

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS

JASIEL NUNES SOUSA

PRODUÇÃO DE BIOMASSA E RENDIMENTO DE
ÓLEO ESSENCIAL DE SACACA (*Croton cajucara*
Benth.), EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO, PODA E
DENSIDADE DE PLANTIO

JASIEL NUNES SOUSA

ORIENTADOR: DR. JOSÉ JACINTO BACELAR NUNES XAVIER

Manaus
2003

JASIEL NUNES SOUSA

PRODUÇÃO DE BIOMASSA E RENDIMENTO DE ÓLEO
ESSÊNCIAL DE SACACA (*Croton cajucara* Benth.), EM
FUNÇÃO DA DENSIDADE DE PLANTIO, ADUBAÇÃO E
PODA

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Ciências Agrárias da
Universidade Federal do Amazonas, como
requisito parcial para obtenção do Título
de Mestre em Ciências Agrárias. Área de
Concentração: Sistemas Agroflorestais.

Orientador: Dr. JOSÉ JACKSON BACELAR NUNES XAVIER,
Ph.D.

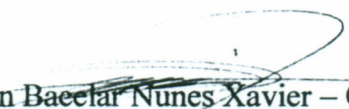
Manaus
2003

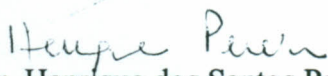
JASIEL NUNES SOUSA

PRODUÇÃO DE BIOMASSA E RENDIMENTO DE ÓLEO
ESSÊNCIAL DE SACACA (*Croton cajucara* Benth.), EM
FUNÇÃO DA DENSIDADE DE PLANTIO, ADUBAÇÃO E
PODA.

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Ciências Agrárias da
Universidade Federal do Amazonas, como
requisito parcial para obtenção do Título
de Mestre em Ciências Agrárias. Área de
Concentração: Sistemas Agroflorestais.

BANCA EXAMINADORA


Dr. José Jackson Baecliar Nunes Xavier – Orientador
EMBRAPA AMAZÔNIA OCIDENTAL


Prof. Dr. Henrique dos Santos Pereira
UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS


Dr. Francisco Célio Maia Chaves
EMBRAPA AMAZÔNIA OCIDENTAL

Manaus
2003

Às minhas madrinhas Adagilsa e Lourdinhas pela orientação em minha formação;

Aos meus irmãos por tudo que juntos compartilhamos.

Ofereço.

A minha dedicada esposa professora Miza, às minhas filhas Janilce, Jasinete e Jailse e ao meu
filho Jasico, com todo o amor.

Dedico.

HOMENAGENS

Aos meus pais José Maciel Sousa e Joana Nunes Sousa (em memória).

AGRADECIMENTOS

A Deus em primeiro lugar, por ter me concedido a vida, e oportunidade de sempre buscar novos conhecimentos;

À Coordenação do Curso de Pós Graduação da Faculdade de Ciências Agrárias - UFAM, juntamente com todos os professores, servidores e aos colegas pela minha formação;

À EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, pela oportunidade de realização do Curso de Mestrado, além da permissão para a condução do experimento objeto desta dissertação;

Ao Dr. José Jackson Bacelar Nunes Xavier, pela orientação segura, em todos os aspectos e pela confiança em mim depositada, além dos agradecimentos por ter sido meu conselheiro acadêmico junto à Embrapa;

Aos colegas pesquisadores da Embrapa Gilvan Coimbra e André Atroch, pelo auxílio nas soluções das questões estatísticas;

Ao Dr. Francisco Célio Maia Chaves, pesquisador da Embrapa pela grande participação em várias fases deste trabalho, tendo demonstrado profundo interesse pelas plantas medicinais e aromáticas;

Ao professor Dr. Henrique dos Santos Pereira pela co-orientação, direcionamento na condução dos trabalhos e presteza no atendimento;

A todos os colegas da Embrapa que participaram das atividades experimentais dando suas contribuições;

Ao Dr. Humberto Ribeiro Bizzo – Pesquisador da Embrapa Agroindústria de Alimentos – RJ, e ao técnico de laboratório da Embrapa Amazônia Ocidental, José Soares pelas análises laboratoriais do óleo essencial;

As funcionárias da Embrapa, Luis Mário Oliveira da Silva, Edilton Moreira Aragão, Edimilson Ribeiro, responsáveis pelos trabalhos de campo e coleta de dados do projeto de plantas medicinais da Estação Experimental da Embrapa Amazônia Ocidental, pelo auxílio na condução deste trabalho de pesquisa.

Em fim, a todos que contribuíram para a realização deste trabalho.

Sousa, Jasiel Nunes.

Produção de biomassa e rendimento de óleo essencial de sacaca (*Croton cajucara* Benth.), em função da adubação, poda e densidade de plantio / Jasiel Nunes Sousa. - 2003.

33 f.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Amazonas, Faculdade de Ciências Agrárias, Manaus, 2003.

“Orientador: Dr. José Jackson Bacelar Nunes Xavier”.

1. Planta medicinal. 2. Óleo essencial. 3. *Croton cajucara*.
4. Sacaca. I. Título.

CDD 633.88

Elaborada pela Bibliotecária Maria Augusta Abtíbol Brito - CRB 420

SUMÁRIO

RESUMO

ABSTRACT

1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	5
2.1 ASPECTOS GERAIS DAS PLANTAS MEDICINAIS E AROMÁTICAS	5
2.2 ASPECTOS GERAIS DO GÊNERO <i>CROTON</i>	6
3. MATERIAL E MÉTODOS	5
3.1 DESCRIÇÃO DO LOCAL DO EXPERIMENTO	9
3.2 PRODUÇÃO DE MUDAS	10
3.3 CARACTERÍSTICAS DO EXPERIMENTO	11
3.3.1 Tratamentos	11
3.3.2 Plantio e tratos culturais	11
3.3.3 Colheita	12
3.3.4 Variáveis Meteorológicas	13
3.4 VARIÁVEIS RESPOSTAS	15
3.5 ANÁLISES ESTATÍSTICAS	15
4.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO	16
4.1 FOLHA	16
4.1.1 Produção de folhas frescas	17
4.1.2 Produção de folhas secas	19
4.1.3 Rendimento de óleo essencial	21
4.2 CAULE	25
4.2.1 Produção de caules frescos	26
4.2.2 Produção de caules secos	26
4.3 RELAÇÃO FOLHA/CAULE	27
5. CONCLUSÕES	29
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30

LISTA DE TABELAS

TABELA 1.	Características químicas ⁽¹⁾ do solo onde foi estabelecida a unidade experimental. Embrapa Amazônia Ocidental, 2002.	10
TABELA 2.	Características químicas ⁽¹⁾ do terriço utilizado como substrato das mudas de sacaca. Embrapa Amazônia Ocidental, 2002.	11
TABELA 3.	Análise de variância para produção de folhas (fresca e seca) e rendimento de óleo essencial em sacaca, em função do manejo do solo e da planta. CPAA/Manaus - AM, 2003.	17
TABELA 4.	Produção de folhas frescas de sacaca, em função da densidade de plantio e de diferentes tipos de adubos. CPAA/Manaus - AM, 2002.	18
TABELA 5.	Produção de folhas frescas de sacaca, em função da densidade de plantio e de diferentes tipos de podas. CPAA/Manaus - AM, 2002.	19
TABELA 6.	Produção de folhas secas de sacaca, em função da densidade de plantio e de diferentes tipos de adubações. CPAA/Manaus - AM, 2002.	20
TABELA 7.	Produção de folhas secas de sacaca, em função da densidade de plantio e de diferentes tipos de podas. CPAA/Manaus - AM, 2002.	20
TABELA 8.	Rendimento de óleo essencial de folhas de sacaca, em função de diferentes tipos de adubação. CPAA/Manaus - AM, 2002.	21
TABELA 9.	Rendimento de óleo essencial de folhas de sacaca, em função de diferentes densidades. CPAA/Manaus - AM, 2002.	22
TABELA 10.	Rendimento de óleo essencial de folhas de sacaca, em função de diferentes tipos de podas. CPAA/Manaus - AM, 2002.	22
TABELA 11.	Teor de linalol (%) no óleo essencial de folhas de sacaca, em função da densidade de plantio e de diferentes tipos de adubações. CPAA/Manaus - AM, 2002.	23
TABELA 12.	Teor de linalol (%) no óleo essencial de folhas de sacaca, em função de diferentes tipos de adubações e tipos de podas. CPAA/Manaus - AM, 2002.	24
TABELA 13.	Teor de linalol (%) no óleo essencial de folhas de sacaca, em função de diferentes tipos de densidades e tipos de podas. CPAA/Manaus - AM, 2002.	25

TABELA 14.	Análises de variância para produção de caules (fresco e seco) e relação folha/caule em sacaca, em função da densidade de plantio, da adubação e da poda. CPAA/Manaus - AM, 2003.	25
TABELA 15.	Produção de caules frescos de sacaca, em função da densidade de plantio e de diferentes tipos de adubações. CPAA/Manaus - AM, 2002.	26
TABELA 16.	Produção de caules secos de sacaca, em função da densidade de plantio e de diferentes tipos de adubações. CPAA/Manaus - AM, 2002.	27
TABELA 17.	Relação folha/caule de sacaca, em função da densidade de plantio e de diferentes tipos de adubações. CPAA/Manaus - AM, 2002.	28

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1. Mapa do Estado do Amazonas com as estações experimentais da Embrapa 8
Amazônia Ocidental.
- FIGURA 2. Variáveis meteorológicas registradas no período do experimento 14
Embrapa Amazônia Ocidental - Manaus/AM, 2002.
- FIGURA 3. Variáveis meteorológicas registradas no período do experimento. 14
Embrapa Amazônia Ocidental -Manaus/AM, 2002.

