,24 a	23,53 a	57,77 a	187,13 a	51,25 a	238,38 a
CE AC92	37,03 a	25,08 a	62,11 a	218,54 a	65,04 a	283,58 a
CE AC103	37,26 a	25,94 a	63,20 a	223,31 a	66,54 a	289,85 a
GL SI	31,70 a	23,75 a	55,44 a	210,41 a	60,57 a	270,98 a
GL AC16	31,48 a	26,21 a	57,69 a	209,12 a	67,34 a	276,46 a
GL AC26	32,52 a	27,02 a	59,53 a	207,24 a	69,10 a	255,41 a
GL AC92	35,36 a	26,73 a	62,09 a	216,97 a	73,90 a	290,87 a
GL AC103	32,49 a	25,65 a	58,13 a	196,21 a	61,56 a	257,77 a
CONTROLE	16,92 b	18,90 b	35,82 b	90,20 b	27,73 a	117,93 b
<b>Média</b>	33,53	25,26	58,80	202,45	60,71	261,85
<b>CV (%)</b>	20,81	8,93	13,12	11,63	24,56	13,41

CR = Crotalária; SI = Sem Inoculação; AC = Actinomiceto; CE = Capim Elefante; GL= Gliricídia  
As médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre – si pelo teste de Scott Knott, a 5% de probabilidade.

Dados semelhantes foram encontrados por Ming (1994) trabalhando com a adubação orgânica (0, 1, 2, 4, 8 kg·m<sup>-2</sup> de esterco bovino), também em *L. alba*, o autor verificou que o aumento das doses resultou em maior rendimento de biomassa. Esses resultados diferem dos de Santos e Innecco (2004) em que a adubação orgânica não influenciou significativamente a produção de biomassa na mesma espécie.

O efeito de adubos orgânicos pode ser verificado na produção de biomassa de outras espécies vegetais, de uso medicinal, como no estudo de Santos et al., (2009) testando o efeito de doses (0, 30.000, 60.000 e 90.000 L ha<sup>-1</sup>) de biofertilizante e esterco bovino no cultivo de *Melissa officinalis* L. relata que as plantas tiveram desenvolvimento e produtividade em reposta à adubação orgânica, além de efeito crescente do rendimento de óleo essencial em função das doses de esterco bovino.

Em outros estudos como o de Chaves (2002) verificou em alfavaca cravo (*Ocimum gratissimum* L.), que doses crescentes de adubo orgânico associado à maior idade na época de colheita da planta favoreceu o aumento de produção de folhas, caules e inflorescências, alcançando a maior produtividade com a dose de 12 kg·m<sup>-2</sup> de adubo orgânico. Maia et al., (2004) avaliaram a influência da adubação orgânica e mineral no crescimento de *Hyptis suaveolens* (L.) Poit., constatando que os maiores acúmulos de biomassa seca de folha foram obtidos com a aplicação de esterco de aves (45 e 80 g), e os menores foram da testemunha (3 e 13 g). Em hortelã japonesa (*Mentha arvensis* L. var. *piperancens* Moor), o uso de 6 kg·m<sup>-2</sup> de esterco bovino resultou na maior produção de massa seca de parte aérea (4,74 t·ha<sup>-1</sup>) das plantas, em relação à testemunha (3,55 t·ha<sup>-1</sup>); no entanto, o uso de 8 kg·m<sup>-2</sup> resultou em produção semelhante às de 0, 2 e 4 kg·m<sup>-2</sup> (CHAVES, 2002).

Ainda relacionando o efeito da adubação orgânica e o efeito dos actinomicetos no crescimento da *L. alba*, verificou-se que todos os tratamentos com adubação orgânica tiveram redução na produção de biomassa de folhas do primeiro para o segundo ciclo. Esta redução variou de 16,74% (GL AC16) a 35,44% (CR AC92), comportamento diferente do apresentado pelo tratamento controle que aumentou 11,67% a produção de biomassa de folhas do segundo ciclo, em relação ao primeiro. Esses resultados diferem dos encontrados por Santos e Innecco (2004) para a mesma espécie, testando altura de corte e

adubação orgânica em *L. alba*, onde a produção de biomassa e óleo foi superior na segunda colheita. Também dos resultados encontrados por Souza et al. (2010), avaliando a correção de solo e aplicação de esterco de curral curtido na produção de cidrão (*Lippia citriodora* Kunth) obteve produções de biomassa superiores na segunda colheita nos tratamentos com esterco e inferiores nos tratamentos só com corretivos.

A adubação com compostos orgânicos inoculados ou sem inoculação não resultou em diferenças entre os tratamentos na produção de massa seca de raiz (MSR) (Tabela 05). O mesmo comportamento foi observado por Costa et al., (2008), onde o capim-limão [*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf.], adubado com composto orgânico não apresentou diferença na produção de biomassa de raiz, em relação a testemunha, sendo que somente esterco avícola resultou na produção de uma quantidade maior de MSR, entre os adubos testados (adubação química, composto orgânico, esterco bovino e esterco avícola).

Quanto à inoculação ou não dos compostos não se percebeu com este trabalho efeito dos actinomicetos inoculados nos diferentes compostos sob a produção de biomassa da *L. alba*, se faz necessário então, destacar que, não foram encontrados na literatura trabalhos que actinomicetos são inoculados em compostos orgânicos para adubação de plantas medicinais, porém estudos com a inoculação em solo e substrato já mostrou o potencial dos actinomicetos em culturas agrícolas como os trabalhos realizados por Barreto (2007) em que os isolados AC 103 e AC 26, quando incubados em substratos, promoveram incrementos significativos na altura do lançamento de mudas de cacaueteiro em 117,7 e 68,3 %, respectivamente, quando comparados com a testemunha e Sousa et al., (2009) que testou os isolados AC26, AC29, AC92 e AC103 inoculados e incubados em substratos orgânicos para produção de mudas de tomateiro, os quais demonstraram incrementos significativos, com valores entre 96,9 e 165 % na altura das plantas e entre 31,6 e 51,3 % na matéria seca das raízes.

### **3.2 – Teor e Rendimento de óleo essencial**

A adição de compostos orgânicos inoculados ou sem inoculação influenciou positivamente no teor e rendimento de óleo da *L. alba*, exceto no segundo ciclo de cultivo (Tabela 06).

**TABELA 06:** Teor e rendimento de óleo essencial de *Lippia alba* (Mill) N.E.Br., sob adubação com compostos orgânicos inoculados e não inoculados com actinomicetos, em dois ciclos de cultivo, onde: CR = Crotalária; SI = Sem Inoculação; AC = Actinomiceto; CE = Capim Elefante; GL= Gliricídia

TRAT	Teor de	Teor de	Teor de	Rend.	Rend.	Rend.
	óleo	óleo	óleo	óleo	óleo	óleo
	1º ciclo	2º ciclo	médio	1º ciclo	2º ciclo	total
	----- % -----			----- g-par <sup>-1</sup> -----		
CR SI	2,09 a	2,69 a	2,38 a	0,68 a	0,67 a	1,35 a
CR AC16	1,54 b	2,80 a	2,17 a	0,54 b	0,75 a	1,29 a
CR AC26	1,84 a	2,52 a	2,18 a	0,72 a	0,67 a	1,39 a
CR AC92	1,80 a	2,50 a	2,09 a	0,71 a	0,64 a	1,35 a
CR AC103	1,27 b	2,78 a	2,02 a	0,46 b	0,74 a	1,20 a
CE SI	1,73 a	2,81 a	2,27 a	0,58 a	0,66 a	1,24 a
CE AC16	1,40 b	2,63 a	2,02 a	0,47 b	0,64 a	1,12 b
CE AC26	1,93 a	2,16 a	2,04 a	0,66 a	0,49 a	1,15 b
CE AC92	1,67 a	2,84 a	2,25 a	0,67 a	0,68 a	1,38 a
CE AC103	1,22 b	2,63 a	1,92 a	0,44 b	0,66 a	1,10 b
GL SI	1,19 b	2,71 a	1,95 a	0,37 b	0,64 a	1,01 b
GL AC16	1,94 a	2,70 a	2,35 a	0,57 a	0,70 a	1,00 b
GL AC26	1,16 b	2,39 a	1,77 a	0,39 b	0,61 a	1,27 a
GL AC92	1,65 a	2,85 a	2,24 a	0,58 a	0,76 a	1,34 a
GL AC103	1,53 b	3,03 a	2,28 a	0,51 b	0,77 a	1,27 a
CONTROLE	1,74 a	3,33 a	2,53 a	0,34 b	0,63 a	0,98 b
Média	1,60	2,71	2,15	0,54	0,67	1,21
CV (%)	25,21	16,75	13,01	33,45	15,19	16,47

As médias seguidas da mesma letra na coluna não diferiram estatisticamente entre – si pelo teste de Scott Knott, a 5% de probabilidade.

Os teores de óleo essencial do primeiro ciclo variaram de 1,16 a 2,09%, para os tratamentos GL AC26 e CR SI, respectivamente, os quais apresentaram uma diferença no incremento de 80,17% entre si (Tabela 06). De um modo geral, o isolado AC 103 reduziu o teor de óleo essencial das plantas de *Lippia* em todos os casos, o AC16 reduziu o teor óleo nas plantas quando inoculado nos compostos de crotalária e capim elefante e o AC 26 reduziu o teor de óleo nas plantas inoculado ao composto de gliricídia.

No rendimento de óleo do 1º ciclo, observa-se o mesmo comportamento que ocorreu no teor de óleo, sendo a única diferença observada no tratamento controle, que teve menor rendimento que os demais tratamentos (Tabela 06), decorrente da menor produção de biomassa de folhas (Tabela 05).

No segundo ciclo os compostos de crotalária e capim elefante sem inoculação e inoculados com AC26 e 92 e os de gliricídia inoculados com AC16 e 92 não se diferenciaram da testemunha e isso representou aumento entre 68,9%

114,1% no total de óleo produzido nesse ciclo, por estes tratamentos em relação à testemunha, devido a maior produção de biomassa de folhas.

Ming (1994) também percebeu relação inversa entre a adubação orgânica e rendimento de óleo essencial. No entanto, trabalhos realizados por Oliveira Júnior et al. (2005) demonstraram que a aplicação de adubação organomineral sem calagem na produção de mudas de arnica (*Lychnophora ericoides*) favoreceu alto rendimento com alto teor de óleo, além de produção satisfatória de biomassa fresca de parte aérea. Já Cruz (1999), estudando hortelã rasteira (*Mentha x vilosa* Huds.), verificou que na estação seca a dose de 2,0 kg·m<sup>-2</sup> de esterco bovino melhorou o rendimento de óleo essencial, mas não apresentou influência sobre a massa seca.

No segundo ciclo de cultivo, os teores de óleo dos tratamentos com adubação não se diferenciaram do controle, mas foram superiores aos teores de óleo do primeiro ciclo, variando de 2,16 a 3,33% enquanto no primeiro ciclo estes teores variaram entre 1,16 a 2,09% respectivamente (Tabela 06). No entanto essa elevação do teor de óleo não representou, necessariamente, maior rendimento de óleo desse ciclo em relação ao primeiro, visto a redução na biomassa produzida. Santos e Innecco (2004) também encontraram maiores teores de óleo na segunda colheita de erva-cidreira sob adubação orgânica.

O rendimento total de óleo essencial de *L. alba* foi influenciado pela inoculação de actinomicetos nos compostos orgânicos chegando a ser até 32% com relação a testemunha. Nos compostos com crotalária, não houve alteração devido aos tratamentos. Nos compostos de capim elefante, houve redução no rendimento de óleo, exceto no não inoculado e no inoculado com o AC92 e nos compostos de gliricídia os inoculados com AC26, AC92 e AC103 causaram aumento no rendimento de óleo em relação ao não inoculado (Tabela 06). Estas diferenças estão associadas à interação entre os isolados e a matéria-prima usada na formulação dos compostos e a produção de biomassa de folhas, porém estudos posteriores devem ser realizados para uma melhor compreensão dos fatores envolvidos nesse processo.

Rajeswara Rao (2001) estudou a influência de diferentes níveis de esterco de curral (0 e 15 t·ha<sup>-1</sup> por ano) e fertilizante nitrogenado (0, 40, 80 Kg·ha<sup>-1</sup> de N por ano) na biomassa e rendimento do óleo essencial de palmarosa (*Cymbopogon martinii*, Roxb. wats. var. *motia*). Durante o período do

experimento, foram realizadas sete colheitas em dois anos com rendimento de biomassa total de 23.6 - 37.2 t·ha<sup>-1</sup>, e rendimento de óleo essencial de 99,2 - 159,1 kg·ha<sup>-1</sup>. A aplicação de 15 t·ha<sup>-1</sup> por ano de esterco bovino induziu o aumento do rendimento total de biomassa em 10,7% e o rendimento total de óleo essencial em 10,3% em relação à testemunha.

Não são encontrados na literatura estudos que mostrem a influência da associação de plantas a microrganismos benéficos, em especial actinomicetos, a produção de óleo essencial por plantas medicinais, sendo encontrados apenas estudos com algumas culturas comerciais, como os trabalhos de Soares et al., (2010) que avaliaram a inoculação e incubação de solo com os isolados AC26, AC29, AC92, AC95, AC103 e AC147 de actinomicetos no crescimento e nutrição de mudas de tomateiro e observaram incremento de 266% na produção de massa seca na parte aérea e 300% na produção de massa seca nas raízes das mudas de tomateiro.

Resultados ainda melhores foram encontrados por Sousa et al. (2009) quando os mesmos isolados, foram além de inoculados foram incubados no substrato 20 dias antes do plantio. Soares et al., (2010) justifica que tal fato, possivelmente, está associado ao ciclo de vida do actinomiceto e ao período necessário na produção de enzimas extracelulares e degradação dos compostos presentes no substrato. Vale ressaltar que, nos estudos citados acima, tanto o solo como o substrato eram estéreis, diferentemente da situação a qual foram submetidos os actinomicetos testados neste trabalho, em que os compostos sem inoculação e o solo usado na implantação do experimento não foram submetidos a nenhum processo de esterilização. O experimento teve por objetivo testar a compostagem de fácil acesso aos agricultores, mantendo na íntegra a forma como os agricultores utilizam os compostos em suas produções.