ABSTRACT

Among many products derived from the Amazon's biodiversity, the Sacaca (*Croton cajucara* Benth, Euphorbiaceae) is a genetic resource with a potential socioeconomic importance and, also widely used in Amazonian folk medicine. The linalol is the main component of the sacaca essential oil (41%), and has been indicated as a possible substitute for the rosewood oil (*Aniba rosaeodora* Duck). However, the lack of agronomic studies with sacaca, seeking the commercial production, has been making unfeasible the exploitation of this essential oil. This work aimed to determine the plant biomass yield and the linalol production in sacaca crops according to different plant densities, soil fertilization and pruning types. The study was carried out in the research station of Embrapa Amazonia Ocidental, in Manaus. The field experiment was performed in randomized blocks with a factorial design of 4 x 2 x 4 (density, pruning and fertilization), in 3 replicates. The seedlings, obtained from root sprouts, were planted in February 2002. After 10 months, depending of the pruning treatment, the branches were cut at 30 cm height or had all leaves collected (drastic pruning). The following parameters were evaluated: the biomass yield (leaves and stem, both in fresh and dry weight); the leaf/stem ratio; the essential oil production and the linalol content. Statistical evaluation of the data was performed by applying an ANOVA and followed by the Tukey's test at $p < 0.05$. The results showed that the type of fertilization produced significant differences in leaf/stem ratio but did not influence significantly the stem biomass. The fertilization 3 (formula 8:24:16) and the density 4 (1.5 m x 1.5 m) showed the best results for biomass yield and essential oil production. The plant density and fertilization types influenced significantly the leaves biomass and essential oil production. The interaction between pruning type and plant density was not statistically significant for the linalol content. The linalol content, the stem biomass and the leaf/stem ratio were significantly different in plant density treatment: best results were found in the density 4 (1.5 m x 1.5 m) and the fertilization 4 (formula 8:24:16, plus manure). The linalol content, in the pruning type 1 (drastic pruning), was numerically greater in plant densities 3 (1.0 m x 1.5 m) and 4 ((1.5 m x 1.5m). The stem biomass (dry weight) as well as the leaf/stem ratio showed the best results in the fertilization 3 (formula 8:24:16) and the density 4 (1.5m x 1.5m).

Key words: linalol; medicinal and aromatic plants; Amazonia, crop management; essences.

RESUMO

Dentre os diferentes produtos da biodiversidade Amazônica, a Sacaca (*Croton cajucara* Benth), pertencente a família Euphorbiaceae, é um recurso genético de importância sócio-econômica potencial e, também largamente utilizada na fitoterapia dos povos da região. O linalol é o componente majoritário do óleo essencial da sacaca (41%), tendo sido indicado como possível substituto para o óleo de pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Duck). No entanto, a falta de estudos agrônômicos para produção comercial da sacaca tem inviabilizado o processo de aproveitamento deste óleo essencial. Este trabalho teve como objetivo determinar a produção de biomassa e a produção de linalol da sacaca, em função de diferentes espaçamentos, tipos de adubação e tipos de poda. O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso no esquema fatorial de 4 x 2 x 4 (densidade de plantio, tipo de poda e adubação), com 3 repetições, estabelecido na estação experimental da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus-AM. As mudas foram produzidas de rebento de raiz. O plantio foi realizado em fevereiro de 2002, o corte dos ramos foi feito a 30 cm de base do colo da planta aos 10 meses de idade, assim como para os tratamentos, que não sofreram corte e sim arranquio da totalidade das folhas. Os parâmetros avaliados, foram produção de biomassa (folhas frescas e secas, caules frescos e secos) relação folhas/caule, rendimento de óleo essencial e teor de linalol. Os dados foram analisados, estatisticamente e comparados por meio do teste de tukey a 5% de probabilidade. Os resultados, indicaram que as adubações utilizadas não influenciaram significativamente para variável produção de caule, tendo sido significativo para as variáveis folha/caule. A adubação 3 (fórmula 8:24:16) e densidade 4 (1,5 m x 1,5 m) apresentaram melhores resultados para produção de biomassa e rendimento do óleo essencial. As densidades de plantio e tipos de adubação influenciaram significativamente para as variáveis produções de folhas e rendimento de óleo essencial. A interação entre as variáveis densidade e poda não influenciaram significativamente no teor de linalol. As densidades apresentaram diferenças significativas para as variáveis teor de linalol, produção de caule e relação folha/caule, sendo a densidade 4 (1,5 m x 1,5 m) e adubação 4 (fórmula 8:24:16 + esterco) as que obtiveram melhores resultados. Para o teor de linalol o tipo de poda 1 (poda drástica), foi numericamente superior nas densidades 3 (1,0 m x 1,5 m) e 4 (1,5 m x 1,5 m). Para a produção de caule seco os melhores resultados foram encontrados para a adubação 3 (fórmula 8:24:16) e densidade 4 (1,5 m x 1,5 m), o mesmo ocorreu para relação folha/caule.

Palavras chaves: linalol; plantas medicinais e aromáticas; Amazônia, manejo; essências.

1. INTRODUÇÃO

A Amazônia possui o maior ecossistema de floresta tropical do mundo (GENTRY, 1982), além de ser considerada a maior reserva de plantas medicinais e aromáticas. Porém, vem sendo explorada de maneira indiscriminada, ocasionando com isso, a extinção de espécies que poderiam ser a solução para muitos problemas da humanidade.

As plantas medicinais, aromáticas e condimentares, embora constituam fontes reais e potenciais de matéria-prima de crescente demanda pelas indústrias, não têm recebido a necessária atenção no que diz respeito aos seus cultivos. A expansão desses cultivos depende da identificação, seleção e adequação de diferentes espécies aos diversos sistemas de produção que poderão ser identificados e recomendados.

As diferentes espécies medicinais, aromáticas e condimentares, produzem óleos essenciais cuja amplitude de emprego pode ser observada nos mais diversos setores da indústria de alimentos, bebidas, perfumarias, cosméticos, medicamentos, fumos, detergentes, sabões e produtos de limpeza em geral.

Dentre os diferentes produtos da floresta amazônica, a sacaca (*Croton cajucara* Benth), da Família *Euphorbiaceae*, é uma planta utilizada há muito tempo na medicina tradicional dos povos da região. O chá preparado a partir das folhas ou casca tem sido empregado para alívio de problemas do fígado e intestinos, sendo também apregoado contra diabetes e eficiente na redução do colesterol (ARAÚJO *et al.*, 1971).

O linalol é o componente majoritário do óleo essencial da sacaca (41%), além de possuir terpenos (1,6%) e cimenal (2,4%), conforme pesquisas realizadas por ARAÚJO *et al.*, 1971.

O óleo essencial das folhas, rico em linalol, foi analisado como possível substituto para o óleo de pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke). No entanto, a falta de estudos agrônômicos para a produção comercial de sacaca tem inviabilizado o processo de aproveitamento deste óleo essencial.

A denominação óleos essenciais se aplica a óleos voláteis obtidos, em sua maioria por destilação a vapor ou, no sentido mais geral, por hidrodestilação (KOKETSU & GONÇALVES, 1991). Apresentam, em suas substâncias, materiais aromatizantes e estão presentes em diversas partes do vegetal.

As plantas medicinais e aromáticas que historicamente foram consideradas os principais medicamentos dos povos primitivos, a partir do advento da indústria química, passaram ao segundo plano, embora as populações indígenas e caboclas continuassem a utilizá-las (AMOROSO, 1996).

NEVES (1982) se refere a poluição medicamentosa dos quimioterápicos, como responsáveis pelos problemas de saúde humana advindos das drogas químicas contidas nos medicamentos. Esta situação proporcionou importância às plantas medicinais e aromáticas, desta feita, trazendo também, a necessidade do cultivo e do aprofundamento dos seus estudos, tanto agrônômicos como farmacológicos.

O aumento no uso destas espécies devido ao crescimento da população tem provocado o descontrole nas áreas de produção natural (extrativismo desordenado), levando os órgãos governamentais competentes a listarem plantas e animais em categoria de espécies extintas ou mesmo em processo de extinção (LEWINGTON, 1983). Essa constatação tem exigido a adoção de estratégias que venham a suprir essa demanda em termos de matéria primária oriunda de plantas medicinais e aromáticas.

O cultivo de plantas tem como suporte várias áreas da ciência, destacando-se a fitotecnia, biologia, botânica, nutrição, fisiologia pós-colheita entre outras, o que torna importante a implantação da disciplina plantas medicinais nos cursos de agronomia e áreas afins (MING, 1994).

A oferta de matéria-prima em quantidade e qualidade ao longo do ano requer práticas fitotécnicas adequadas a cada espécie de plantas medicinal e aromática, que é influenciada pelo clima, capacidade de rebroto, da absorção de nutrientes disponível no solo, etc. A planta da sacaca arbusto nativo da região amazônica, pode atingir de 3,5 m e 4,5 m de altura quando adulta, apropriada para cultivo e podendo ser colhidas as folhas para extração do óleo essencial, a partir do sexto ao oitavo mês do plantio (ARAÚJO *et al.*, 1971).