### **3.3 – Caracterização química do óleo essencial**

À análise química do óleo resultou na identificação de sete compostos (Tabela 07). Sendo cinco monoterpenos:  $\alpha$ -tujeno, 1-octen-3-ol,  $\beta$ -mirceno, limoneno, carvona e dois sesquiterpenos  $\beta$ -bourboneno, germacreno D (SOARES, 2001), sendo a carvona o constituinte majoritário.

**TABELA 07:** Constituintes do óleo essencial de folhas de erva cidreira [*Lippia alba* (Mill) N.E.Br.] sob adubação orgânica com compostos formulados a partir de esterco com crotalaria (CR); capim elefante (CE) e gliricídia (GL), na proporção 3:7, esterco e material vegetal, sem inoculação e inoculados com os isolados de estreptomicetos AC16, AC26, AC92 e AC103. Cruz das Almas, 2010.

Composto	KI *	KI Lit.*	CR SI	CR AC16	CR AC26	CR AC92	CR AC103	CE SI	CE AC16	CE AC26	CE AC92	CE AC103	GL SI	GL AC16	GL AC26	GL AC92	GL AC103	CONTROLE
<b>ÁREA (%) 1º Ciclo</b>																		
<b>α -tujeno</b>	931	930	0,4	0,3	0,4	0,6	0,3	-	-	-	-	0,6	-	0,4	0,4	0,5	0,5	0,3
<b>1-octen-3-ol</b>	977	979	-	0,3	0,5	0,5	0,3	-	-	-	-	0,4	-	0,3	0,3	0,4	0,4	0,3
<b>β- mirceno</b>	992	991	7,0	8,0	9,6	9,5	4,5	5,6	7,0	9,5	13,0	11,5	6,0	8,5	10,0	10,0	8,8	10,0
<b>Limoneno</b>	1033	1032	16,6	15,4	20,0	20,0	12,5	14,0	16,0	21,0	25,0	22,0	14,0	20,0	21,0	19,8	19,2	19,0
<b>Carvona</b>	1247-1248	1245	57,6	41,0	41,6	40,0	60,0	63,0	58,0	43,0	38,0	36,0	50,0	51,0	39,0	43,0	49,6	35,0
<b>β -bourboneno</b>	1391-1394	1388	1,0	0,8	0,9	0,6	1,1	0,6	-	1,1	1,0	0,5	1,2	1,0	1,1	1,0	1,1	1,0
<b>germacreno D</b>	1487-1488	1485	11,5	21,0	18,0	16,0	18,6	11,6	19,0	18,6	20,0	18,3	14,2	12,0	18,0	16,5	13,0	23,0
<b>Total</b>			94,1	86,8	91,0	87,2	97,3	94,8	100,0	93,2	97,0	89,3	85,4	93,2	89,8	91,0	92,5	88,6
<b>NI*</b>			5,9	13,1	9,0	12,8	2,7	5,2	-	6,8	3,0	10,7	14,6	6,8	10,2	9,0	7,5	11,4
<b>ÁREA (%) 2º Ciclo</b>																		
<b>α -tujeno</b>	931	930	0,6	0,9	0,7	0,7	0,9	1,0	0,7	0,4	0,7	0,6	0,7	-	0,9	0,7	0,7	0,5
<b>1-octen-3-ol</b>	977	979	0,4	0,5	0,5	0,4	0,5	0,5	0,4	0,3	0,4	-	0,4	-	0,4	0,4	0,5	0,4
<b>β- mirceno</b>	992	991	8,0	8,0	7,0	7,0	8,0	8,0	7,0	7,0	7,0	6,6	7,0	6,0	8,0	7,0	8,0	7,0
<b>Limoneno</b>	1033	1032	21,0	22,0	19,0	18,0	21,5	21,0	19,0	18,5	19,0	18,5	21,0	16,0	23,0	19,0	21,6	17,0
<b>Carvona</b>	1247-1248	1245	52,0	41,5	47,0	47,6	47,5	46,0	54,0	38,0	49,0	51,0	51,6	60,0	46,0	54,0	50,0	48,0
<b>β -bourboneno</b>	1391-1394	1388	0,7	0,3	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
<b>germacreno D</b>	1487-1488	1485	9,0	16,7	14,0	15,0	15,0	13,0	10,0	21,6	13,0	17,0	12,0	12,0	13,0	11,0	13,0	15,5
<b>Total</b>			91,7	89,9	89,2	89,7	94,4	90,5	92,1	86,8	90,1	94,7	93,7	95	92,3	93,1	94,8	89,4
<b>NI</b>			8,3	10,1	10,8	10,3	5,6	9,5	7,9	13,2	9,9	5,3	7,3	5	7,7	6,9	5,2	10,6

\*KI = índice de Kovats calculado; KI lit= índice de Kovats da literatura; NI= componente não identificado; (-) Ausência do composto

A composição dos metabólitos secundários nas plantas é resultado do balanço entre a sua formação e transformação que ocorrem durante o crescimento em decorrência principalmente de três fatores: genéticos, ambientais, e das técnicas de cultivo (CASTRO et al., 2002).

No primeiro ciclo não se constatou a presença do 1-octen-3-ol no CR SI. Nos tratamentos de capim elefante apenas o CE AC103 tem a presença dos sete compostos identificados, nos demais faltam o  $\alpha$ -tujeno e o 1-octen-3-ol, no CE AC16, além destes dois compostos falta o  $\beta$ -mirceno. Também foi observada a ausência do  $\alpha$ -tujeno e do 1-octen-3-ol no tratamento GL SI. Os demais tratamentos não diferiram do tratamento controle, com relação à composição química do óleo essencial.

Para o segundo ciclo os sete constituintes do óleo estavam presentes em todos os tratamentos, exceto no CE AC103, que não contém o 1-octen-3-ol e no GL AC16 que além deste componente não contém o  $\alpha$ -tujeno.

A pouca quantidade de compostos identificados neste estudo pode estar relacionado ao pouco nível de estresse a que as plantas foram submetidas, pois de acordo com Gottlieb et al., (1996) uma das formas a produção de metabólitos secundários ser estimulada é a submissão da espécie a períodos de estresse, entre outros fatores ambientais, diferente de Teles (2010) que identificou 24 componentes químicos com em plantas originaria da mesma planta matriz a qual deu origem a estas plantas.

Teles (2010), também, assim como neste trabalho, o monoterpene carvona foi o composto químico encontrado em maior proporção nas duas colheitas, caracterizando este quimiotipo. A altura do corte adotada neste estudo pode ter influenciado os maiores teores desse constituinte, pois de acordo com Santos e innecco (2004), maiores concentrações de carvona foram percebidas quando a *L. alba* foi cortada a 15 cm.

#### 4 - CONCLUSÕES

Nas condições em que este estudo foi realizado é possível concluir que:

1. Adubação orgânica influenciou positivamente a produção de biomassa seca de folhas, de biomassa seca da parte área e de biomassa seca total de *L. alba*.

2. Não houve influência da inoculação dos compostos sobre a produção de biomassa de *L. alba*.
3. O isolado de actinomiceto AC92 quando inoculado nos compostos orgânicos se mostrou mais eficiente que os outros testados neste estudo com relação ao aumento do rendimento total de óleo essencial de *L. alba*.
4. Os tratamentos promoveram alteração na composição do óleo essencial de *L. alba*, principalmente no óleo obtido no 1º ciclo.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMS, R.B. **Identification of essential oil components by gas chromatograph/mass spectrometry**. Carol Stream: Allured, 2007. p.804.

ATTI-SERAFINI, L. et al. Variation in essential oil yield and composition of *Lippia alba* (Mill.) N.E.Br. grown in southern Brazil. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 4, n.2, p. 72-4, 2002.

BANZATTO, D.A.; KRONKA, S.N. **Experimentação agrícola**. 4.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2006. 237p.

BARRETO, T.R. **Densidade populacional, diversidade genética e atividade de promoção de crescimento de actinomicetos associados à rizosfera de cacaueteiro**. 2007. 56p. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas.

CAMÊLO, L.C.A. **Caracterização de germoplasma e sazonalidade em erva-cidreira-brasileira [*Lippia alba* (Mill.) N. E. Br.]**. 2010. 70p. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão.

CAMÊLO, L.C.A. et al. Avaliação do comportamento de acessos de erva-cidreira-brasileira colhidos em duas épocas. **Horticultura Brasileira**, v.25, n.1, p.1-4, 2007.

CASTRO, D.M.; MING, L.C.; MARQUES, M.O.M. Chemical composition of the essential oils of *Lippia alba*(Mill.)N.E.Br. at different times of harvest and different parts of branches. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 4, n.2, p. 75-9. 2002.

CATTELAN, A.J.; HARTEL, P.G. Traits associated with plant growth promoting rhizobacteria (PGPR). In: SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. **Tópicos em Ciência do Solo**. v.1. Santa Maria: SBCS, 2000. p.213-234.

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, 153p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

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 Mediciniais**, v.10, n.1, p.16-20, 2008.

CRAWFORD, D.L.; LYNCH, J.M.; WHIPPS, J.M.; OUSLEY, M.A. Isolation and characterization of actinomycete antagonist of fungal root pathogen. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 59, n.11, p.3899–3905, 1993.

CRUZ, G.F. **Desenvolvimento de sistema de cultivo para hortelã-rasteira (*Mentha x villosa* Huds.)**. 1999, 35p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

DING, C.H. et al. High activity xilanase production by *Streptomyces olivaceoviridis* E- 86. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**, v.20, p.7-10, 2004.

DUARTE, E.F. et al. Enraizamento de estacas de produção de biomassa de *Lippia alba* (Mill.) N. E. Brow (Verbenaceae). **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, n.2. 2002.

FERREIRA, D.F. **Sistema de análises de variância para dados balanceados**. Lavras: UFLA, 2000. (SISVAR 4. 1. pacote computacional)

GOTTIEB, O. R. et al. **Biodiversidade**: um enfoque químico-biológico. Rio de Janeiro: UFRJ, 1996. 268p.

HOSTER, F.; SCHMITZ, J.E.; DANIEL, R. Enrichment of chitinolytic microorganisms: isolation and characterization of chitinase exhibiting antifungal activity against phytopathogenic fungi from a novel *Streptomyces* strain. **Applied Microbiology Biotechnology**, v.66, p.434-442, 2005.

JOULAIN, D.; KONIG, W.A. The atlas of spectral data of sesquiterpene hydrocarbons. E.B.-Verlag, Hamburg. 1998.

KIEHL, E.J. **Adubação orgânica**: 500 perguntas e respostas. Piracicaba: Editora Degaspari, 2008. 227p.

KIEHL, E.J. **Fertilizantes orgânicos**. Piracicaba: Editora Agronômica Ceres, 1985. 482p.

KORN-WENDISCH, F.; KUTZNER, H.J. The family streptomycetaceae. In: BALOWS, A. et al. (Eds.). **The prokaryotes**. New York: Springer Verlag, 1992. 1027p.

LORENZI, H.; MATOS, F.J.A. **Plantas Medicinais no Brasil**: Nativas e Exóticas. 2ªed, Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008. 544p.

MAIA, S.S.S. et al. Efeito da adubação orgânica e mineral sobre o crescimento de *Hyptis suaveolens* (L.) Poit. **Horticultura Brasileira**, v.22, n.2, Supl., 2004. CD-Rom.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas**: princípios e aplicações. 2.ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319p.

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

MING, L.C. **Influência de diferentes níveis de adubação orgânica na produção de biomassa e teor de óleos essenciais de *lippia alba* (Mill.)N.E.Br. Verbenaceae**. Curitiba, 1992. 206p. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Paraná.

MONTANARI, R.M. Phenotypical plasticity of the external morphology in *Lippia alba* (Mill.) N. E. Br. ex Britt & Wilson in response to level of luminosity and fertilization. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.6, n.3. p.96-101. 2004.

MORAIS, L.A.S. Influência dos fatores abióticos na composição química dos óleos essenciais. **Horticultura Brasileira**, v. 27, n. 2. p.S4050-S4063. 2009.

NASSAR, A.H.; EL-TARABILY, K.A.; SIVASITHAMPARAM, K. Growth promotion of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) by a polyamine-producing isolate of *Streptomyces griseoluteus*. **Journal of Plant Growth Regulation**, New York, v.40, p.97-106, 2003.

OLIVEIRA JÚNIOR, A.C. et al. Teor e rendimento de óleo essencial no peso fresco de arnica, em função de calagem e adubação. **Horticultura Brasileira** 23: 735-739. 2005.

PERECIN, M.B.; BOVI, O.A.; MAIA, N.B. Pesquisa com plantas aromáticas, medicinais e corantes: o papel do Instituto Agrônomo. **O Agrônomo**, 54 (2): 21-24. 2002.

PETROSYAN, P. et al. *Streptomyces mexicanus* sp., axylanolytic micro-organism isolated from soil. **Internacional Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology**, v.53, p.269-73, 2003.

RAJESWARA RAO, B.R. Biomass and essential oil yields of rainfed palmarosa (*Cymbopogon martinii* (roxb.) Wats. Var. motia Burk.) supplied with different levels of organic manure and fertilizer nitrogen in semi-arid tropical climate. **Industrial Crops and Products**, v.14, p.171-8, 2001.

SANTOS, A.S. **Descrição de Sistema e de Métodos de Extração de Óleos Essenciais e Determinação de Umidade de Biomassa em Laboratório**. EMBRAPA, 2004. (Comunicado Técnico 99).

SANTOS, M.F. et al. Esterco bovino e biofertilizante no cultivo de erva-cidreira-verdadeira (*Melissa officinalis* L.). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v.11, n.4, p.355-9, 2009.

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

SANTOS, M.R.A.; INNECCO, R.; FERNANDES, C.F. Efeitos da altura de corte de erva-cidreira (*Lippia Alba*) na produção de biomassa e óleo essencial. EMBRAPA, n.35. 2006b. 10p (**Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**).

SANTOS, M.R.A.; INNECCO, R. Adubação orgânica e altura de corte da erva-cidreira brasileira. **Horticultura Brasileira**, v.22, n.2, p.182-5. 2004.

SANTOS, M.R.A.; INNECCO, R.; FERNANDES, C.F. Efeito da adubação orgânica na produção de biomassa e óleo essencial da *Lippia alba*. EMBRAPA, n.32. 2006a. 10p (**Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**).