Os metabólitos são substâncias responsáveis pela produção de celulose, lignina, proteínas e outras substâncias que realizam suas próprias funções vitais. Os metabólitos secundários são, em geral, substâncias de baixo peso molecular, às vezes produzidas em pequenas quantidades e responsáveis por funções nem sempre bem definidas, mas nem por isso menos importantes. Entre tais substâncias, destacam-se os óleos essenciais e os voláteis (WATERMAN, 1993).

Apesar de os metabólitos secundários serem controlados geneticamente (TROPP & CROTON, 2001), a sua concentração é influenciada pelos componentes ambientais. Dentre esses fatores ambientais podem ser destacados: a luz (intensidade e fotoperíodo), a latitude, a temperatura (mínima, máxima e média), solo (propriedades químicas e físicas), através da fertilidade (macro e micronutrientes), os ventos, a disponibilidade de água e outros, interagindo em conjunto, como é o caso da sazonalidade. Desta forma, os vegetais respondem diferentemente à chamada Engenharia Ecológica que, segundo TÉTÉNY (1970) citado por BROWN JR (1988), é a grande flexibilidade quimiossintética que os vegetais apresentam para produzir micromoléculas, como as que compõem as misturas complexas dos metabólitos, entre as quais se destacam os óleos essenciais.

Cita-se como exemplo de importância econômica dos metabólitos secundários obtidos das plantas: a nicotina, as piretrinas, a rotenona, usados como pesticidas; os alcalóides, como ópio (morfina e codeína), pilocarpina, que são utilizadas em indústrias farmacêuticas; e os aromatizantes, como o eugenol, obtido do óleo de cravo, a vanilina da baunilha, aldeído anísico, obtido da erva-doce e o aldeído cinâmico, responsável pelo aroma da canela, utilizados na indústria alimentícia.

O aproveitamento do potencial da flora amazônica apresenta-se como uma das fontes renováveis mais apropriadas para produção de matéria-prima para a indústria. Hoje, a tendência de fitoterápicos, industrializados ou não, vem crescendo segundo os dados da Organização Mundial de Saúde. São muitos os fatores que vêm colaborando no desenvolvimento de práticas de saúde que incluem plantas medicinais e aromáticas, principalmente os econômicos e sociais.

A sacaca apresenta um teor de 41% de linalol do óleo essencial das folhas, constituindo-se até o momento como a única espécie vegetal em cultivo experimental passível de uso como fonte alternativa do linalol em substituição ao óleo extraído da madeira do pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke), espécie nativa da Amazônia, utilizada para produção de óleo essencial destinado à indústria mundial de perfumes. Segundo dados do IBAMA (1992), estima-se que durante 40 anos, aproximadamente dois milhões de árvores de pau-rosa foram abatidos para atender as encomendas de linalol para os mercados nacional, americano e, principalmente europeu. Daí a necessidade do IBAMA classificar o pau-rosa como espécie em perigo de extinção (categoria E), conforme Portaria nº 37 de 11 de 3 de abril de 1992.

Esses dados reforçam a visibilidade ecológica, econômica e agrônômica do cultivo da sacaca em substituição à pressão do extrativismo sobre o perigo de extinção do pau-rosa na Amazônia. A sacaca está sendo cultivada por pequenos produtores e instituições de pesquisa, como a Embrapa Amazônia Ocidental.

Objetivando suprir alguns pontos de estrangulamento do sistema produtivo dessa espécie, que se refere ao manejo do solo e planta (adubação, poda e densidade do plantio), relação preponderante quando se busca a sua incorporação como um dos componentes dos sistemas agroflorestais, conseguiu-se neste trabalho, identificar referências que possibilitassem a complementariedade dos sistemas acima mencionado.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Aspectos Gerais das Plantas Medicinais e Aromáticas

No Brasil, ainda hoje, não se tem conhecimento sistematizado das plantas brasileiras, principalmente em relação às medicinais e aromáticas; embora os primeiros relatos sobre estas espécies, tenham ocorrido quando da primeira história natural brasileira, escrita por Wilhem Pies e Georg Marcgraf, integrantes da expedição holandesa chefiada por Maurício de Nassau, (MASP, 1994, citado por AMOROSO, 1996).

Das centenas de espécies vegetais medicinais brasileiras, apenas 5%, aproximadamente tem sido objeto de estudos, e estes estudos foram basicamente na área química e farmacológica e na sua grande maioria por cientistas estrangeiros. (MATOS, 1990).

A poluição medicamentosa dos quimioterápicos, segundo NEVES (1982), tem sido a responsável pela volta das plantas medicinais ao convívio do mundo contemporâneo.

Atualmente, em todos os continentes, quando do preparo de medicamentos, as plantas medicinais e aromáticas contribuem com a terça parte das substâncias sintéticas (NEVES, 1982; FARNSWORTH *et al.*, 1986; GARÇA *et al.*, 1990). Esses autores demonstram que no mundo atual há uma intensificação no uso de plantas para fins medicinais, até mesmo pela população de países mais industrializados, como é o caso da Europa, Estados Unidos, China, Índia e Brasil. Este fato deve-se ao alto custo das pesquisas voltadas à descoberta e fabricação de novos medicamentos e aromatizantes sintéticos, ao aumento do número de doenças provenientes do uso excessivo de quimioterápicos e questões de ordem sócio-econômica. Foram essas circunstâncias que levaram o governo brasileiro, em 1986 (8ª Conferência Nacional de Saúde, Brasília), a adotar como prática oficial a fitoterapia nos serviços de saúde pública, em caráter complementar. Essa decisão veio condicionar as plantas medicinais a um estudo mais aprofundado do ponto de vista da fitotecnia, taxonomia, antropologia, farmacologia e química.

A sacaca é uma planta medicinal aromática, encontrada na Amazônia Oriental e no leste da Amazônia Ocidental, sendo cultivada em toda a Amazônia. No Estado do Pará encontra-se no estuário do Rio Amazonas, ao longo das margens do Rio Trombetas, em torno da cidade de Óbidos (ARAÚJO, 1974).

A sacaca é planta de várzea, sendo considerada como planta daninha em lotes abandonados de pequenos produtores estabelecidos em áreas de várzea alta. É planta rústica e cresce facilmente em campos abandonados. Apresenta-se como uma espécie potencialmente substituta do pau-rosa, especialmente para extração do linalol (ARAÚJO, 1974), principalmente, pelo risco de sua extinção, devido à exploração predatória. O linalol é um álcool terpênico importante como base para transformação de outros terpenos, tais como o terpanil, o geraniol e outros (BEDONKIAN, 1967). Todos estes compostos são usados na indústria de perfumes e detergentes.

O seu óleo contém 41,06 de linalol, enquanto o pau-rosa está entre 27 a 85,65 (ARAÚJO *et al.*, 1971). Esses dados conferem importância econômica à sacaca, principalmente quando se leva em consideração o manejo do cultivo.

2.2 Aspectos Gerais do Gênero *Croton*

Croton cajucara Benth, pertence à Família das *Euphorbiaceae*, é uma planta arbustiva aromática e medicinal, de casca pulverulenta; folhas alternas, lanceoladas, olentes, flores unissexuais, em ráculos terminais. Espécie de grande utilidade na Amazônia, vulgarmente conhecida como sacaca, casca-sacaca, muira-sacaca.

Observando-se os dados registrados em relatórios proveniente da Coleção de Germoplasma de Plantas Medicinais Aromáticas e Condimentares da Embrapa Amazônia Ocidental (1992/1995), constatou-se que em todos os casos, a sacaca não produziu sementes no período de quatro anos. Neste espaço, as plantas cresceram até 4m de altura, constatou-se também que são de difícil multiplicação sexuada. Após esse registro os trabalhos tiveram continuidade e hoje, oito anos depois do estabelecimento da coleção acima abordada, constatou-se efetivamente a floração e frutificação. Atualmente as mudas recomendadas são oriundas de perfilhos ou rebentos das raízes, as quais contêm gemas e brotos e se estabelecem com facilidade.

A sacaca produz em suas folhas o linalol (ARAÚJO *et al.*, 1971), um isolado aromático com potencial econômico de interesse para as indústrias de perfumaria, cosméticos e produtos de limpeza. Além do linalol, produz pineno, sabineno, estragol, linearisina e magno florina (VIEIRA, 1991), princípios ativos destinados às indústrias de produtos farmacêuticos. Na medicina popular, o chá das folhas e da casca serve para conter distúrbios hepáticos, renais e reduz o colesterol (ARAÚJO *et al.*, 1971; VIEIRA, 1991). O

chá das folhas em dose normal (20g de folhas frescas e/ou 10g de folhas secas para um litro de água) é específico para reduzir taxa de açúcar dos diabéticos.

Recentemente, foi observado que o óleo essencial da casca de sacaca apresentava propriedades anti-inflamatórias (BIGLIVETTI *et al.*, 1999). A composição química deste óleo, entretanto, é distinta daquela do óleo essencial obtido das folhas (LOPES *et al.*, 2000) e das partes aéreas (LEMOS *et al.*, 1999). O óleo essencial da casca é rico em sesquiterpenos e o das folhas, em linalol.

O comportamento desta espécie, quando cultivada na presença e ausência de fertilizantes químicos e orgânicos, de acordo com SÁ SOBRINHO (1999), não diferiu significativamente em relação a peso fresco das folhas, altura e diâmetro da copa e caule.

Segundo CHAVES *et al.*, (1997 e 1998) estudando *Mentha arvensis* L. var. Piperacens e *Mentha villosa* Huds, o uso de 6 kg/m² de esterco de bovino, em relação à testemunha, induziu o aumento da matéria seca das partes aéreas das plantas, sendo que 8 kg/m² proporcionou resultado semelhante aos níveis 0 kg; 2 kg e 4 kg/m²; entretanto o teor de óleo essencial reduziu progressivamente com o aumento das doses de esterco.

CHARLES *et al.* (1990), COLSON *et al.* (1991), RAJES *et al.* (1991), FIGUEIREDO *et al.* (1995) e HOSE *et al.* (1997), ressaltaram a influência da idade foliar e regiões da planta na composição e no rendimento do óleo essencial, da *Mentha arvensis* L. var. Piperacens.

No Brasil, ainda não se tem o hábito de cultivar plantas medicinais e aromáticas, e sim obtê-las do extrativismo. As espécies atualmente cultivadas ainda estão no estágio de domesticação, ou seja, necessitam ser investigadas principalmente no que se refere a seu potencial produtivo. Apesar de o extrativismo dispensar o custo da prática de cultivo, provoca a degradação do ecossistema, a baixo qualidade e não atende a produção em escala comercial.

As tecnologias empregadas nos cultivos de plantas medicinais e aromáticas são similares àquelas utilizadas na produção de outras culturas, podendo existir problemas fitotécnicos usuais como: fertilidade do solo, pragas, doenças, irrigação, influências ambientais externas, resultando muitas vezes na formação de diversos constituintes químicos em diferentes proporções ou em reduzido rendimento dos princípios ativos, (BUSTAMENTE, 1993; MARTINS, 2000). Esses fatores que condicionam as plantas a essa situação requerem do homem uma busca incessante na tentativa de elucidar as tecnologias

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Descrição do Local do Experimento

O estudo foi conduzido no Setor de Plantas Medicinais da Estação Experimental da Embrapa Amazônia Ocidental, localizada no km 29 da AM-010, no Município de Manaus, Estado do Amazonas, tendo como coordenadas geográficas, 2°51'07'' e 2°54'10'' e latitude sul e de 59°57'20'' de longitude WGr. (Fig.1).



Figura 1. Mapa do Estado do Amazonas com as estações experimentais da Embrapa Amazônia Ocidental.

A área da estação experimental caracteriza-se por apresentar solo classificado como Latossolo Amarelo, oxissol muito argiloso (RODRIGUES *et al.*, 1972), considerado profundo, muito ácido, com boa porosidade, friável, drenagem boa, porém quimicamente pobre em nutrientes. Os dados analíticos do solo, apresentados na Tabela 1, comprovam a afirmativa acima.

Segundo a classificação de Koppen, a área de terra firme pertence ao grupo A (clima tropical chuvoso) do tipo "Affi" (BOLETIM METEOROLÓGICO-Embrapa Amazônia Ocidental, 2002). Classificado como tropical chuvoso ou quente e úmido. Este ambiente é caracterizado por apresentar temperatura média do mês mais frio, nunca inferior a 18°C e precipitação pluviométrica do mês mais seco superior a 60 mm.

Nas Figuras 2 e 3, apresentam-se os dados de precipitação pluviométrica, umidade relativa, temperaturas mínima, média e máxima do ar, observados durante o transcorrer dos trabalhos de campo, registrados na Estação Climatológica da Embrapa Amazônia Ocidental.

A cobertura vegetal original da área foi classificada como “floresta densa tropical de terra firme” (GUILHERME e KAHN, 1982), a qual foi derrubada em 1973 e queimada. Posteriormente foi destocada com trator de esteira e cultivada por vários anos com outros experimentos. Nos últimos dois anos se encontrava em pousio, neste caso, necessitando de um novo preparo da área para a implantação do experimento. A área foi preparada mecanicamente por meio de trator (75 cv) de roda traçado com a utilização de grade aradora de 24 discos dentados, com corte de 20 cm. Em seguida foram coletadas amostra de solo a profundidade de 0 a 20 cm e analisados no Laboratório de Análises de Solos e Plantas da Embrapa Amazônia Ocidental (Tabela 1).

Tabela 1. Características químicas⁽¹⁾ do solo onde foi estabelecida a unidade experimental.

Embrapa Amazônia Ocidental, 2002.

pH(H ₂ O)	P	K	Mg	Al	H+Al	Ca
	mg/dm ³		c.mol _c /dm ³			
4,41	2	36	0,14	0,34	6,74	0,29

(1) Análise realizada no Laboratório de Solos e Plantas da Embrapa Amazônia Ocidental, 2002.

3.2 Produção de Mudanças

As mudas foram produzidas em sacos plásticos, oriundas de rebentos de raízes de matrizes pertencentes ao Banco de Germoplasma de sacaca da Embrapa Amazônia Ocidental, previamente selecionadas, buscando padronizar o máximo possível os rebentos, principalmente visando à uniformização do vigor inicial. O substrato utilizado foi o terriço composto de solo agrícola, coletado em área de mata após remoção da derrama natural (restos vegetais), nos primeiros 10,0 cm de profundidade, adicionado de mais 30% de areia. Após a mistura retirou-se uma amostra para análise de macro e micronutrientes (Tabela 2).

3.3.3 Variáveis Meteorológicas

Durante o decorrer do experimento as condições meteorológicas tiveram suas variáveis registradas e encontram-se expostas nas (Figuras 2 e 3) a seguir.

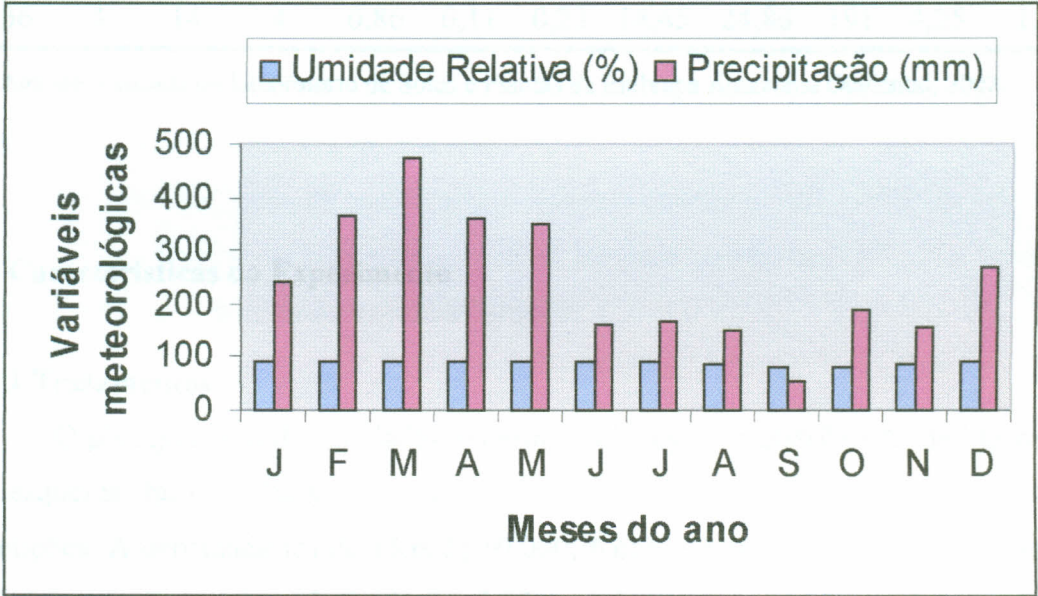


Figura 2. Variáveis meteorológicas registradas no período do experimento Embrapa Amazônia Ocidental – Manaus/AM, 2002.

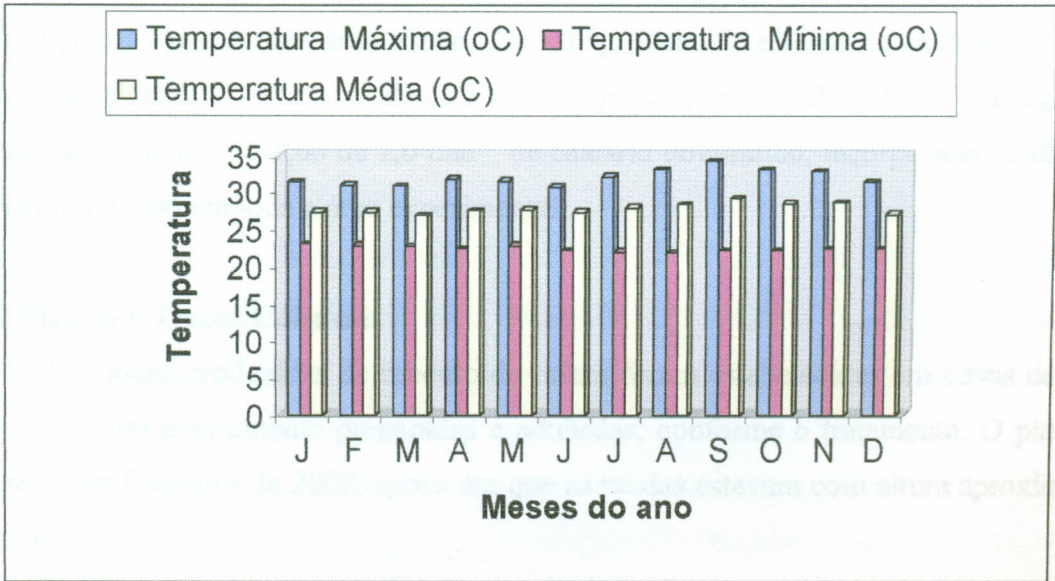


Figura 3. Variáveis meteorológicas registradas no período do experimento. Embrapa Amazônia Ocidental -Manaus/AM, 2002.