SCOTT, A.; KNOTT, M. Cluster-analysis method for grouping means in analysis of variance. **Biometrics**, v.30, n.3, p.507-12, 1974.

SILVA, F.C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: Embrapa, 1999. 370p.

SILVA, M.S. et al. Natural products inhibitors of the enzyme acetylcholinesterase. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.16, n.2, p.258-85, 2006.

SOARES, A.C.F. et al. Isolados de estreptomicetos no crescimento e nutrição de mudas de tomateiro. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 40, n. 4, p. 447-53. 2010.

SOARES, L.S. **Estudo tecnológico, fotoquímico e biológico de *Lippia alba* (Mill.) N. E. Brown ex Britt.&Wils. (Falsa-melissa) Verbenácea**. 2001. 182p. Tese (Doutorado em Farmacologia) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

SOUSA, C.S.; SOARES, A.C.F.; GARRIDO, M.S. Produção de mudas de tomateiro em substrato orgânico inoculado e incubado com estreptomicetos. **Bragantia**, Campinas, v.68, n.1, p.195-203, 2009.

SOUZA, M.F. et al. Calagem e adubação orgânica na produção de biomassa e óleo essencial em *Lippia citriodora* Kunth. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v.12, n.4, p.401-05, 2010.

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

TAVARES, I.B. **Propagação vegetativa, adubação orgânica e idades de colheita de quimiotipos de erva-cidreira [*Lippia alba* (Mill.) N. E. Brown]**. 2009. 85p. Dissertação (Mestrado em produção vegetal) Fundação Universidade Federal do Tocantins, Gurupi.

TELES, S. **Avaliação do teor e da composição química das folhas de *Lippia alba* (Mill) N. E. Brown. e *Mentha piperita* L. cultivadas em Cruz das Almas, Santo Antonio e Amargosa, submetidas às diferentes épocas de colheita e processos de secagem.** 2010. 93p. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Centro de Ciências Agrárias, Biológicas e Ambientais, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas.

THIRUP, L.; JOHNSEN, K.; WINDING, A. Succession of indigenous *Pseudomonas* spp. and actinomycetes on barley roots affected by the antagonistic strain *Pseudomonas fluorescens* DR 54 and the fungicide imazolil. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, p. 1147–53, 2001.

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

## **CAPÍTULO 2**

### **CRESCIMENTO E NUTRIÇÃO DE *Lippia alba* (Mill) N.E.Br. SOB ADUBAÇÃO COM COMPOSTOS ORGANICOS COM E SEM INOCULAÇÃO DE ACTINOMICETOS<sup>1</sup>**

---

<sup>1</sup>Artigo a ser ajustado e enviado ao Comitê Editorial do periódico científico: Pesquisa Agropecuária Brasileira.

## **CRESCIMENTO E NUTRIÇÃO DE *Lippia alba* (Mill) N.E.Br. SOB ADUBAÇÃO COM COMPOSTOS ORGÂNICOS COM E SEM INOCULAÇÃO DE ACTINOMICETOS**

Autor: Erasto Viana Silva Gama

Orientadora: Profa. Dra. Franceli da Silva

Co-orientador: Prof. Dr. Marlon da Silva Garrido

**RESUMO:** O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da adubação com compostos orgânicos inoculados e sem inoculação de actinomicetos sobre o crescimento e exportação de N-P-K pela *Lippia alba*. Foram testados compostos orgânicos de crotalária + esterco, capim elefante + esterco e gliricídia + esterco, todos na proporção de 70% de material vegetal e 30% de esterco, inoculados e sem inoculação dos isolados de actinomicetos AC16, AC26, AC92 e AC103 da coleção de culturas do Laboratório de Fitopatologia e Microbiologia Agrícola da UFRB, mais um controle absoluto, sem adubação, num total de 16 tratamentos. O diâmetro do caule e altura da planta foram acompanhados aos 14, 28, 42, 56 e 70 dias após o transplante (DAT), as colheitas foram realizadas aos 75 e 165 DAT, respectivamente no primeiro e segundo ciclos de cultivo. Os teores de N foram determinados pelo método de Kjeldahl; o de fósforo por colorimetria e o de K por fotometria de chama. Nas condições em que foi realizado o estudo pode-se concluir que: a adubação com compostos orgânicos é eficiente na promoção de crescimento e acúmulo de biomassa de *L. alba*; os compostos a base de capim elefante e crotalária, com exceção do de capim elefante sem inoculação, favoreceram maior acúmulo de P; compostos orgânicos formulados a base de capim elefante favorecem a exportação de K erva cidreira.

**Palavras-chave:** erva-cidreira, estreptomicetos, compostagem, plantas medicinais

## **GROWTH AND NUTRITION *Lippia alba* (Mill) N.E.Br. UNDER FERTILIZATION WITH ORGANIC COMPOUNDS WITH AND WITHOUT INOCULATION OF ACTINOMYCETES**

Author: Erastos Viana Silva Gama

Advisor: Professor. Dr. Silva Franceli

Co-supervisor: Prof. Dr. Marlon da Silva Garrido

**ABSTRACT:** The purpose of this study was to evaluate the effect of fertilization with organic compounds both without inoculated and inoculated actinomycetes on the growth and export of NPK by *Lippia alba*. Organic compounds were tested, crotalária + manure, capim elefante + manure , gliricidia + manure, all in proportion of 70% of plant material and 30% manure, with and without inoculation actinomycete AC16, AC26, AC92 and AC103 collection cultures of the Microbiology Laboratory of Plant Pathology and Agricultural UFRB, a more absolute control, without fertilization, a total of 16 treatments. Stem diameter and plant height were monitored at 14, 28, 42, 56 and 70 days after transplanting (DAT), harvests were performed at 75 and 165 DAT, respectively the first and second growing periods. The N was determined by the Kjeldahl method, the phosphorus by colorimetric and K by flame photometry. In conditions where the study was conducted one can conclude that: the fertilization with organic compounds is effective in promoting growth and biomass of *L. alba*; compounds with capim elefante and crotalária, except the capim elefante without inoculation favored higher accumulation of P, organic compounds formulated based on elephant grass favor the export of K erva cidreira.

**Keywords:** erva cidreira, streptomycetes, composting, medicinal plants

## 1 - INTRODUÇÃO

O cultivo das plantas medicinais na América Latina ocupa cada vez maior atenção pela eficácia dos compostos das plantas em recuperar a saúde humana e animal. O atual interesse pela domesticação, a pressão sobre suas populações naturais ameaçadas por práticas extrativistas e a preocupação em manter o constante fornecimento de matéria-prima para a produção de fármacos, faz com que se torne necessário gerar dados agrônômicos e farmacêuticos por parte de pesquisadores e agricultores (POCÁ, 2005).

A ocorrência espontânea das plantas medicinais nativas em solos de baixa fertilidade, com baixos teores de matéria orgânica não se dá por preferência a estes ambientes, mas porque são poucas as espécies que conseguem se adaptar a estas condições. Mesmo assim, as plantas precisam de nutrientes condicionados à taxa de crescimento e à eficiência com que são convertidos em biomassa nas diferentes fases de crescimento (BARROS et al., 2000).

O requerimento nutricional da planta, geralmente, permite a construção de uma curva de acúmulo de nutrientes, que pode ser usada para otimizar as adubações durante todo o ciclo da cultura, pela identificação das necessidades nutricionais em cada fase fenológica da planta (VILLAS BOAS et al., 2001, MALAVOLTA et al., 1997), e pode ser correlacionada com a formação dos metabólitos secundários da espécie (POCÁ, 2005).

Por facilidade de quantificação, a extração de nutrientes pelas plantas refere-se ao teor do nutriente contido na parte aérea da cultura (PAULETTI, 2004), chamado de exportação, quando retirado do campo; a qual depende da espécie, da idade de corte, da densidade das plantas, da biomassa produzida, das técnicas e intensidade de exploração e das condições ambientais (PHILLIPS e VAN LEAR, 1984; VAN RAIJ et al., 1997); sendo que para a maioria das espécies e dos nutrientes, quando aumenta a biomassa ocorre uma maior extração de nutrientes

do solo, que se não são repostos, podem limitar a eficiência de futuras adubações (PRIMAVESI et al., 2004).

Níveis adequados de fertilidade do solo, além de propiciarem melhores rendimentos, proporcionam a formação de plantas mais vigorosas, saudáveis e produtivas. De modo geral, para a maioria das culturas, a disponibilidade, de fósforo (P) e nitrogênio (N) nos estágios iniciais de crescimento é especialmente importante para formação rápida da cobertura vegetal. O crescimento vigoroso das plantas, tanto da parte aérea como das raízes, ajuda a controlar a erosão do solo, aumenta a infiltração de água e a sua eficiência de uso e, também, aumenta a produtividade (CALEGARI et al., 1993). Neste sentido, os macronutrientes N, P e K atuam influenciando vários eventos bioquímicos do metabolismo primário e secundário de plantas (TAIZ e ZEIGER, 2004).

Cada espécie tem exigências diferentes quanto à fertilidade do solo, mas a maioria se adapta melhor em solo leve e fértil, onde as raízes têm facilidade para se desenvolver. A textura do solo pode ser modificada com adubação orgânica, que pode ser esterco de curral bem curtido, de galinha ou de vermicompostagem. A adubação orgânica melhora o aspecto físico do solo, fornece nutriente e ajuda a reter a umidade (CAPA, 2004).

Na produção de plantas medicinais o uso de fertilizantes orgânicos é recomendado, por exemplo, para aumentar a produção de cumarina e biomassa em folhas de *Mikania glomerata* Sprengel (guaco) (PEREIRA, 1997), o que também ocorre em *Ocimum basilicum* pois, utilizando fertilizante orgânico em seu cultivo, o rendimento de óleo essencial apresentou o dobro em detrimento dos organo-minerais e minerais.

A adubação orgânica representa uma alternativa interessante, com potencial de aplicação em áreas cultivadas com plantas medicinais e aromáticas, podendo oferecer à agricultura familiar, por exemplo, uma alternativa a mais de renda e justificando a realização de estudos agrônômicos e fitotécnicos em relação à produção de biomassa e metabolitos secundários (CHAGAS, 2007). Pode-se ainda estudar os aspectos nutricionais das plantas medicinais, objetivando conhecer as exigências de cada espécie, bem como, o manejo adequado da adubação (AMARAL, 2008).

No presente trabalho teve-se como objetivo avaliar o crescimento e o acúmulo de nitrogênio, fósforo e potássio da parte aérea, raízes e total de erva-cidreira (*Lippia alba* (Mill) N.E.Br.) em resposta a adubação com compostos orgânicos com e sem inoculação de actinomicetos.

## 2 - MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 - Produção das mudas

As mudas de *Lippia alba* (Mill) N.E.Br. foram produzidas em casa de vegetação do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, com estacas de aproximadamente 15 cm de comprimento, e com quatro folhas colocadas para enraizar em copos descartáveis de 200 mL contendo a mistura de terra vegetal e solo na proporção de 1:1.

### 2.2 - Implantação do experimento e delineamento experimental

O ensaio foi instalado em casa de vegetação, utilizando o delineamento experimental em blocos casualizados com 16 tratamentos e quatro repetições, em um total de 64 parcelas experimentais com quatro plantas por parcela.

As mudas de *L. alba* enraizadas foram lavadas, para remoção do substrato de enraizamento e transplantadas para sacos de polietileno com 10 Kg de solo, mais o tratamento adicionado. As características químicas do solo utilizado como substrato encontram-se na Tabela 01.

**TABELA 01.** Características químicas do Argissolo Amarelo Distrocoeso, usado para enchimento dos saquinhos e implantação do experimento.

M.O	PH	P	K	Ca+Mg	Ca	Mg	Al	H+Al	Na	SB	CTC	V
g*Kg <sup>-1</sup>	(H <sub>2</sub> O)	mg*dm <sup>-3</sup>	-----				Cmol*dm <sup>-3</sup>				-----	%
10,86	5,8	10	0,10	1,50	0,90	0,60	0,0	1,76	0,03	1,63	3,39	48

### 2.3 - Preparação dos compostos

Para implantação do experimento foram produzidos compostos orgânicos de crotalaria + esterco, capim elefante + esterco e glirícidia + esterco em mini-composteiras (adaptado de KIEHL, 1985) na proporção de 70% de material vegetal e 30% de esterco, sem inoculação e inoculados com os isolados de *Streptomyces* spp. AC16; AC26; AC92 e AC103 da coleção de culturas do Laboratório de

Fitopatologia e Microbiologia Agrícola da UFRB, Campus Cruz das Almas.

A matéria-prima utilizada para formulação dos compostos orgânicos foi caracterizada conforme metodologia descrita pela Embrapa (SILVA, 1999) e os valores encontram-se na Tabela 02.

**TABELA 02.** Características da matéria-prima utilizada para formulações dos compostos.

Material	C	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Zn	Fe	Mn	Cu	C:N
	g*kg <sup>-1</sup>							mg*kg <sup>-1</sup>					
Crotalária	522	25,5	4,0	19,2	10,9	4,4	2,2	46	31	264	44	4	20:1
Capim Elefante	432	13,5	2,9	57,5	4,3	1,7	1,7	1,5	53	297	45	6	32:1
Gliricídia	519	26,9	1,9	21,0	14,8	5,0	2,9	95	25	267	61	8	19:1
Esterco	267	19,8	4,8	12,0	34,5	5,8	5,2	7,2	248	2714	358	34	13:1

Depois de realizada a mistura esterco – material vegetal inoculou-se os isolados de *Streptomyces* spp. compostagem foi controlado conforme Kiehl (1985) e aconteceu entre os dias 04 de outubro e durante 120 dias e resultou nos seguinte compostos mostrados na Tabela 03.

**TABELA 03.** Compostos orgânicos com e sem inoculação de isolados de actinomicetos produzidos para adubação da *L. alba*.

	Composto	Material vegetal (MV)	Esterco (E)	Relação MV : E	Inoculante
1	CR SI	Crotalária	Ovino	7:3	Sem inoculação
2	CR AC16	Crotalária	Ovino	7:3	Isolado AC16
3	CR AC26	Crotalária	Ovino	7:3	Isolado AC26
4	CR AC92	Crotalária	Ovino	7:3	Isolado AC92
5	CR AC103	Crotalária	Ovino	7:3	Isolado AC103
6	CE SI	Capim elefante	Ovino	7:3	Sem inoculação
7	CE AC16	Capim elefante	Ovino	7:3	Isolado AC16
8	CE AC26	Capim elefante	Ovino	7:3	Isolado AC26
9	CE AC92	Capim elefante	Ovino	7:3	Isolado AC92
10	CE AC103	Capim elefante	Ovino	7:3	Isolado AC103
11	GL SI	Gliricídia	Ovino	7:3	Sem inoculação
12	GL AC16	Gliricídia	Ovino	7:3	Isolado AC16
13	GL AC26	Gliricídia	Ovino	7:3	Isolado AC26
14	GL AC92	Gliricídia	Ovino	7:3	Isolado AC92
15	GL AC103	Gliricídia	Ovino	7:3	Isolado AC103

Os teores médios de macro e micro nutrientes dos compostos orgânicos foram determinados conforme metodologia descrita por Malavolta et al.,(1997) e pela Embrapa (SILVA, 1999) e são demonstrados na Tabela 04.

## 2.4 - Tratamentos

Os tratamentos aplicados foram os 15 compostos orgânicos descritos acima, todos adicionados na proporção de oito gramas de composto por quilograma de solo, o que equivale a 20 toneladas por hectare e mais o tratamento controle (T16), somente solo, sem adição de composto.

Todos os tratamentos foram acondicionados em sacos de polietileno contendo 10,0 kg de solo e foram reaplicados no segundo ciclo de cultivo, iniciado logo após o primeiro corte, nas mesmas proporções anteriormente citadas.

**TABELA 04.** Teores médios de macro e micro nutrientes dos compostos orgânicos usados na adubação *Lippia alba* (Mill) N.E.Br.

TRAT	N	P	K	Ca	S	Na	Cu	Fe	Mn	B	Zn	C:N
	g*kg <sup>-1</sup>						mg*kg <sup>-1</sup>					
CR SI	34,1	5,81	14,63	10,73	7,36	4,38	56,66	854,69	343,31	35,43	203,06	9:1
CR AC16	35,7	6,44	16,00	12,25	7,36	4,70	40,93	810,74	371,44	33,03	202,68	8:1
CR AC26	35,5	6,40	19,63	16,75	6,71	4,68	58,11	1133,40	357,76	34,18	175,21	9:1
CR AC92	36,8	3,97	16,25	16,39	5,63	3,60	37,50	1153,24	333,53	28,31	171,45	8:1
CR AC103	32,7	4,26	16,63	20,82	5,35	3,53	45,21	1429,64	329,68	33,06	158,23	10:1
CE SI	31,4	4,92	37,75	19,80	6,26	5,85	34,01	1449,11	368,87	34,35	166,39	8:1
CE AC16	31,2	4,82	33,38	22,27	5,83	5,20	34,73	1352,66	275,03	33,29	196,48	9:1
CE AC26	31,0	4,17	38,00	19,10	5,59	5,73	34,02	1336,58	353,16	31,68	176,16	8:1
CE AC92	31,9	3,60	36,50	18,12	5,82	6,28	38,71	1039,93	359,72	34,91	163,53	8:1
CE AC103	32,9	3,30	35,63	16,22	5,41	5,58	38,45	916,11	424,48	49,54	181,77	8:1
GL SI	35,4	4,13	17,88	16,39	4,65	5,38	30,42	785,36	265,33	47,40	142,17	10:1
GL AC16	34,8	5,57	17,63	20,28	4,57	5,10	28,34	840,83	274,50	54,19	107,90	10:1
GL AC26	32,3	5,34	20,63	21,98	4,23	6,13	42,01	908,58	250,67	44,47	141,86	10:1
GL AC92	34,3	5,22	21,63	22,30	4,31	5,68	30,50	856,23	269,09	34,91	125,42	9:1
GL AC103	33,9	6,07	22,00	23,75	3,86	5,75	30,58	880,88	269,20	41,33	122,79	9:1

## 2.5 - Colheita

As colheitas da parte aérea das plantas foram realizadas a uma altura de 15 cm do solo aos 75 e 165 dias após o transplante - DAT, respectivamente no primeiro e segundo ciclos de cultivo. Após o segundo ciclo o caule de 0-15 cm do solo e as raízes, também foram colhidos.

## 2.6 - Avaliações e Determinações

### 2.6.1 - Crescimento

Foram acompanhadas duas plantas por parcela das quais houve a avaliação dos parâmetros: diâmetro do caule a 3 cm do solo (DC) e altura da planta AP). As medidas foram tomadas aos 14, 28, 42, 56 e 70 DAT. Estes parâmetro foram medidos também no final de cada ciclo, ou seja, aos 75 e 165 DAT.

Sub-amostras da parte aérea, caule de 0-15 cm do solo e raízes foram coletadas e secas em estufa de circulação forçada a 65°C até peso constante para determinação da biomassa seca da parte aérea (MSPA) do primeiro e do segundo ciclo (1°C e 2°C), biomassa seca do caule de 0-15 cm (MSC 0-15) e massa seca de raízes (MSR), respectivamente, de acordo com Malavolta et al. (1997).

A biomassa seca total da parte aérea (MSTPA) foi obtida através da soma dos seguintes parâmetros: MSPA 1°C, MSPA 2°C e MSC 0-15 [ MSTPA= MSPA 1°C + MSPA 2°C + MSC 0-15 ]. A massa seca total (MST) foi obtida pela soma da MSTPA e MSR [ MST = MSTPA + MSR ].

### 2.6.2 - Nutrientes da biomassa vegetal

Para quantificar os teores de nutrientes das amostras da parte aérea e das raízes estas foram coletadas e secas segundo Malavolta et al. (1997), moídas em moinho tipo Wiley para análises de nutrientes. Sendo posteriormente, o material vegetal digerido utilizando-se ácido sulfúrico e peróxido de hidrogênio, conforme metodologia descrita pela Embrapa (Silva, 1999).

Os teores de N foram determinados pelo método de Kjeldahl; o de fósforo por colorimetria e o de K por fotometria de chama, conforme metodologia descrita pela Embrapa (Silva, 1999).

Foram determinados os teores de N-P-K da parte aérea (PA) do 1°C e 2°C, e das raízes (TR). O teor médio da parte aérea foi obtido pela soma do PA 1°C e PA 2°C, dividido por dois [  $TPA = (PA\ 1^{\circ}C + PA\ 2^{\circ}C)/2$  ].

Os acúmulos de N-P-K da PA (APA) de cada ciclo, total da PA (TPA), da raiz (AR) e total (AT) foram obtidos a partir da multiplicação do teor de cada nutriente na PA de cada ciclo e total, raiz e TPA pela biomassa do respectivo parâmetro analisado.

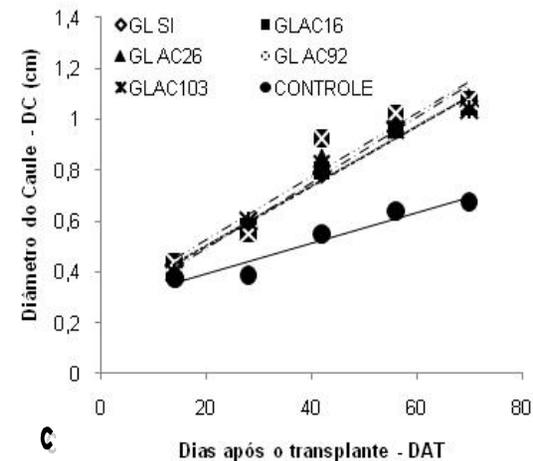
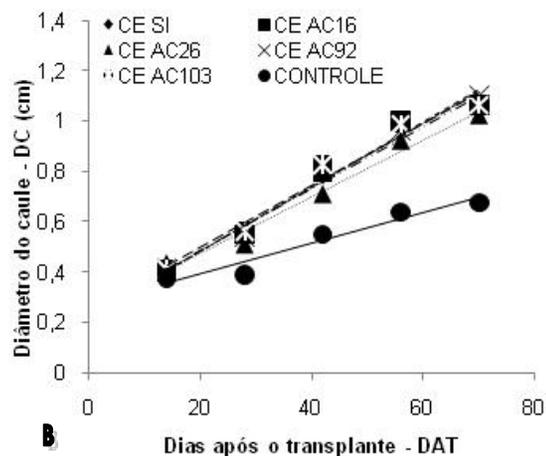
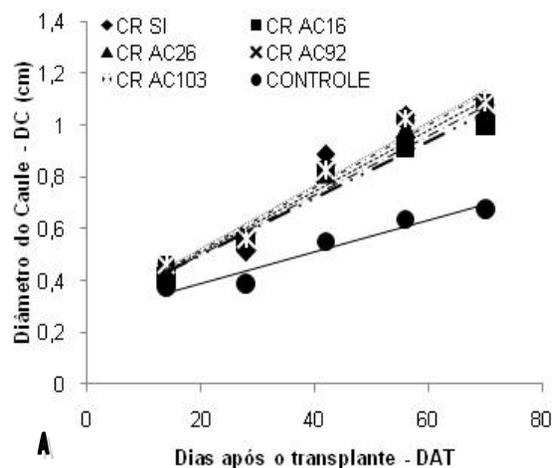
### 2.6 - Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias ao teste de Scott & Knott (1974), ao nível de 5% de probabilidade (BANZATTO e KRONKA, 2006). As análises foram realizadas pelo programa computacional: Sistema para Análise de Variância - SISVAR (FERREIRA, 2000). E os isolados foram comparados também pelo erro padrão da média, com o auxílio do programa Microsoft Office Excel.

## 3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

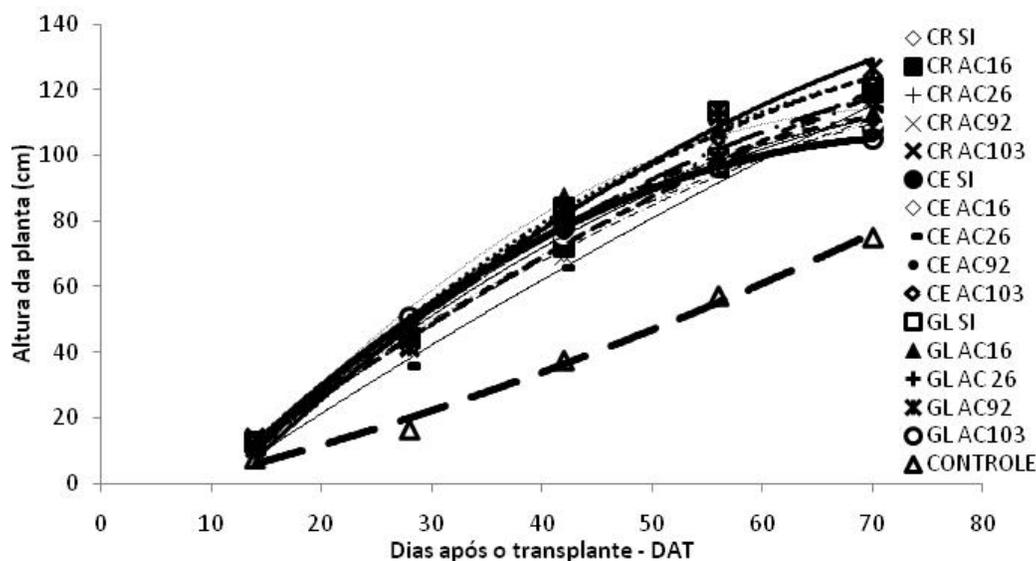
### 3.1 - Crescimento

As Figuras 01 (A, B e C) e 02 mostram as curvas de regressão que expressam a evolução do crescimento da *L. alba* no primeiro ciclo de cultivo medidos pelo diâmetro do caule (DC) e altura da planta (AP), respectivamente, em função dos tratamentos. Equações lineares expressaram melhor o desenvolvimento do DC (Figura 01), enquanto equações quadráticas o de AP (Figura 02).



Tratamento	Equação de regressão	R <sup>2</sup>	Tratamento	Equação de regressão	R <sup>2</sup>	Tratamento	Equação de regressão	R <sup>2</sup>
CR SI	$y = 0,0121x + 0,275^{**}$	0,8906	CE SI	$y = 0,0122x + 0,2437^{**}$	0,9729	GL SI	$y = 0,0119x + 0,2663^{**}$	0,9769
CR AC16	$y = 0,011x + 0,2788^{**}$	0,9534	CE AC16	$y = 0,0127x + 0,23^{**}$	0,9713	GL AC16	$y = 0,0119x + 0,2613^{**}$	0,9812
CR AC26	$y = 0,0115x + 0,2687^{**}$	0,9397	CE AC26	$y = 0,0113x + 0,2463^{**}$	0,977	GL AC26	$y = 0,0129x + 0,2375^{**}$	0,9695
CR AC92	$y = 0,0119x + 0,2688^{**}$	0,9649	CE AC92	$y = 0,0129x + 0,225^{**}$	0,9833	GL AC92	$y = 0,0125x + 0,2775^{**}$	0,9121
CR AC103	$y = 0,0122x + 0,2788^{**}$	0,9649	CE AC103	$y = 0,0123x + 0,2525^{**}$	0,97	GL AC103	$y = 0,0117x + 0,2738^{**}$	0,9669
						Controle	$y = 0,0061x + 0,27^{**}$	0,936

**FIGURA 01:** Curvas e equações de regressão para a medida de crescimento de *Lippia alba* (Mill) N.E.Br. sob adubação orgânica com compostos formulados a partir de esterco + crotalária – CR (A), capim elefante – CE (B) e gliricídia – GL (C) inoculados com os isolados de actinomicetos AC16, AC26, AC92 e AC103 e sem inoculação – SI, comparados ao controle absoluto: Diâmetro do Caule – DC, Cruz das Almas, 2010.