Tabela 2. Características químicas⁽¹⁾ do terriço utilizado como substrato das mudas de sacaca. Embrapa Amazônia Ocidental, 2002.

PH	P	K	Na	Ca	Mg	Al	C	M.O.	Fe	Zn	Mn	Cu
	mg/dm ³			c.mol/dm ³			g/kg			mg/dm ³		
5,36	4	14	4	0,86	0,11	0,23	14,45	24,86	191	4,25	1,51	1,74

(1) Análise realizada no Laboratório de Solos e Plantas da Embrapa Amazônia Ocidental, 2002.

3.3 Características do Experimento

3.3.1 Tratamentos

O planejamento das unidades experimentais seguiu a distribuição de blocos ao acaso no esquema fatorial 4x2x4 (densidade de plantio, tipo de poda e adubação) com 3 repetições. A densidade foi de 15.625; 10.000; 6.666 e 4.445 plantas.ha⁻¹, distribuídas nos respectivos espaçamentos de 0,80 m x 0,80 m; 1,0 m x 1,0 m; 1,0 m x 1,5 m e 1,5 m x 1,5 m. A poda foi efetuada de duas maneiras: uma denominada poda drástica, na qual foram retirados todos os galhos na altura de 30 cm do colo da planta, e outra onde se coletaram somente as folhas e parte herbácea do caule. Em relação à adubação foram empregados quatro tipos: 1 - testemunha sem adubo; 2 - 5,0 kg/planta de esterco de galinha; 3 - fórmula 8:24:16 no plantio, 4 - fórmula idêntica a anterior mais esterco de galinha (5,0 kg/planta). Destaca-se ainda a utilização de 1,0 t.ha⁻¹ de calcário dolomítico, incorporado 30 dias antes do plantio no solo em toda a área experimental.

3.3.2 Plantio e Tratos Culturais

As mudas produzidas de rebento de raízes foram estabelecidas em covas de 35,0 x 35,0 x 35,0 cm previamente preparadas e adubadas, conforme o tratamento. O plantio foi realizado em fevereiro de 2002, época em que as mudas estavam com altura aproximada de 20,0 cm.

Durante todo o experimento, foram efetuadas duas capinas e replantio de todas as mudas que apresentaram problemas de vigor, perfazendo um total de 2%.

3.3.4 Colheita

O corte das plantas da área útil foi realizado quando as plantas estavam com 10 meses de idade no mês de dezembro de 2002. O corte foi efetuado a uma altura de 30 cm em relação à superfície do solo. Após o corte, o material foi pesado e acondicionado em sacos plásticos e levados para o laboratório de análise de plantas da Embrapa Amazônia Ocidental. Fez-se a retirada das amostras de folhas e caule com posterior pesagem desse material em balança de 0,01g de precisão.

Para determinação de umidade dos componentes da planta, utilizou-se duas amostras de 50,0 g, que foram levadas a estufa a 65° C até peso constante (72 horas). Decorrido esse tempo, calculou-se através da seguinte fórmula.

$$\% U = \frac{PI - PF}{PI} \times 100$$

onde: PI – peso do material fresco

PF – peso do material seco

Do material vegetal fresco e seco das folhas e caule de cada tratamento foi calculada a produção de biomassa das folhas e dos caules; assim como a relação entre a produção das folhas/caules e o rendimento de óleo essencial.

Amostras de folhas frescas foram colocadas em sacos plásticos e armazenadas em freezer para extração de óleo essencial. As extrações foram realizadas através de hidrodestilação, com o uso de aparelho tipo Clevenger. Utilizou-se amostras de 400,0 g de folhas frescas retiradas do freezer e colocadas em balão de fundo chato de 12.000 ml, com junta esmerilhada 24/40 mm, sendo adicionada água destilada até a imersão das folhas, tendo em seguida iniciado o processo de extração por arraste do óleo essencial pelo vapor d'água. Considerou-se como início do processo quando as primeiras gotas de óleos essenciais descenderam pelo condensador. A extração foi realizada durante 6 horas. Ao final desta, fez-se a leitura (ml) do volume do óleo essencial, para em seguida ser colhido e armazenado em vidro âmbar e estocado em freezer para posterior análise da sua composição química.

O rendimento médio do óleo essencial das folhas foi calculado em base seca através da seguinte fórmula.

$$\text{Rendimento} = \frac{V \text{ (ml)} \times 100}{M \text{ (g)}}$$

Onde: V = volume do óleo essencial extraído

M = matéria seca

O óleo essencial foi analisado utilizando-se o aparelho Cromatógrafo a Gás Autosystem XL Perkin-Elmer com as seguintes condições de análises: coluna PE-5 (5% fenil 95% metilsilicone) 20 m x 0,18 mm x 0,4 µm, temperaturas: forno 60°C a 240°C a 3°C/min injetor a 250°C equipado com detetor de ionização por chama e coluna PE-5 (20 m x 0,18 mm x 0,40 µm). A espectrometria de massas por impacto de elétrons (70 eV) foi realizada em Cromatógrafo Agilent 6890 acoplado a detetor de massas 5973N, equipado com uma coluna HP-5MS (30 m x 0,25 mm x 0,25 µm). Nos dois casos, a programação de temperatura usada foi 60-240°C, a 3°C/min injetor a 250°C detetor (FID) a 280°C, gás carreador: hidrogênio a 1,0 mL/min.. A identificação dos constituintes foi efetuada por comparação dos espectros de massas obtidos com os dados da espectroteca (Wiley 6th ed.) e dos índices de retenção, calculados a partir da injeção de uma série de n-alcanos, e comparados com valores da literatura.

3.4 Variáveis Respostas

Com o propósito de atender os objetivos pré-estabelecidos, optou-se pelos parâmetros de produção de biomassa (folhas frescas e secas, caules frescos e secos), relação folhas/caules, rendimento de óleo essencial e linalol (componente majoritário do óleo essencial).

3.5 Análises Estatísticas

Dos resultados obtidos para os parâmetros avaliados, determinou-se as médias por parcela/subparcelas, que foram submetidas à análise de variância segundo o modelo matemático. $y_{ijkl} = m + b_j + a_i + p_k + (ap)_{ik} + s_l + (as)_{il} + (ps)_{kl} + (aps)_{ikl} + e_{ijkl}$

Onde: y, i, j, k e l = valor observado no bloco j, na adubação i, na poda k, no espaçamento l;

m = média geral do ensaio;

b_j = efeito do bloco;

a_i = efeito da adubação i, i = 1, 2, 3, 4;

p_k = efeito da poda k, k = 1, 2;

s_l = efeito do espaçamento l, l = 1, 2, 3, 4;

$(ap)_{ik}$ = efeito da interação da adubação i com a poda k;

$(as)_{il}$ = efeito da interação da adubação i com o espaçamento l;

$(ps)_{kl}$ = efeito da interação da poda k com espaçamento l;

$(aps)_{ikl}$ = efeito da interação da adubação i com a poda k e com o espaçamento l;

$e_{(ijkl)}$ = erro experimental; $e_{(ijkl)} \sim (0,6^2)$.

Os efeitos dos tratamentos foram comparados pelo Teste de Tukey a 5% ($p < 0,05$) de probabilidade, segundo GOMES (1987), com o apoio do programa SAS.

4.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Folha

Verifica-se na Tabela 3 que foram detectadas diferenças significativas para: densidade (produção de folhas frescas e secas, rendimento de óleo essencial e teor de linalol); poda (produção de folhas frescas e rendimento de óleo essencial); interação adubação x densidade (produção de folhas frescas e rendimento de óleo essencial); interação densidade x poda (produção de folhas frescas e rendimento de óleo essencial); interação adubação x densidade x poda (produção de folhas frescas, rendimento de óleo essencial e teor de linalol), capazes de discriminarem os tratamentos utilizados. Por outro lado a adubação e sua interação com a poda não se mostraram bom neste estudo, como bons discriminantes.

Tabela 3 – Análise de variância para produção de folhas (fresca e seca) e rendimento de óleo essencial em sacaca, em função da adubação, densidade de plantio e poda. CPAA/Manaus – AM, 2003.

Causas de Variação	G. L.	QM Folhas		QM Óleo Essencial	QM Linalol (%)
		Fresca	Seca		
Blocos	2	30225,5303 ns	0,2327**	5552,4888 ns	47,1788ns
Adubação (A)	3	35758,7605 ns	0,0093 ns	12361,5890 ns	24,6542ns
Densidade (D)	3	7767384,7535**	0,0712**	662052,6224**	617,1072**
Poda (P)	1	629640,5584**	0,0244 ns	100647,4017**	9,0037ns
A x D	9	486711,5878**	0,0088 ns	29173,2902*	19,7419ns
A x P	3	10246,5362 ns	0,0097 ns	2699,2902 ns	43,8596ns
D x P	3	370687,1042**	0,0181 ns	54024,7358**	34,5249ns
A x D x P	9	241447,3672**	0,0079 ns	23564,7700*	40,5451*
Resíduo	62	65083,3980	0,0165	11050,8086	16,2046
Média		1321,20	361,3104	0,54	19,84
CV (%)		19,31	29,09	23,57	20,28

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$), ** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$), ns não significativo, QM quadrado médio.