Tratamento	Equação de regressão	R <sup>2</sup>
CR SI	$y = -0,0222x^2 + 3,6702x - 36,175$	0,9968
CR AC16	$y = -0,0087x^2 + 2,643x - 22,827$	0,9996
CR AC26	$y = -0,0211x^2 + 3,5772x - 35,66$	0,9974
CR AC92	$y = -0,0096x^2 + 2,6997x - 23,785$	0,997
CR AC103	$y = -0,0191x^2 + 3,6306x - 36,645$	0,9857
CE SI	$y = -0,0162x^2 + 3,1163x - 29,287$	0,9954
CE AC16	$y = -0,0132x^2 + 2,8929x - 26,767$	0,9986
CE AC26	$y = -0,0052x^2 + 2,3475x - 23,522$	0,9977
CE AC92	$y = -0,0188x^2 + 3,3837x - 33,477$	0,9986
CE AC103	$y = -0,0189x^2 + 3,5197x - 35,875$	0,9968
GL SI	$y = -0,0214x^2 + 3,8355x - 39,892$	0,9896
GL AC16	$y = -0,0303x^2 + 4,4076x - 46,07$	0,9953
GL AC26	$y = -0,0208x^2 + 3,5139x - 32,725$	0,9994
GL AC92	$y = -0,0169x^2 + 3,5961x - 39,437$	0,9903
GL AC103	$y = -0,0251x^2 + 3,7662x - 35,705$	0,9999
CONTROLE	$y = 0,006x^2 + 0,7497x - 5,7125$	0,9929

**FIGURA 02:** Curvas e equações de regressão para a medida de crescimento de *Lippia alba* (Mill) N.E.Br. sob adubação orgânica com compostos formulados a partir de esterco + crotalária – CR, capim elefante – CE e gliricídia – GL inoculados com os isolados de actinomicetos AC16, AC26, AC92 e AC103 e sem inoculação – SI, comparados ao controle absoluto: Altura da planta – AP, Cruz das Almas, 2010.

Os tratamentos com adubação orgânica a base de crotalária (Figura 01A e 02), capim elefante (Figura 01B e 02) e gliricídia (Figura 01C e 02) tiveram crescimento superior para as variáveis, diâmetro do caule e altura da planta. Isso mostra que a adubação orgânica é eficiente na promoção do crescimento das plantas, por melhorar as características químicas, físicas e biológicas do solo (PEIXOTO, 2005).

A inoculação dos compostos a base de crotalária, capim elefante e gliricídia, não influenciou no crescimento da *L. alba*, observando a evolução das variáveis no 1º ciclo de cultivo (Figura 1 e 2).

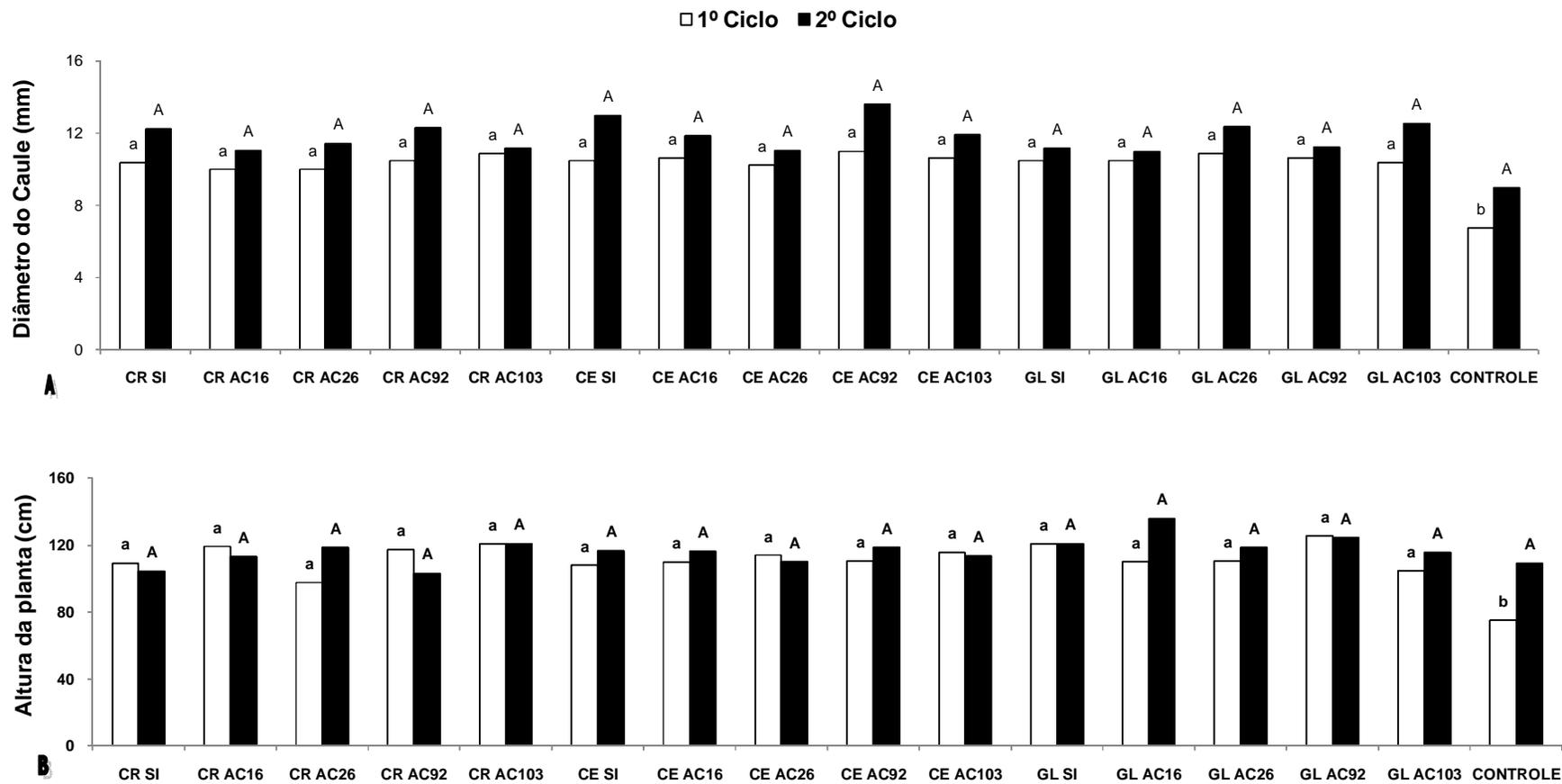
No final dos dois ciclos de cultivo, nota-se que no 1º ciclo o diâmetro do caule foi 55,68 % maior nos tratamentos com adubação orgânica comparada ao controle. No 2º ciclo essa diferença reduziu em 31,94%, e deixou de ser significativa (Figura 03A). Na altura da planta os tratamentos com adubação orgânica possibilitaram um incremento médio de 51,97% no 1º ciclo, enquanto no 2º ciclo esse incremento foi de 6,84%, perdendo também a significância (Figura 03A).

Em estudos realizados em outras espécies medicinais por Corrêa Júnior, (1998) com *Chamomilla recutita* e Blank et al. (2005) com *Ocimum basilicum* e não detectaram efeito das adubações orgânica e química sobre a altura das plantas medicinais. Já Costa et al. (2008), testando o efeito de diferentes doses de adubos orgânicos no crescimento vegetativo de *Ocimum selloi* Benth. observaram o aumento na altura das plantas com o incremento das doses de adubação.

O diâmetro do caule, que está relacionado à capacidade de transporte da planta, para este parâmetro Costa et al. (2008), observaram que aumentou com as doses de adubação aplicadas, semelhante ao encontrado por Maia (2006) com *Hyptis suaveolens*.

Os resultados apresentados na Tabela 05 mostram que em todos os tratamentos com adubação obteve-se maior produção de massa seca da parte aérea (MSPA) no primeiro e segundo ciclo e total, na produção de massa seca do caule até 15 cm (MSC) e massa seca total da cultura (MST), comparados com o tratamento controle, porém não houve efeito da inoculação de actinomicetos nos compostos orgânicos, para estas características. Maiores produções de biomassa já eram esperadas por conta do incremento na disponibilidade de nutrientes no solo causado pela adição do composto orgânico, pois de acordo com Kiehl (2008) a matéria orgânica tem marcante influência em quase todas as características e propriedades do solo, atuando na sua fertilidade e na produtividade das culturas.

Dados semelhantes foram encontrados por Ming (1994) trabalhando com a adubação orgânica (0, 1, 2, 4, 8 kg\*m<sup>-2</sup> de esterco bovino), também em *L. alba*, o autor verificou que o aumento das doses resultou em maior rendimento de biomassa. Esses resultados diferem dos de Santos e Innecco (2004) em que a adubação orgânica não influenciou significativamente a produção de biomassa na mesma espécie.



**FIGURA 03:** Diâmetro do Caule – DC (A) e Altura da planta - AP (B) de *Lippia alba* (Mill) N.E.Br. sob adubação orgânica com compostos formulados a partir de esterco + crotalária - CR, capim elefante – CE e glicíndia – GL sem inoculação - SI e Inoculados com os isolados de actinomicetos AC16, AC26, AC92 e AC103. Cruz das Almas, 2010. Médias seguidas da mesma letra (minúscula para o 1º Ciclo e maiúscula par o 2º Ciclo) não diferem estatisticamente entre – si pelo teste de Scott Knott, a 5% de probabilidade.

**TABELA 05:** Biomassa seca da parte aérea (MSPA), do caule de 0-15 cm (MSC 0-15), de raiz (MSR) e total (MST) de *Lippia alba* (Mill) N.E.Br. sob adubação orgânica com compostos formulados a partir de esterco com crotalária (CR); capim elefante (CE) e gliricídia (GL), na proporção 3:7, esterco e material vegetal, sem inoculação (SI) e inoculados com os isolados de actinomicetos AC16, AC26, AC92 e AC103. Cruz das Almas, 2010.

TRAT	MSPA 1º C	MSPA 2º C	MSC 0-15	MSTPA	MSR	MST
----- g*parcela <sup>-1</sup> -----						
CR SI	87,88 a	73,29 a	46,14 a	207,32 a	59,13 a	266,45 a
CR AC16	86,40 a	77,82 a	44,96 a	209,18 a	66,42 a	275,60 a
CR AC26	94,89 a	90,34 a	49,43 a	234,66 a	68,14 a	302,80 a
CR AC92	100,44 a	81,98 a	47,61 a	230,02 a	58,60 a	288,62 a
CR AC103	93,14 a	78,35 a	43,62 a	215,10 a	60,34 a	275,44 a
CE SI	80,71 a	65,98 a	41,78 a	188,47 a	59,29 a	247,76 a
CE AC16	83,02 a	71,42 a	40,97 a	195,40 a	56,35 a	251,74 a
CE AC26	80,60 a	65,47 a	41,06 a	187,13 a	51,25 a	238,38 a
CE AC92	95,41 a	77,92 a	45,22 a	218,54 a	65,04 a	283,58 a
CE AC103	97,72 a	78,50 a	47,09 a	223,31 a	66,54 a	289,85 a
GL SI	87,74 a	77,36 a	45,32 a	210,41 a	60,57 a	270,98 a
GL AC16	86,22 a	78,34 a	44,56 a	209,12 a	67,34 a	276,46 a
GL AC26	82,85 a	78,08 a	46,31 a	207,24 a	69,10 a	255,41 a
GL AC92	92,69 a	78,78 a	45,51 a	216,97 a	73,90 a	290,87 a
GL AC103	81,29 a	71,72 a	43,21 a	196,21 a	61,56 a	257,77 a
CONTROLE	30,80 b	39,20 b	20,21 b	90,20 b	27,73 a	117,93 b
<b>Média</b>	85,11	74,03	43,11	60,71	60,71	261,85
<b>CV (%)</b>	20,23	11,12	11,13	24,56	24,56	13,41

As médias seguidas da mesma letra na coluna não diferiram estatisticamente entre – si pelo teste de Scott Knott, a 5% de probabilidade.

Não foram encontrados na literatura estudos que envolvam a inoculação de compostos com isolados de actinomicetos para a promoção de crescimento de plantas medicinais, sendo encontrados apenas os trabalhos com a inoculação e incubação de solos em culturas agrícolas. Neste sentido, os trabalhos realizados por Sousa et al. (2009) e Soares et al. (2010) com a cultura do tomate e Brito (2010) com girassol (*Helianthus annuus* L.) e pinhão manso (*Jatropha curcas* L.), testando diferentes isolados inoculados e incubados ao solo perceberam que os isolados proporcionaram incremento significativos no crescimento inicial destas culturas, em relação ao tratamento controle, percebido pela medida da altura das plantas, diâmetro do caule e produção de biomassa das culturas.

### 3.2 - Teor e acúmulo de Nitrogênio, Fósforo e Potássio

A Tabela 06 mostra os teores e acúmulo de nitrogênio na parte aérea da planta no primeiro e segundo ciclos de cultivo, o teor médio e o N acumulado na parte aérea nos dois ciclos, o teor e acúmulo de N na raiz e o N total acumulado pela *L. alba* submetida a adubação orgânica inoculada com actinomicetos.

**TABELA 06:** Teores e acúmulos de nitrogênio *Lippia alba* (Mill) N.E.Br. sob adubação orgânica com compostos formulados a partir de esterco com crotalária (CR); capim elefante (CE) e gliricídia (GL), na proporção 3:7, esterco e material vegetal, sem inoculação (SI) e inoculados com os isolados de actinomicetos AC16, AC26, AC92 e AC103, sendo: PA – teor na parte aérea, APA – acúmulo na parte aérea, TPA – teor médio parte aérea, ATPA – acúmulo total na parte, TR – teor na raiz, AR – acúmulo na raiz e AT – acúmulo total. Cruz das Almas, 2010.