4.1.1 Produção de folhas frescas

As médias de produção de folhas frescas expostas na Tabela 4 mostraram que o maior valor para esta variável foi obtido quando combinou-se o tipo de adubo 3 (fórmula 8:24:16) com a densidade 4 (1,5 m x 1,5 m).

Tabela 4— Produção (g/planta) de folhas frescas de sacaca, em função da densidade de plantio e de diferentes tipos de adubos. CPAA/Manaus – AM, 2002.

Adubações	Densidades				Médias de Adubações
	1	2	3	4	
1	1135 aB	637 aC	1589 aA	1754 bA	1278,96 a
2	1431 aA	544 aB	1792 aA	1719 cA	1371,68 a
3	469 bB	688 aB	1945 aA	2137 aA	1309,90 a
4	1232 aB	684 aC	1739 aA	1641 dA	1324,27 a
Médias de Densidades	1067,08 B	638,35 C	1766,25 A	1813,13 A	1321,20

Médias seguidas pelas mesmas letras, minúsculas na vertical e maiúsculas na horizontal, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($p<0,05$).

Merece destacar que de forma geral as adubações não proporcionaram diferenças significativas entre eles, sendo isso verificado apenas na densidade maior. Este fato pode está relacionado ao desenvolvimento que o espaçamento 4 proporcionou à planta, pois desta forma a mesma teve espaço suficiente para o seu crescimento. Ressalta-se ainda, que não houve competição por luz, o que geralmente se observa quando se utiliza espaçamentos menores.

Para densidades x tipos de podas, observa-se na Tabela 5 que os melhores resultados foram também, para a densidade 4, embora não houve diferença significativa para o outro tipo de poda. Esta resposta de certa forma era esperado, pois como estes dados referem-se apenas a avaliação do primeiro corte, a planta não teve ainda condições de responder como será a recuperação a partir desses dois tipos de poda, visto que no primeiro, a planta teve os seus caules cortados, enquanto no segundo o caule permaneceu. A permanência destes possivelmente contribuirá para uma menor disponibilidade de fotoassimilados para formação de novos caules, visto que estas estruturas já estavam presentes.

Tabela 5 - Produção de folhas frescas de sacaca, em função da densidade de plantio e de diferentes tipos de podas. CPAA/Manaus – AM, 2002.

Podas	Densidades				Médias de Podas
	1	2	3	4	
1	1051 aB	431 bC	1605 bA	1872 aA	1240 b
2	1082 aB	845 aB	1927,5 aA	1753 aA	1402 a
Médias de Densidades	1067,08 B	638,35 C	1766,25 A	1813,13 A	1321,20

Médias seguidas pelas mesmas letras, minúsculas na vertical e maiúsculas na horizontal, não diferem entre si pelo Teste Tukey ($p<0,05$).

4.1.2 Produção de folhas secas

Na Tabela 6 os dados apresentados referem-se a produção de folhas secas em função das densidades e tipos de adubação. Se considerarmos que o maior espaçamento é praticamente quatro vezes menor que o número de plantas do primeiro. A produção em si representou para o maior espaçamento (1,5 m x 1,5 m) praticamente só o dobro, e que este não diferiu estatisticamente da densidade 3 (1,0 m x 1,5 m). Para as adubações, a produção de folhas secas também não diferiram estatisticamente, embora a adubação 4 apresentou valores superiores em relação às demais. A aplicação de dois adubos de origens diferentes (orgânica e mineral), provavelmente pode ter contribuído para uma melhor disponibilidade dos mesmos à planta, pois, segundo CORRÊA JR. (1998) os adubos orgânicos são mais disponibilizados logo após a aplicação e os adubos minerais complementam em termos de tempo a disponibilidade para a planta. Por outro lado MALDUEÑO BOX (1973) e MATTOS (1996) sugerem que a adubação orgânica possibilita um melhor desenvolvimento de plantas, e por conseguinte, mais resistente às pragas e doenças, tendo como consequência menor utilização de produtos químicos, que neste caso, podem comprometer a composição química da planta, alterando ou mesmo inviabilizando o seu uso como medicinal. MING (1996) não encontrou incremento na produção de biomassa de caules e plantas inteiras no tratamento com adubação orgânica em comparação ao uso de calagem, adubo orgânico (esterco bovino curtido) e adubação mineral (4-14-8) em mentrasto (*Ageratum conyzoides*).

Tabela 6 - Produção de folhas secas de sacaca, em função da densidade de plantio e de diferentes tipos de adubações. CPAA/Manaus – AM, 2002.

Adubações	Densidade				Médias de Adubações
	1	2	3	4	
1	248 abBC	224 aC	401 aAB	470 aA	336,15 a
2	361 aA	105 aB	479 aA	467 aA	357,37 a
3	175 bB	163 aB	527 aA	595 aA	365,58 a
4	329 abB	177 aB	531 aA	521 aA	390,14 a
Médias de Densidades	278,65 B	167,90 C	485,02 A	513,67 A	361,31

Médias seguidas pelas mesmas letras, minúsculas na vertical e maiúsculas na horizontal, não diferem entre si pelo Teste Tukey (p<0,05).

Em relação às densidades e tipos de podas (Tabela 7), verificou-se também, que as melhores densidades para produção de folhas secas foram a 3 e 4, embora não houve diferença estatística entre os tipos de podas, na densidade 4.

Tabela 7 - Produção de folhas secas de sacaca, em função da densidade de plantio e de diferentes tipos de podas. CPAA/Manaus – AM, 2002.

Podas	Densidades				Médias de Podas
	1	2	3	4	
1	275 aC ⁽¹²⁾	98 bD	410 bB	532 aA	328,93 b ⁽²⁴⁾
2	282 aB	238 aB	560 aA	495 aA	393,69 a
Médias de Densidades	278,65 B	167,90 C	485,02 A	513,67 A	361,31

Médias seguidas pelas mesmas letras, minúsculas na vertical e maiúsculas na horizontal, não diferem entre si pelo Teste Tukey (p<0,05).

4.1.3 Rendimento de óleo essencial

Para rendimento de óleo essencial, cujos dados estão expostos na Tabela 8, denota-se que não houve diferença estatística em relação aos tipos de adubação, embora o menor valor foi verificado quando utilizou-se a adubação orgânica adicionada de adubação mineral. Esta mesma resposta foi verificada por MING (1996) que não encontrou diferença estatística quando utilizou em mentrasto (*Ageratum conyzoides*) os tratamentos calagem, adubo orgânico (esterco bovino curtido) e adubação mineral (4-14-8), mas por outro lado SCHEFFER (1998) trabalhando com mil-folhas (*Achillea millefolium*) concluiu que 3,0 kg/m² proporcionou incremento no rendimento de óleo essencial.

Percebe-se ainda, que numericamente a ausência de adubação (testemunha) juntamente com a adubação 3 apresentaram os maiores valores. De certa forma isto está embasado no fato de que a produção de substâncias oriundas do metabolismo secundário na maioria das vezes é resultante de estresse submetido à planta durante o seu desenvolvimento. Se considerarmos que a testemunha não recebeu nenhum tipo de adubação e no tratamento 3 houve apenas no plantio e o corte foi realizado 10 meses após a instalação do experimento, possivelmente em ambos os casos a planta estava sob estresse nutricional. Com *Lippia alba*, MING (1992) verificou que à medida que aumenta a quantidade de adubo orgânico, aumenta a produção de biomassa, com melhoras nos aspectos químicos, físicos e biológicos do solo, havendo uma grande resposta em crescimento vegetativo da cultura. Para rendimento de óleo essencial, houve uma relação inversa aos resultados de produção de biomassa.

Tabela 8 – Rendimento de óleo essencial de folhas de sacaca, em função de diferentes tipos de adubação. CPAA/Manaus – AM, 2002.

Adubações	Médias
1	0,56 a
2	0,54 a
3	0,56 a
4	0,52 a

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo Teste Tukey (p<0,05).

Para densidades, o melhor resultado foi obtido no tratamento 3, que diferiu estatisticamente dos demais (Tabela 9).

Tabela 9 – Rendimento de óleo essencial de folhas de sacaca, em função de diferentes densidades. CPAA/Manaus – AM, 2002.

Densidades	Médias
1	0,53ab
2	0,48b
3	0,61a
4	0,56ab

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo Teste Tukey ($p < 0,05$).

O efeito de poda no rendimento de óleo essencial está exposto na Tabela 10. Embora não tenha havido diferença estatística entre as mesmas, o maior valor foi o tipo de poda 1, em que houve o corte dos ramos e as folhas foram retiradas manualmente, em local sombreado. Ainda merece destacar que no caso do tipo 2 o processo também foi manual, mas o fato de que a separação teve o mesmo procedimento da colheita do café, (MORAIS, 2003). A desfolha foi realizada a partir da inserção do ramo no caule até a ponta do mesmo, e isso ocorreu sempre a pleno sol, as folhas sofreram mais danos mecânicos, o que provavelmente pode ter significado a perda de óleo essencial das estruturas de armazenamento nas folhas.

Tabela 10 – Rendimento de óleo essencial de folhas de sacaca, em função de diferentes tipos de podas. CPAA/Manaus – AM, 2002.

Podas	Médias
1	0,56 a
2	0,53 a

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo Teste Tukey ($p < 0,05$).

4.1.4 Teor de linalol

Pelos valores expostos na Tabela 11 verifica-se que as densidades 3 e 4 foram as que apresentaram os melhores resultados para teor de linalol. Em relação às adubações podemos também constatar que ocorreu o mesmo, mas neste caso as adubações do tipo 3 e 4 foram significativas quando se compara as densidades 3 e 4. O maior valor para linalol foi verificado por ocasião da testemunha na densidade 4. Alguns autores (MING, 1992; CHAVES, 2002) mencionam que a produção de metabólitos secundários e portanto a sua constituição de certa forma são tão mais expressivas quando as espécies estão sob condições de estresse, e neste caso, a ausência de nutrição por parte dos adubos utilizados nos outros tratamentos possivelmente resultou em maior rendimento (Tabela 8) e maior teor de linalol (Tabela 11). FURLAN (2000) não encontrou variação ao utilizar doses de NPK nos constituintes do óleo essencial de *Ocimum basilicum* cv. *Genovese*, sendo o linalol a substância majoritária.

Tabela 11 – Teor de linalol (%) no óleo essencial de folhas de sacaca, em função da densidade de plantio e de diferentes tipos de adubações. CPAA/Manaus – AM, 2002.

Adubações	Densidades				Médias de Adubações
	1	2	3	4	
1	19,28aAB	12,47aB	23,70aA	25,56aA	20,25a
2	22,28aAB	13,75aB	24,87aA	23,33aA	21,08a
3	17,33aAB	12,67aB	25,00aA	20,11aAB	18,78a
4	20,00aAB	12,68aB	25,43aA	19,05aAB	19,29a
Médias de Densidades	19,72B	12,89C	24,75A	22,01AB	19,84

Médias seguidas pelas mesmas letras, minúsculas na vertical e maiúsculas na horizontal, não diferem entre si pelo Teste Tukey (p<0,05).

Pelos dados da Tabela 12 verifica-se que não houve diferença estatística no teor de óleo essencial em função dos tipos de adubações e tipos de podas. Este comportamento como já foi mencionado anteriormente pode estar relacionado ao fato de que estes dados se

referem apenas ao primeiro corte, não tendo a planta até então a necessidade de investir nutrientes na formação de uma nova copa em função dos dois tipos de poda realizados.

Tabela 12 – Teor de linalol (%) no óleo essencial de folhas de sacaca, em função de diferentes tipos de adubações e tipos de podas. CPAA/Manaus – AM, 2002.

Podas	Adubações				Médias de Podas
	1	2	3	4	
1	19,53aA	20,17aA	19,67aA	21,23aA	20,15A
2	20,97aA	21,94aA	17,89aA	17,35aA	19,53A
Médias de Adubações	20,25a	21,08a	18,78a	19,29a	19,84

Médias seguidas pelas mesmas letras, minúsculas na vertical e maiúsculas na horizontal, não diferem entre si pelo Teste Tukey ($p<0,05$).

Observa-se que o teor de linalol em função das densidades e tipos de podas (Tabela 13) não foi significativo para os tipos de poda. Mas numericamente o tipo de poda 1 foi superior nas densidades 3 e 4. O fato de que esses espaçamentos permitiram à planta um maior desenvolvimento, os ramos se tornaram mais lenhosos e ao realizarmos a poda do tipo 2 (retirada das folhas através de derrama) possivelmente uma maior perda de substâncias voláteis pode ter ocorrido devido aos danos causados quando se efetua tal operação.

Tabela 13 – Teor de linalol (%) no óleo essencial de folhas de sacaca, em função de diferentes tipos de densidades e tipos de podas. CPAA/Manaus – AM, 2002.

Podas	Densidades				Médias de Podas
	1	2	3	4	
1	18,58abB	12,89bA	25,39aA	23,74aA	20,15A
2	20,87abA	12,89bA	24,10aA	20,29abA	19,53A
Médias de Densidades	19,72b	12,89c	24,75a	22,01ab	19,84

Médias seguidas pelas mesmas letras, minúsculas na vertical e maiúsculas na horizontal, não diferem entre si pelo Teste Tukey ($p<0,05$).

4.2 Caule

Verifica-se na Tabela 14, que foram detectadas diferenças significativas para: densidade (produção de caule fresco e seco); adubação (folha/caule); interação adubação x densidade (produção de caules frescos, secos e folha/caule), capazes de discriminarem os tratamentos utilizados.

Tabela 14 – Análises de variância para produção de caules (fresco e seco) e relação folha/caule em sacaca, em função da densidade de plantio, da adubação e da poda. CPAA/Manaus – AM, 2003.

Fontes de Variação	G. L.	Caules		Folha/Caule
		Peso Fresco	Peso Seco	
Blocos	2	71495,31 ns	8873,82 ns	0,05 ns
Adubação (A)	3	119782,46 ns	12785,26 ns	0,34*
Densidade (D)	3	5357997,74 **	623097,20**	0,25*
A x D	9	495887,09**	60030,15**	0,41**
Resíduo	30	96906,42	12318,07	0,07
Média		1111,56	389,06	0,93
CV (%)		58,00	28,53	30,10

* significativo ao nível de 5% de probabilidade (p<0,05), ** significativo ao nível de 1% de probabilidade (p<0,01), ns não significativo, QM quadrado médio.

4.2.1 Produção de caules frescos

Averigou-se na Tabela 15, que o menor resultado foi apresentado na densidade 3, embora não tenha diferido estatisticamente da densidade 4 e, para adubação, só o foi em relação à testemunha na densidade 3. Se compararmos a produção de folhas frescas (Tabela 5) com a produção de caules frescos, verifica-se que a diferença entre as densidade 3 e 4 em relação às adubações foi maior no caso dos caules frescos. BALYAN E SINGH (1992) obtiveram acréscimo na produção de madeira fresca até o quarto ano de corte em *Ocimum gratissimum*. FURLAN (2000) com *Ocimum basilicum* cv. *Genovese* observou que a partir da vigésima semana as plantas apresentaram os caules e ramos mais lenhosos.

Tabela 15 - Produção de caules frescos de sacaca, em função da densidade de plantio e de diferentes tipos de adubações. CPAA/Manaus – AM, 2002.

Adubações	Densidades				Médias de Adubações
	1	2	3	4	
1	1125 aA	55 aB	1053 bA	1615 aA	962,1 a
2	1353 aA	303 aB	1636 abA	1350 aA	1160,8 a
3	3231 bB	298 aB	2296 aA	1693 aA	1152,9 a
4	1335 aA	143 aB	1767 aA	1437 aA	1170,4 a
Médias de Densidades	1034,2 B	200,0 C	1688,30 A	1523,80 A	1111,56

Médias seguidas pelas mesmas letras, minúsculas na vertical e maiúsculas na horizontal, não diferem entre si pelo Teste Tukey ($p<0,05$).

4.2.2 Produção de caules secos

Para a produção de caules secos em função das densidades e adubações (Tabela 16), percebe-se que os maiores valores foram registrados na densidade 3, assim como na adubação 3, com exceção da testemunha. Neste caso, a ausência de adubação deve ter contribuído para uma menor disponibilidade de nutrientes para a planta, o que pode ser verificado quando se compara os dados com a produção de folhas secas (Tabela 6) pois, na densidade 3 o menor valor foi verificado também na ausência de qualquer tipo de adubação utilizada no experimento. Este valor está bem abaixo quando compara-se as densidades 3 e 4 com as adubações.

Observa-se, uma melhor atuação especial na densidade 4 quando se compara a produção de caules secos. FUJIAN (2008) e BAL YAN e SINGH (1992) verificaram que a produção de caules em dois estudos com *Chenopodium*.

Tabela 16 - Produção de caules secos de sacaca, em função da densidade de plantio e de diferentes tipos de adubações. CPAA/Manaus – AM, 2002.

Adubações	Densidades				Médias de Adubações
	1	2	3	4	
1	429 aA ⁽³⁾	19 aB	349 bA	583 aA	345,16 a ⁽¹²⁾
2	477 aA	108 aB	626 aA	479 aA	423,10 a
3	118 bB	111 aB	726 aA	598 aA	388,45 a
4	474 aA	55 aB	631 aA	437 aA	399,54 a
Médias de Densidades	374,61 B	73,70 C	583,32 A	524,63 A	389,06

Médias seguidas pelas mesmas letras, minúsculas na vertical e maiúsculas na horizontal, não diferem entre si pelo Teste Tukey ($p < 0,05$).

4.3 Relação folha/caule

Para a relação folha/caule percebe-se que o maior valor foi verificado na densidade 4 e adubação 4 (Tabela 17). Como se trata de uma relação entre a produção de folhas em relação a produção de caules denota-se que tal comportamento pode ser explicado pelo fato de que na produção de folhas secas (Tabela 6) as maiores produções ocorreram na densidade 4 em função das adubações 3 e 4, enquanto que a maior produção de caules secos (Tabela 16) foi verificada na densidade 4, e a menor produção verificou-se na adubação 4. Depreende-se ainda que o fato das plantas se encontrarem em um espaçamento maior, possibilitou as mesmas, um melhor arranjo espacial na densidade 4 quando se refere à produção de folhas. FURLAN (2000) e BALYAN e SINGH (1992) verificaram aumento na produção de caules em dois estudos com *Ocimum spp.*

Tabela 17 – Relação folha/caule de sacaca, em função da densidade de plantio e de diferentes tipos de adubações. CPAA/Manaus – AM, 2002.