TRAT	PA	APA	PA	APA	TPA	ATPA	TR	AR	AT
	1º C	1º C	2º C	2º C					
	g·Kg <sup>-1</sup>	g·par <sup>-1</sup>	g·par <sup>-1</sup>						
CR SI	16,56 a	1,50 a	13,86 a	1,02 a	15,22 a	6,37 a	9,60 a	0,56 a	6,93 a
CR AC16	16,79 a	1,44 a	13,48 a	1,06 a	15,13 a	6,30 a	9,41 a	0,62 a	6,91 a
CR AC26	17,25 a	1,64 a	13,05 a	1,18 a	15,15 a	7,13 a	10,40 a	0,71 a	7,84 a
CR AC92	16,11 a	1,59 a	13,30 a	1,09 a	14,71 a	6,71 a	13,25 a	0,77 a	7,48 a
CR AC103	16,18 a	1,48 a	12,83 a	1,00 a	14,50 a	6,19 a	13,25 a	0,77 a	6,96 a
CE SI	16,38 a	1,28 a	13,83 a	0,91 a	15,10 a	5,65 a	9,30 a	0,53 a	6,19 a
CE AC16	15,93 a	1,29 a	12,35 a	0,88 b	14,14 a	5,48 a	10,55 a	0,59 a	6,06 a
CE AC26	17,48 a	1,38 a	13,18 a	0,86 b	15,33 a	5,67 a	10,33 a	0,53 a	6,20 a
CE AC92	15,90 a	1,50 a	12,50 a	0,98 a	14,20 a	6,17 a	9,28 a	0,57 a	6,75 a
CE AC103	15,78 a	1,53 a	12,93 a	1,02 a	14,35 a	6,36 a	9,10 a	0,62 a	6,98 a
GL SI	16,48 a	1,45 a	13,20 a	1,01 a	14,84 a	6,22 a	9,60 a	0,59 a	6,81 a
GL AC16	14,93 a	1,31 a	13,75 a	1,08 a	14,34 a	6,02 a	9,60 a	0,65 a	6,67 a
GL AC26	16,60 a	1,38 a	9,46 a	0,79 b	13,04 a	5,39 a	9,95 a	0,68 a	6,63 a
GL AC92	15,83 a	1,46 a	13,95 a	1,10 a	14,90 a	6,45 a	9,33 a	0,65 a	7,10 a
GL AC103	15,85 a	1,25 a	13,99 a	1,00 a	14,92 a	5,81 a	9,15 a	0,56 a	6,37 a
CONTROLE	20,88 a	0,65 b	13,01 a	0,51 c	16,95 a	3,06 b	8,35 a	0,23 a	3,29 a
<b>Média</b>	16,55	1,38	13,04	0,97	14,80	5,93	10,03	0,60	6,54
<b>CV (%)</b>	12,11	22,53	13,29	15,77	8,49	13,91	25,47	28,95	13,84

As médias seguidas da mesma letra na coluna não diferiram estatisticamente entre – si pelo teste de Scott Knott, a 5% de probabilidade.

Não houve diferenças significativas, entre os tratamentos, no teor de nitrogênio da parte aérea de *L. alba* no 1º e 2º ciclos de cultivos, no teor médio de N da parte aérea, no teor e acúmulo de N da raiz e no acúmulo total de N pela cultura (Tabela 06).

Segundo Cunha (2006) na maioria dos adubos orgânicos, o N é o nutriente mais abundante, apresentando-se como constituinte de moléculas orgânicas que, com o processo de mineralização, liberam esses nutrientes em forma de minerais assimiláveis pelas plantas. Neste sentido, Smith e Hadley (1989) relatam que parte do N presente em adubos orgânicos resiste à rápida mineralização e torna-se disponível somente às culturas subsequentes; e Marchesini et al., (1988) relatam ainda, que os incrementos de produtividade proporcionados por adubos orgânicos, embora menos imediatos e marcantes do que os obtidos com adubos minerais apresentam maior duração, provavelmente pela liberação mais progressivas de nutrientes e pelo estímulo do crescimento radicular. Os mesmos autores concluíram, ainda, que o uso de compostos não só supre as plantas com

quantidade considerável de nutrientes, mas contribui na manutenção da fertilidade natural, o que envolve os ciclos biológicos dos nutrientes nos solos cultivados.

A adubação orgânica influenciou positivamente o total de N acumulado pela parte aérea da *L. alba* tanto no 1º e 2º ciclos como o total, sendo que no primeiro ciclo e no total acumulado os tratamentos com adubação orgânica não diferiram entre si. Já no segundo ciclo os tratamentos houve diferenças significativas entre os tratamentos com adubação orgânica, sendo os tratamentos CE AC16, CE AC26 e GL AC26 foram inferiores aos demais (Tabela 06).

Os teores de nitrogênio da parte aérea do 1º ciclo variaram de 14,93 a 20,88 g·Kg<sup>-1</sup> e foram em média 28% maiores que os do 2º ciclo (de 9,46 a 13,99 g·Kg<sup>-1</sup>). Enquanto que o acúmulo variou de 0,65 a 1,64g no 1º ciclo, sendo em média 42,5% maior que o acúmulo de N na parte área no 2º ciclo, que variou de 0,51 a 1,18g (Tabela 06). Essa redução do N acumulado no 2º ciclo é resultado dos menores teores aliado a menor produção de biomassa (Tabela 05), que pode ter ocorrido devido ao fato da primeira adubação ter sido feita incorporada aumentando a mineralização e disponibilização de nitrogênio, enquanto que a segunda foi em cobertura, portanto menor superfície de contato que retardou a liberação de N.

O nitrogênio é o principal elemento na obtenção de elevadas produtividades em culturas anuais. Portanto sua suplementação escassa retarda o crescimento na maioria das plantas, ocasionando baixas significativas nos níveis de produção (MARSCHNER, 1995), por ser um constituinte indispensável de numerosos componentes orgânicos como aminoácidos, proteínas e ácidos nucléicos (MENGEL e KIRKINY, 2001).

Sales et al. (2009), testando o efeito de doses de adubação orgânica no teor foliar de nutrientes, em plantas de alecrim (*Hyptis marruboides*) percebeu aumento do teor foliar de N à medida que as doses de adubo orgânico aumentaram, de forma quadrática, exceto na dose de 9 kg·m<sup>-2</sup> que apresentou a tendência de queda.

Os teores de N encontrados em *L. alba* no primeiro ciclo estão próximos dos encontrados por Pocá (2005) em carqueja (15,7 e 17, 9 g·kg<sup>-1</sup>) e dos encontrados e por Fossati (1997) na erva-mate (17,2 a 24,6 g·kg<sup>-1</sup>).

A Tabela 07 mostra os teores e acúmulos de P na parte área da planta de *Lippia* no primeiro e segundo ciclo, o teor médio e o P acumulado na parte aérea

nos dois ciclos, o teor e acúmulo de P na raiz e o P total acumulado pela *L. alba* submetida a adubação com compostos orgânicos sem e com inoculação de actinomicetos, os quais houveram poucos efeitos dos compostos orgânicos sem e com inoculação de actinomicetos.

**TABELA 07:** Teores e acúmulos de fósforo *Lippia alba* (Mill) N.E.Br. sob adubação orgânica com compostos formulados a partir de esterco com crotalária (CR); capim elefante (CE) e gliricídia (GL), na proporção 3:7, esterco e material vegetal, sem inoculação (SI) e inoculados com os isolados de actinomicetos AC16, AC26, AC92 e AC103, sendo: PA – teor na parte aérea, APA – acúmulo na parte aérea, TPA – teor médio parte aérea, ATPA – acúmulo total na parte, TR – teor na raiz, AR – acúmulo na raiz e AT – acúmulo total. Cruz das Almas, 2010.

TRAT	PA	APA	PA	APA	TPA	ATPA	TR	AR	AT
	1º C	1º C	2º C	2º C					
	g·Kg <sup>-1</sup>	g·par <sup>-1</sup>	g·par <sup>-1</sup>						
CR SI	1,42 b	0,13 a	2,03 a	0,15 a	1,73 a	0,28 a	1,48 a	0,09 a	0,36 a
CR AC16	1,48 b	0,13 a	1,90 a	0,15 a	1,69 a	0,28 a	1,41 a	0,09 a	0,37 a
CR AC26	1,40 b	0,14 a	1,83 a	0,17 a	1,62 a	0,30 a	1,35 a	0,09 a	0,39 a
CR AC92	1,44 b	0,15 a	1,84 a	0,15 a	1,64 a	0,30 a	2,05 a	0,12 a	0,42 a
CR AC103	1,80 a	0,16 a	1,68 a	0,13 a	1,74 a	0,29 a	1,79 a	0,11 a	0,39 a
CE SI	1,86 a	0,13 a	1,96 a	0,13 a	1,91 a	0,26 a	1,44 a	0,09 a	0,34 b
CE AC16	1,75 a	0,15 a	1,84 a	0,13 a	1,80 a	0,28 a	1,66 a	0,10 a	0,38 a
CE AC26	2,08 a	0,17 a	2,06 a	0,13 a	2,07 a	0,30 a	1,71 a	0,09 a	0,39 a
CE AC92	1,88 a	0,16 a	1,78 a	0,14 a	1,83 a	0,29 a	1,43 a	0,09 a	0,39 a
CE AC103	1,80 a	0,16 a	1,72 a	0,13 a	1,76 a	0,30 a	1,15 a	0,08 a	0,38 a
GL SI	1,47 b	0,13 a	1,67 a	0,13 a	1,57 a	0,26 a	1,24 a	0,08 a	0,34 b
GL AC16	1,42 b	0,10 a	1,74 a	0,13 a	0,16 a	0,24 a	1,28 a	0,08 a	0,32 b
GL AC26	1,51 b	0,12 a	1,75 a	0,13 a	1,63 a	0,25 a	1,07 a	0,07 a	0,32 b
GL AC92	1,36 b	0,13 a	1,83 a	0,15 a	1,59 a	0,27 a	1,11 a	0,08 a	0,35 b
GL AC103	1,27 b	0,11 a	1,73 a	0,12 a	1,50 a	0,23 a	1,48 a	0,09 a	0,31 b
CONTROLE	0,95 b	0,03 b	1,20 b	0,05 b	1,07 b	0,07 b	1,32 a	0,04 a	0,11 c
Média	1,55	0,13	1,78	0,13	1,67	0,26	1,43	0,08	0,35
CV (%)	24,76	26,63	10,79	11,84	12,69	14,34	31,33	27,62	13,70

As médias seguidas da mesma letra na coluna não diferiram estatisticamente entre – si pelo teste de Scott Knott, a 5% de probabilidade.

O teores e acúmulo de fósforo da parte aérea e o acúmulo total de P da *L. alba* foram influenciados significativamente pela adubação orgânica. No primeiro ciclo apenas o tratamento CR AC103 e todos de CE superaram o tratamento controle, com relação ao teor de P na parte aérea, mas todos os tratamentos, inoculados ou não, superaram o controle com relação ao acúmulo de P na parte aérea com valores que variaram de 273 a 518% (Tabela 07).

No segundo ciclo todos os tratamentos, inoculados ou não, superaram o controle no teor e acúmulo de fósforo na parte aérea com valores entre 39,33 e 72,17% e entre 158 e 247%, respectivamente. Comportamento que se repetiu nos teores médios e acúmulo total de fósforo na parte aérea na cultura (Tabela 07).

Nas plantas aromáticas, o fósforo possui uma função importante na síntese de monoterpenos, os quais representam 90% da constituição dos óleos essenciais (CARDOSO et al., 2001), além de participar na composição do ATP sendo responsável pelo armazenamento e transporte de energia nos processos endergônicos e na síntese de compostos orgânicos e a absorção ativa de nutrientes (MARSCHNER, 1995).

O teor de fósforo das raízes neste estudo variou entre 1,07 e 2,05 g·kg<sup>-1</sup>, mas não houve diferenças com relação ao controle, assim como o acúmulo, que variou entre 0,04 e 0,12g (Tabela 07).

O total de fósforo acumulado pela cultura variou de 0,11 a 0,42 g (Tabela 07). Todos os tratamentos conseguiram acumular quantidades significativamente maiores que a testemunha, principalmente devido à maior produção de biomassa propiciada pela adubação orgânica. O tratamento CE SI mostrou valor de acúmulo de P menor que os inoculados de CE, ou seja, ao que parece as plantas adubadas com o composto de capim elefante inoculadas tendem a acumular mais P do que as adubadas com o não inoculado. Nos compostos de crotalária e gliricídia houve maior acúmulo de P nas plantas, independente de estar ou não inoculadas.

Cunha (2006) testando adubação orgânica (torta de mamona, esterco de gado e cama aviária) com e sem calagem na produção de tubérculos de priprica (*Cyperus articulatus* L.), verificou que houve efeitos estatisticamente significativos ( $P < 0,01$ ) nos tratamentos utilizados, isoladamente ou em interação sobre os conteúdos de N, P, Ca, Mg e S no tecido da planta, exceto adubo orgânico, calagem e interação fonte de matéria orgânica e calagem nos teores de P.

Os teores e acúmulo de potássio na parte aérea da planta no primeiro e segundo ciclo, o teor médio e o K acumulado na parte aérea nos dois ciclos, o teor e acúmulo de K na raiz e o K total acumulado pela *L. alba* submetida a adubação orgânica inoculada com actinomicetos, são apresentados na Tabela 08.

Os compostos orgânicos com e sem inoculação de actinomicetos exerceu influência significativa sobre os teores e acúmulo de K em *L. alba* (Tabela 08).

**TABELA 08:** Teores e acúmulos de potássio *Lippia alba* (Mill) N.E.Br. sob adubação orgânica com compostos formulados a partir de esterco com crotalária (CR); capim elefante (CE) e gliricídia (GL), na proporção 3:7, esterco e material vegetal, sem inoculação (SI) e inoculados com os isolados de actinomicetos AC16, AC26, AC92 e AC103, sendo: PA – teor na parte aérea, APA – acúmulo na parte aérea, TPA – teor médio parte aérea, ATPA – acúmulo total na parte, TR – teor na raiz, AR – acúmulo na raiz e AT – acúmulo total. Cruz das Almas, 2010.

TRAT	PA	APA	PA	APA	TPA	APA	RAIZ	ARAIZ	AT
	1º C	1º C	2º C	2º C					
	g·Kg <sup>-1</sup>	g·par <sup>-1</sup>	g·par <sup>-1</sup>						
CR SI	22,22 b	1,98 a	21,48 b	1,58 b	21,85 c	4,56 b	11,94 a	0,68 a	5,23 b
CR AC16	21,67 b	1,85 a	18,34 b	1,43 b	20,00 c	4,16 b	10,00 b	0,65 a	4,80 b
CR AC26	21,94 b	2,06 a	20,28 b	1,83 a	21,11 c	4,94 a	13,61 a	0,92 a	5,86 a
CR AC92	21,94 b	2,19 a	20,28 b	1,66 a	21,11 c	4,84 a	15,27 a	0,90 a	5,74 a
CR AC103	21,94 b	2,02 a	20,00 b	1,55 b	20,97 c	4,48 b	12,50 a	0,76 a	5,24 b
CE SI	28,61 a	2,24 a	25,28 a	1,67 a	26,94 a	5,02 a	13,33 a	0,75 a	5,77 a
CE AC16	25,28 a	2,10 a	23,88 a	1,70 a	24,58 b	4,78 a	14,44 a	0,81 a	5,59 a
CE AC26	27,22 a	2,18 a	25,00 a	1,62 b	26,11 a	4,85 a	15,28 a	0,79 a	5,64 a
CE AC92	26,11 a	2,48 a	24,16 a	1,88 a	25,14 b	5,46 a	13,06 a	0,80 a	6,26 a
CE AC103	25,00 a	2,43 a	23,33 a	1,83 a	24,17 b	5,37 a	13,61 a	0,92 a	6,29 a
GL SI	22,22 b	1,96 a	18,61 b	1,42 b	20,42 c	4,29 b	11,11 b	0,69 a	4,97 b
GL AC16	21,94 b	1,83 a	20,56 b	1,61 b	21,25 c	4,40 b	13,61 a	0,95 a	5,35 b
GL AC26	20,56 b	1,71 a	19,17 b	1,47 b	19,86 c	4,08 b	12,78 a	0,84 a	4,92 b
GL AC92	21,39 b	1,98 a	19,72 b	1,56 b	20,55 c	4,45 b	9,17 b	0,64 a	5,09 b
GL AC103	20,83 b	1,69 a	19,45 b	1,40 b	20,14 c	3,95 b	10,56 b	0,64 a	4,58 b
CONTROLE	23,33 b	0,73 b	18,61 b	0,74 c	20,97 c	1,90 c	8,89 b	0,25 b	2,15 c
<b>Média</b>	23,26	1,96	21,133	1,56	22,20	4,47	12,45	0,75	5,22
<b>CV (%)</b>	8,24	22,00	6,54	11,22	5,62	12,74	21,56	25,46	12,86

As médias seguidas da mesma letra na coluna não diferiram estatisticamente entre – si pelo teste de Scott Knott, a 5% de probabilidade.

Os tratamentos com capim elefante foram significativamente melhores que todos os outros, com relação ao teor de K na parte aérea apresentando valores médios de 13, 24 e 21% maiores que o controle, respectivamente no 1º, 2º ciclos e teor médio (Tabela 08). Talvez a explicação esteja no fato dos compostos de CE terem maiores teores de K que os demais (Tabela 03), tornando este composto mais eficiente independente da inoculação.

Em todos os tratamentos os teores de K na parte aérea do 2º ciclo diminuíram com relação ao 1º com valores que variaram de 3,45 a 25,36% (Tabela 08). Talvez por que a adubação incorporada antes do plantio foi mais eficiente que feita por cobertura no segundo ciclo da cultura.

Com relação ao acúmulo de K, todos os tratamentos com adubação orgânica superaram o controle tanto na parte aérea 1º, 2º ciclo e total quanto na raiz e total exportado pela cultura (Tabela 08). No 1º ciclo os tratamentos com adubação orgânica não diferiram entre si, mas no segundo os tratamentos CR AC26, CR AC92 e os todos de CE, com exceção do inoculado com AC26 se destacaram, com percentuais de acúmulo superiores a 125% com relação ao

tratamento controle (Tabela 08). No total exportado pela parte aérea, os tratamentos acima citados, mais o CE AC26, se destacaram dos demais com acúmulo superior a 151% em relação ao controle (Tabela 08).

A quantidade de K exportada pelas raízes variou de 0,25 a 0,95g, sendo que os tratamentos com adubação orgânica exportaram em média 218% a mais que o controle (Tabela 08).

Comparando os tratamentos pelo total de potássio acumulado observa-se que a adubação orgânica possibilitou a espécie estudada uma exportação média de potássio 152,43% maior que o tratamento sem adubação. Nos compostos de crotalária os isolados AC26 e AC92 se sobressaíram do tratamento SI. Mais a inoculados de nenhum dos isolados com relação aos compostos SI de CE e GL.

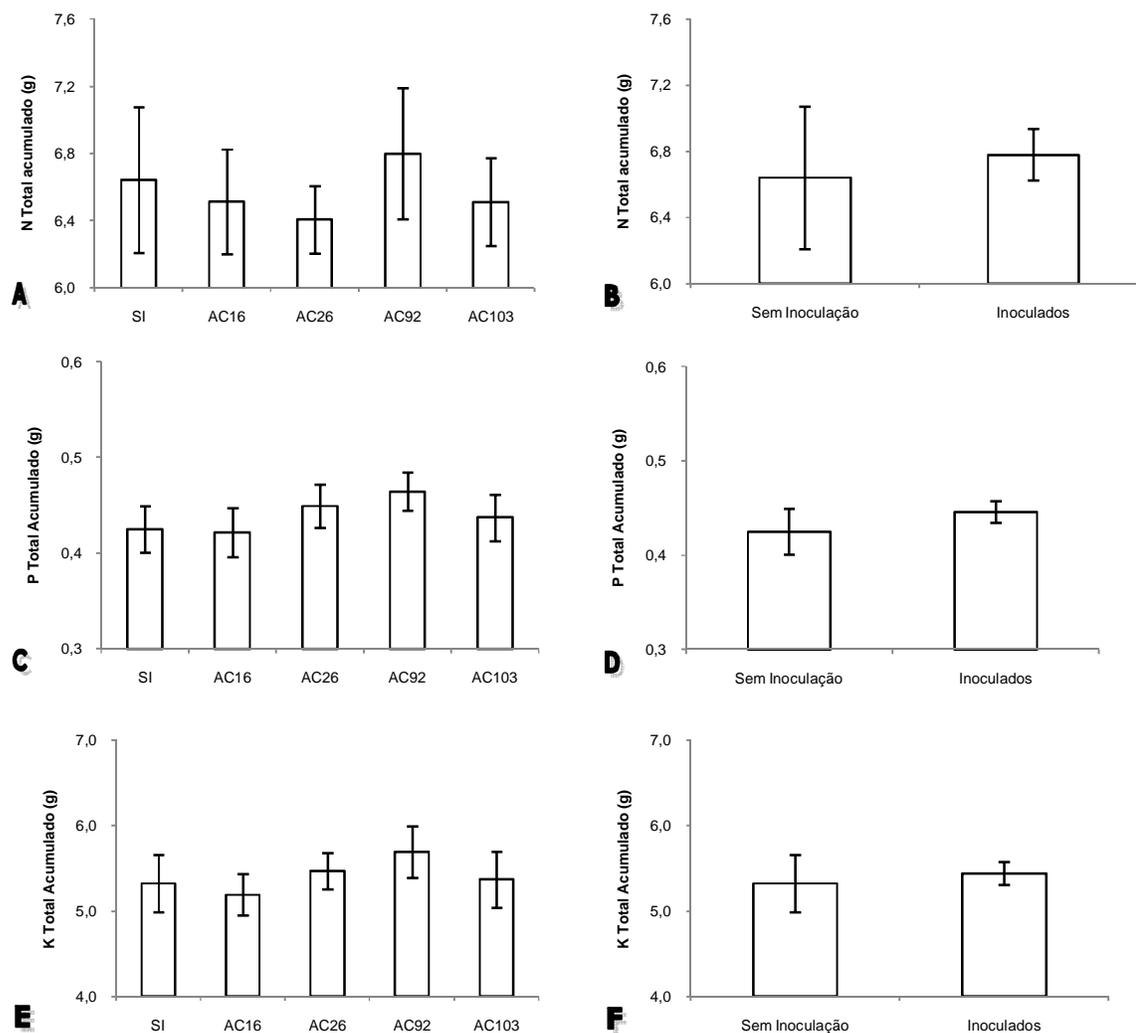
### **3.3 - Acúmulo de Nitrogênio, Fósforo e Potássio em função dos isolados e da inoculação dos compostos orgânicos**

Comparando os isolados de actinomicetos entre si e com os tratamentos sem inoculação, independente do tipo de composto, percebe-se que não houve diferenças significativas entre os tratamentos para o acúmulo de nitrogênio (Figura 04A), fósforo (Figura 04C) e potássio (Figura 04E). Da mesma forma não houve diferenças significativas para o acúmulo de nitrogênio, fósforo e potássio em *L. alba*, quando comparados os tratamentos inoculados com os sem inoculação (Figura 04B, D e F).

Esses dados sugerem que as diferenças percebidas sobre o acúmulo de N, P e K não foram consequência dos isolados de actinomicetos usados nesse trabalho, nem da inoculação ou não de actinomicetos ao composto, mas em decorrência dos teores desses nutrientes nos compostos de crotalária, capim elefante e gliricídia.

Diferente de Sousa et al., (2009) trabalhando com os isolados AC26, AC29, AC92 e AC103 inoculado e incubado em substrato para produção de mudas de tomate. Estes autores perceberam que o acúmulo de nitrogênio foi maior nas mudas produzidas no substrato inoculado e incubado com o isolado AC103, que houve maior absorção de fósforo pelas mudas produzidas no substrato incubado com o isolado AC103 e no substrato inoculado e incubado houve maiores acúmulos de K do que aquelas em substrato não inoculado e não incubado. Para

eles os resultados evidenciam a maior absorção de nutrientes pelas plantas produzidas nos substratos incubados com actinomicetos, possivelmente pela maior disponibilidade de nutrientes devido à decomposição dos componentes orgânicos e/ou ao maior desenvolvimento do sistema radicular devido à produção de substâncias reguladoras de crescimento pelos actinomicetos.



**FIGURA 04:** Nitrogênio total acumulado (A e B), fósforo total acumulado (C e D) e potássio total acumulado (E e F) em dois ciclos de cultivo de *Lippia alba* (Mill) N.E.Br. em função da inoculação ou não de compostos orgânicos por isolados de estreptomicetos. Cruz das Almas, 2010.(A, D e G), capim elefante - CE + E (B, E e H) e gliricídia - GL + E (C, F e I) inoculados com os isolados de estreptomicetos AC16, AC26, AC92 e AC103 e sem inoculação - SI.

Soares et al., (2010) testando os mesmo isolados que Sousa et al. (2009) em solo estéril, também para produção de mudas de tomate observou que o isolado AC92 proporcionou incremento de 400% no acúmulo de P. Mudanças de tomateiro cultivadas no solo inoculado e incubado com o isolado AC-147

apresentaram aumento de 281% no acúmulo de K, quando comparadas com as mudas controle. Estes autores sugerem que o trabalho demonstrou a capacidade de isolados de actinomicetos de promover a melhoria do estado nutricional de plantas, especificamente de mudas de tomateiro, em solo estéril e que trabalhos futuros deverão estudar e elucidar os mecanismos de ação destes microorganismos no solo e na planta e seu potencial de promoção de crescimento e melhoria nutricional de outras culturas de interesse agrônômico, avaliando, também, a capacidade competitiva, em relação à microbiota nativa, em substrato e solo não estéril.

Estudos anteriores, em que estes e outros isolados de actinomicetos foram testados, sugerem que estes microrganismos possuem elevada capacidade de degradação de moléculas complexas, através da produção de enzimas extracelulares como celulase, xilanase, amilase e lipase, e que podem atuar na decomposição das substâncias orgânicas, promovendo a mineralização da matéria orgânica presente no solo (GOODFELLOW, 1983; MOREIRA & SIQUEIRA, 2002; GETHA et al., 2005; SOUSA, 2009; BRITO, 2010; SOARES et al., 2010).

#### **4 - CONCLUSÕES**

1. A adubação com compostos orgânicos é eficiente na promoção de crescimento e acúmulo de biomassa de *L. alba*.
2. Os compostos a base de capim elefante e crotalária, com exceção do de capim elefante sem inoculação, favoreceram maior acúmulo de P pela *L. alba*.
3. Compostos orgânicos formulados a base de capim elefante e esterco por possuírem maiores teores de K, favorecem a exportação desse nutriente pela erva cidreira.

#### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

AMARAL, W. et al. Desenvolvimento, rendimento e composição de óleo essencial de camomila [*Chamomila recutita* (L.) Rauschert] sob adubação orgânica e mineral. Revista Brasileira de Plantas Mediciniais, Botucatu, v.10, n.4, p.1-8, 2008

BANZATTO, D.A.; KRONKA, S.N. **Experimentação agrícola**. 4.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2006. 237p.

BARROS, V.G.S.; VALE, T.G.; SILVA, C.M.M.; MATOS, F.J.A. Anticonvulsant activity of essential oils and active principles from chemotypes of *Lippia alba* (Mill.) N.E. Brown. **Biological and Pharmaceutical Bulletin**. v.23, n.11, p.1314-17, 2000.

BLANK, A.F. et al.; Influência da adubação orgânica e mineral no cultivo de manjerição cv. Genovese. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 36, n. 2, p. 175-180, maio/ago. 2005.

BRITO, M.A.M. Estreptomicetos promotores de crescimento de plantas de girassol *Helianthus annuus* L. e pinhão manso *Jatropha curcas* L. 2010. 76p. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias - Fitotecnia) - Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas.

CALEGARI, A.; MONDARDO, A.; BULIZANI, E. A. Aspectos gerais da adubação verde. In: COSTA, M.B.B. (Coord.) **Adubação verde no sul do Brasil**. 2.ed. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1993. 346p

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

CARDOSO, M.G; SHAN, A.Y.K.V.; PINTO, J.E.B.P. **Metabólitos secundários vegetais**: visão geral química e medicinal. Lavras: UFLA, 2001. 80p. (Textos Acadêmicos)

CHAGAS, J.H. **Propagação, adubação orgânica, níveis de irradiância, idade e época de colheita e armazenamento na produção de biomassa seca e teor de óleo essencial em plantas de *Mentha arvensis* L.** 2007. 135p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Departamento de Agricultura, Universidade Federal de Lavras, Lavras.

CORRÊA JÚNIOR, C. Influência das adubações orgânica e química na produção de camomila (*Chamomilla recutita* L. Rauschert) e do seu óleo essencial. In: MING, L.C. et al. **Plantas medicinais, aromáticas e condimentares**: avanços na pesquisa agrônômica. Botucatu: UNESP, 1998. v.1, p.130-164.

COSTA, L.C.B. et al. Efeito da adubação química e orgânica na produção de biomassa e óleo essencial em capim-limão [*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf.]. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.10, n.1, p.16-20, 2008.

CUNHA, D.C. **Produção de tubérculos e de óleo essencial de priprioça (*Cyperus articulatus* L.), em função da adubação orgânica e calagem**. 2006. 80p. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém.

FERREIRA, D.F. **Sistema de análises de variância para dados balanceados**. Lavras: UFLA, 2000. (SISVAR 4.1. pacote computacional)

FOSSATI, L. C. **Avaliação do estado nutricional e da produtividade da erva-mate em função do sítio e da dióica**. 1997. 112p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais, Silvicultura) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

GETHA, K. et al. Evaluation of *Streptomyces* sp. strasin g10 for suppression of *Fusarium* wilt and rhizosphere colonization in pot-grown banana plantlets. **Journal of Indian Microbiology and Biotechnology**, v.32, p.24-32, 2005.

GOODFELLOW, M., WILLIAMS, S.T. Ecology of actinomycetes. **Ann. Rev. of Microbiol.**, 37, 187-216. 1983.

KIEHL, E.J. **Adubação orgânica: 500 perguntas e 500 respostas**. Piracicaba: Editora Agronômica Ceres, 2008. 227p.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos**. Piracicaba: Editora Agronômica Ceres, 1985. 482p.

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. 105p. Tese (Doutorado em Agronomia/ Fitotecnia) – Curso de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal de Lavras.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997. 310p

- MARCHESINI, A. Long-term effects of quality-compost treatment on soil. **Plant and Soil**, Dordrecht, v.106, p.253-261, 1988.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2.ed. London: Academic Press. 1995. 889p.
- MENGEL, K.; KIRKBY, E.A. **Principles of plant nutrition**. 5.ed. Netherlands: Kluwer Academic Publishers. 2001. 849p.
- MING, L.C. Influência da adubação orgânica na produção de biomassa e óleo essencial de *Lippia alba*. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.12, n.1, p.49-52, 1994.
- MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras: UFLA. 2002. 626p.
- PAULETTI, V. **Nutrientes: Teores e Interpretações**. 2.ed. Castro: Fundação ABC, 2004. 86p.
- PEIXOTO, R.T.G. Compostagem: princípios, práticas e perspectivas em sistemas orgânicos de produção. In: AQUINO, A.M.; ASSIS, R.L. (Editores). **Agroecologia: princípios e técnicas para uma agricultura orgânica sustentável**. Brasília: Embrapa Informações Tecnológica, 2005. p.388-422.
- PEREIRA, A.M.S. **Propagação e co-cultivo de células como fatores predisponentes de cumarina em *Mikania glomerada* Sprengel (guaco)**. 1997. 82p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Estadual de São Paulo, Botucatu.
- PHILLIPS, D.R.; VAN LEAR, D.H. Biomass removal and nutrient drain as affected by total-tree harvest in south ern pine and hardwood stands. **Journal of forestry**. v.82, n.9, p.547-550, 1984.
- POCÁ, A. M. P. C. **Biomassa, óleo essencial, perfil fitoquímico e nutrientes da carqueja sob influência de fontes e doses de nitrogênio**. 2005. 59p. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Produção vegetal) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- PRIMAVESI, A.C. et al. Adubação nitrogenada em capim - coastcross: efeitos na extração de nutrientes e recuperação aparente do nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, p.68-78. 2004.

SALES, J.F. et al. Acúmulo de massa, teor foliar de nutrientes e rendimento de óleo essencial de hortelã-do-campo (*Hypptis marruboides* EPL.) cultivado sob adubação orgânica. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 25, n. 1, p.60-68, Jan./Fev. 2009.

SANTOS, M.R.A.; INNECCO, R. Adubação orgânica e altura de corte da erva-cidreira brasileira. **Horticultura Brasileira**, v.22, n.2, p.182-5. 2004.

SILVA, F.C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: Embrapa, 1999. 370p.

SMITH, S.R.; HADLEY, P.A. Comparison of organic and inorganic nitrogen fertilizers their nitrate-N and ammonium-N release characteristics and effects on the growth response of lettuce (*Lactuca sativa* L. cv. Fortune). **Plant and soil**, v. 115, n.1, p.135-144, 1989.

SOARES, A.C.F. et al. Isolados de estreptomicetos no crescimento e nutrição de mudas de tomateiro. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.40, n.4, p.447-453, out./dez. 2010.

SOUSA, C.S.; SOARES, A.C.F.; GARRIDO, M.S. Produção de mudas de tomateiro em substrato orgânico infestado e incubado com estreptomicetos. **Bragantia**, Campinas, v.68, n.1, p.195-203, 2009.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3ª ed. Rio de Janeiro: Editora Artmed. 2004. 720p.

VAN RAIJ, B. et al. (Eds.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: IAC, 1997. 285p. (Boletim Técnico, 100)

VILLAS BÔAS, R.L. et al. Perfil da pesquisa e emprego da fertirrigação no Brasil. In: FOLEGATTI, M.V. (Coord.) **Fertirrigação: flores, frutas e hortaliças**. Guaíba: Agropecuária, v.2, cap.2, p.71-103, 2001.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso terapêutico de plantas medicinais no Brasil vem aumentando a cada ano devido à sua utilização pelas indústrias farmacêuticas como matéria-prima na formulação de seus medicamentos. Contudo, existem alguns entraves na ampliação desse uso, como a falta de garantia da qualidade e eficiência da planta medicinal como medicamento. Daí a importância de se estabelecer a cadeia produtiva das plantas medicinais e estudar os fatores que interferem diretamente na qualidade e quantidade de princípios ativos do produto a ser ofertado e comercializado.

Em plantas medicinais, o cultivo orgânico é mais indicado, pois permite o maior equilíbrio entre a produção e o ambiente, evitando a contaminação do solo com agroquímicos que podem alterar a composição dos princípios ativos, assim como, evita que os consumidores venham a ingerir resíduos tóxicos que possam prejudicar a saúde humana.

Nesse sentido o PROGRAMA ERVAS - Ervanários do Recôncavo de Valorização da Agroecologia Familiar e da Saúde, que tem como seus objetivos principais, gerar dados de pesquisa, que possam ser utilizados na criação do Banco de Dados de Plantas Medicinais à serem produzidas nesta região.

Para tanto, este estudo foi realizado em casa de vegetação, com o objetivo de avaliar o efeito da adubação com compostos orgânicos inoculados e sem inoculação de actinomicetos sobre o crescimento, produção de biomassa, teor e rendimento de óleo essencial e exportação de nutrientes de *Lippia alba*. Foram testados compostos orgânicos a base de esterco e crotalária, gliricídia e capim elefante sem inoculação e inoculados com os isolados de estreptomicetos AC16, AC26, AC92 e AC103.

Percebeu-se com este estudo que:

- A adubação com compostos orgânicos é eficiente na promoção de crescimento e acúmulo de biomassa *L. alba*. No

entanto, a inoculação dos compostos não alterou esse comportamento.

- O isolado AC92 quando inoculado nos compostos orgânicos se mostrou mais eficiente que os outros testados neste estudo com relação ao rendimento total de óleo essencial.
- Os tratamentos promoveram alteração na composição do óleo essencial de *L. alba*, principalmente no óleo obtido no 1º ciclo.
- Os compostos a base de capim elefante e crotalária, com exceção do de capim elefante sem inoculação, favoreceram maior acúmulo de P.
- Os compostos orgânicos formulados a base de capim elefante, também, favorecem a exportação de K pela *Lippia*.

Tais resultados, mostram que o agricultor pode fazer uso da compostagem com diferentes materiais no cultivo de *Lippia alba*, demonstrando o uso dos insumos da propriedade no enriquecimento do solo e que são necessários outros estudos relacionados a aos uso de actinomicetos como inoculo no processo de compostagem, bem com referente a dosagens de aplicação do composto, testes em campo que visem desenvolver a cadeia produtiva de *Lippia alba*, quanto ao manejo e a qualidade de produção de óleo essencial.

## **ANEXOS**

**ANEXO A-** Análise de variância da biomassa seca de folhas - MSF (1º Ciclo) de *Lippia alba* (Mill) N.E.Br. sob adubação com compostos orgânicos inoculados e não inoculados com actinomicetos

FATOR DE VARIAÇÃO	GRAU DE LIBERDADE	SOMA DE QUADRADOS	QUADRADO MÉDIO	F OBSERVADO
TRATAMENTO	15	1676,22	111,75	0,0162
BLOCO	2	3534,50	1178,17	0,0000
ERRO	45	2191,74	48,70	
TOTAL	63	7402,46		
CV (%)	20,81			
MÉDIA GERAL	33,53			

**ANEXO B-** Análise de variância da biomassa seca de folhas - MSF (2º Ciclo) de *Lippia alba* (Mill) N.E.Br. sob adubação com compostos orgânicos inoculados e não inoculados com actinomicetos

FATOR DE VARIAÇÃO	GRAU DE LIBERDADE	SOMA DE QUADRADOS	QUADRADO MÉDIO	F OBSERVADO
TRATAMENTO	15	286,86	19,12	0,0003
BLOCO	2	573,06	191,02	0,0000
ERRO	45	228,97	5,08	
TOTAL	63	1088,89		
CV (%)	8,93			
MÉDIA GERAL	25,26			

**ANEXO C-** Análise de variância da biomassa seca de total da parte aérea - MSTPA de *Lippia alba* (Mill) N.E.Br. sob adubação com compostos orgânicos inoculados e não inoculados com actinomicetos

FATOR DE VARIAÇÃO	GRAU DE LIBERDADE	SOMA DE QUADRADOS	QUADRADO MÉDIO	F OBSERVADO
TRATAMENTO	15	64728,29	4315,22	0,0000
BLOCO	2	43059,27	14353,09	0,0000
ERRO	45	24953,19	554,51	
TOTAL	63	132740,76		
CV (%)	11,63			
MÉDIA GERAL	202,45			

**ANEXO D-** Análise de variância da biomassa seca de raiz – MSR de *Lippia alba* (Mill) N.E.Br. sob adubação com compostos orgânicos inoculados e não inoculados com actinomicetos.

FATOR DE VARIAÇÃO	GRAU DE LIBERDADE	SOMA DE QUADRADOS	QUADRADO MÉDIO	F OBSERVADO
TRATAMENTO	15	6538,59	435,90	0,0416
BLOCO	2	3655,04	1218,35	0,0027
ERRO	45	10004,70	222,33	
TOTAL	63	20198,33		
CV (%)	24,56			
MÉDIA GERAL	60,71			

**ANEXO E-** Análise de variância da biomassa seca total – MST de *Lippia alba* (Mill) N.E.Br. sob adubação com compostos orgânicos inoculados e não inoculados com actinomicetos.

FATOR DE VARIAÇÃO	GRAU DE LIBERDADE	SOMA DE QUADRADOS	QUADRADO MÉDIO	F OBSERVADO
TRATAMENTO	15	107225,14	7148,34	0,0000
BLOCO	2	79834,19	26611,40	0,0000
ERRO	45	55466,59	1231,59	
TOTAL	63	242525,93		
CV (%)	13,41			
MÉDIA GERAL	261,85			

**ANEXO F-** Análise de variância do teor de óleo essencial (1º Ciclo) de *Lippia alba* (Mill) N.E.Br. sob adubação com compostos orgânicos inoculados e não inoculados com actinomicetos.

FATOR DE VARIAÇÃO	GRAU DE LIBERDADE	SOMA DE QUADRADOS	QUADRADO MÉDIO	F OBSERVADO
TRATAMENTO	15	5,08	0,34	0,0308
BLOCO	2	0,11	0,04	0,8788
ERRO	45	7,37	0,16	
TOTAL	63	12,56		
CV (%)	33,45			
MÉDIA GERAL	0,54			

**ANEXO G-** Análise de variância do teor de óleo essencial (2º Ciclo) de *Lippia alba* (Mill) N.E.Br. sob adubação com compostos orgânicos inoculados e não inoculados com actinomicetos

FATOR DE VARIAÇÃO	GRAU DE LIBERDADE	SOMA DE QUADRADOS	QUADRADO MÉDIO	F OBSERVADO
TRATAMENTO	15	4,17	0,28	0,2132
BLOCO	2	0,73	0,24	0,3242
ERRO	45	9,26	0,21	
TOTAL	63	14,17		
CV (%)	16,75			
MÉDIA GERAL	2,71			

**ANEXO H-** Análise de variância do rendimento de óleo essencial (1º Ciclo) de *Lippia alba* (Mill) N.E.Br. sob adubação com compostos orgânicos inoculados e não inoculados com actinomicetos

FATOR DE VARIAÇÃO	GRAU DE LIBERDADE	SOMA DE QUADRADOS	QUADRADO MÉDIO	F OBSERVADO
TRATAMENTO	15	0,94	0,06	0,0496
BLOCO	2	0,99	0,33	0,0000
ERRO	45	1,48	0,03	
TOTAL	63	3,42		
CV (%)	33,45			
MÉDIA GERAL	0,54			

**ANEXO I-** Análise de variância do rendimento de óleo essencial (2º Ciclo) de *Lippia alba* (Mill) N.E.Br. sob adubação com compostos orgânicos inoculados e não inoculados com actinomicetos

FATOR DE VARIAÇÃO	GRAU DE LIBERDADE	SOMA DE QUADRADOS	QUADRADO MÉDIO	F OBSERVADO
TRATAMENTO	15	0,28	0,02	0,0663
BLOCO	2	0,15	0,05	0,0049
ERRO	45	0,46	0,01	
TOTAL	63	0,89		
CV (%)	15,19			
MÉDIA GERAL	0,67			

**ANEXO J-** Análise de variância do rendimento total de óleo essencial de *Lippia alba* (Mill) N.E.Br. sob adubação com compostos orgânicos inoculados e não inoculados com actinomicetos

FATOR DE VARIAÇÃO	GRAU DE LIBERDADE	SOMA DE QUADRADOS	QUADRADO MÉDIO	F OBSERVADO
TRATAMENTO	15	1,19	0,07	0,0391
BLOCO	2	1,14	0,37	0,0000
ERRO	45	1,80	0,04	
TOTAL	63	4,13		
CV (%)	16,47			
MÉDIA GERAL	1,21			