Adubações	Densidades				Média de Adubações
	1	2	3	4	
1	0,68 bB	1,41 aA	0,94 aB	0,95 aB	0,99 ab
2	0,64 bA	0,61 bA	0,64 aA	1,06 aA	0,74 b
3	1,89 aA	0,93 abB	0,62 aB	1,08 aB	1,13 a
4	0,64 bA	0,91 abA	0,73 aA	1,24 aA	0,88 ab
Médias de Densidades	0,96 aB	0,97 AB	0,73 B	1,08 A	0,93

Médias seguidas pelas mesmas letras, minúsculas na vertical e maiúsculas na horizontal, não diferem entre si pelo Teste Tukey (p<0,05).

4. CONCLUSÕES

Constatou-se que os tratamentos densidade de plantio e tipos de poda foram fatores importantes na produção de biomassa e a partir dos resultados obtidos pudemos concluir que:

1. A adubação não teve influência na produção de biomassa, rendimento de óleo essencial e no teor de linalol;
2. A interação da adubação (fórmula 8:16:24) com a maior densidade (1,5 m x 1,5 m) proporcionou um aumento na produção de biomassa de forma significativa;
3. A densidade 4 (1,5 m x 1,5 m) apresentou os melhores resultados para produção de biomassa, rendimento do óleo essencial e teor de linalol;
4. O tipo de poda drástica (corte dos galhos) teve influência no aumento do rendimento do óleo essencial;
5. A aplicação de adubo químico (8:16:24) quando da interação com a densidade maior (1,5 m x 1,5 m) proporcionou um aumento na produção de biomassa de forma significativa;
6. A interação densidade 4 (1,5 m x 1,5 m) com a poda drástica (corte dos galhos) teve influência no aumento na produção de biomassa e rendimento de óleo essencial de sacaca.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBUQUERQUE, J. M. de. **Plantas medicinais de uso popular**. Brasília: ABEAS: MEC, 1989. 96 p.
- AMOROSO, M. C. M. A abordagem etnobotânica na pesquisa de plantas medicinais. In: DI STASI, L. C. (Org). **Plantas medicinais: arte e ciência**. Um guia de estudo interdisciplinar. São Paulo: Ed. da Universidade Estadual Paulista, 1996. p. 47-68. (Natura Naturata).
- BALYAN, S. S; SING, A. Effect of different level and time of pruning in *Ocimum gratissimum* Linn. (var. Clocimum). **Rec. Adv. Arom. Spices Crop**, v. 2, p. 427 – 30, 1992.
- BIGHETTI, E. J. B. et al. Anti-inflamatory and anticorceptive effects in rodenty of the essential oils of *Croton cajucara* Benth. **Journal of Pharmacy and Pharmacology**, v. 51, p. 1447-1453, 1999.
- BOLETIM AGROMETEOROLÓGICO. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2002.
- BROWN JR, K. S. Engenharia ecológica: novas perspectivas de seleção e manejo de plantas medicinais. **Acta Amazônica**, v. 18, p. 291-303, 1988. Suplemento.
- BUSTAMANTE, F. M. L. **Plantas medicinais y aromáticas**. Madrid: Mundi Prensa, 1993. p. 85-8.
- CHAVES, F. C. M., MATTOS, S. H., VASCONCELOS, G. S. Adubação orgânica de hortelã-japonesa (*Mentha arvensis* L. var. piperacens Moor). **Horticultura brasileira**, v. 15, res. 71, 1997. Suplemento.
- CHAVES, F. C. M., MATTOS, S. H., INNECO, R. Adubação orgânica em hortelã rasteira (*Mentha x vilosa* Huds). **Horticultura Brasileira**, v. 16, n. 1, res. 70, 1998.

CHARLES, D. J., JOLY, R. J., SIMON, J. E. Effects of osmotic stresses on the essential oil content and composition of peppermint. **Phytochemistry**, v. 29, p. 283-40, 1990.

COLSON, M.; TETENYI, P.; PERRIN, A. Characterization of foliar appendages and essential oils of *Ocimum gratissimum* L. leaves. **Herbahungarica**, v. 30, n. 3, p. 5-14, 1991.

CORREA JÚNIOR, C. Influência das adubações orgânicas e químicas na produção de camomila – *Chamomilla recutita* (L.), Raushert e do seu óleo essencial. In: MING, L. C. (Org.) **Plantas medicinais aromáticas e condimentares: avanços na pesquisa agronômica**. Botucatu: Universidade Estadual Paulista, 1998. v. 2, p. 129-64.

DI STASI, L.C. (Org) **Plantas medicinais: arte e ciência**. Um guia de estudo interdisciplinar. São Paulo: Ed. da Universidade Estadual Paulista, 1996. 231 p. (Natura Naturata).

FARNSWORTH, N. R. et al. O lugar das plantas medicinais na terapêutica. **Bol. Org. Mund. Saúde**, v. 64, p. 159-75, 1986.

FIGUEIREDO, R. O. et al. Yield of essential oil and citral content in different parts of *Lemongrass leaves* (*Cymbopogon citratus* D.C.S.). In: THE INTERNATIONAL SYMPOCIUM ON MEDICINAL AND AROMATIC PLANTS, 1995, Massachusetts, U.S.A. [s.n.t.].

FONT QUER, P. **Plantas medicinais: el dioscórides renovado**. Barcelona: Labor, 1967. 1033 p.

FURLAN, M. R. Efeito da adubação com N. P₂O₅ K₂O sobre a biomassa, o rendimento e a composição do óleo essencial de *Ocimum basilicum* L. cultivar Genovese. 2000. 172 f. Tese (Doutorado em Agronomia Horticultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

GENTRY, A M. **Phytogeograph pattern as evidence for a choco, diversificacion in the tropics**. New York, [s.n.], 1982. 714 p.

GRAÇA, C. et. al. **Fitoterapia em atenção primária**. Curitiba: Secretaria Municipal de Saúde, 1990. 15 p.

GUILLANMET, J. L.; KAHN, F. Structure et dynamisme de la forêt. **Acta Amazônica**, v. 12, n. 3, p. 61-77, 1982. Suplemento.

HOSE, S.; ZINGLEIN, A., BERG, T. Ontogenetic variation of the essential laef oil of *Mellisa officinalis* L. **Pharmazie**, v. 52, n. 3, p. 247 – 53, 1997.

KALIL FILHO, A .N. et al. **Conservação de germoplasma de sacaca (*Croton cajucara* Benth) uma nova fonte de linalol para a Amazônia Ocidental**. Manaus, Embrapa Amazônia Ocidental, 1998. 3 p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Pesquisa em Andamento, 39).

KOKETSU, M.; GONÇALVES, S. L. **Óleos essenciais e suas extrações por arraste a vapor**. Rio de Janeiro: Embrapa-CTAA, 1991. 24 p.

LEMOES, T. L. G. et al. Essential oil of *Croton cajucara* Benth. **Journal of Essential Oil Research**, v. 11, n. 4, p. 411-412, 1999.

LENGTON, A. **Species in danger: a review of the importation of on medicinal plants ond plant extracts into Europe**. Cambidg: Trafffic International, WWFUK, 1993. 37 p.

LOPES, D. et al. Linalol-rich essential oil from leaves of *Croton cajucara* Benth. **Journal of Essencial Oil Research**, v. 12, n. 6, p. 705-708, 2000.

MALDUEÑO BOX M. **Cultivo de plantas medicinais**. 2. ed. Madrid: Publicaciones de Extension, 1973. 490 p.

MARTINS, E. R. CASTRO, D. M. CASTELANI, D. C. **Plantas medicinais**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2000. 220 p.

MATOS, F. J. A. Plantas medicinais brasileiras – um desafio para nossos químicos orgânicos. **Desafios**, v. 3, p. 9, 1990.

MATOS, F. J. A. **As farmácias vivas**. 3. ed. rev. atual. Fortaleza: Ed. Universidade Federal do Ceará, 1998. 220 p.

MING, L. C. **Influência de diferentes níveis de adubação orgânica na produção de biomassa no teor de óleo essencial de *Lippia alba* (Mill.) N. E. Dr. Verbenaceae**. 1992. 206 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

MING, L. C. Estudos e pesquisa de plantas medicinais na agronomia. **Horticultura Brasileira**, v. 12, p. 3-9, 1994.

MING, L. C. **Produção de biomassa e teor de óleo essencial em função de fases de desenvolvimento, calagem e adubação mineral e orgânica em *Ageratum conyzoides* L.** 1996, 97 f. Tese (Doutorado em Agronomia – Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

MORAIS, H. S. Preparativos para a colheita do café. **Infotivo CAPEBE**, mar. 2003.

NEVES, E. S. Plantas medicinais na saúde pública. **Silvia**, São Paulo, v. 16 A, p. 181-186, 1982.

RAJESH-LUTHRA, N. et al. Changes in nonoterpene content accompaning developonent of *Cymbopogon winterianus* Jowitt leaves. **Journal of Essencial Oil Research**, v. 3 n. 5, p. 349-354, 1991.

RODRIGUES, T. E. et al. **Levantamento detalhado dos solos do IPEAOC, MA-DNPEA-IPEAOC**. Manaus, 1972. 63 p. (Boletim Técnico, 3).

SÁ SOBRINHO, A. F. de. **Estudo das combinações de fertilizantes orgânicos e químicos na produção de massa foliar de sacaca**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, . p. 13. (Embrapa Amazônia Ocidental. Comunicado Técnico, 13).

SAS INSTITUTE. **SAS user`s guide: statistic**. Version 6. Cary, 1990. 846 p.

SCHEFFER, M. C. (org.) Influência da adubação orgânica sobre a biomassa, rendimento e a composição do óleo essencial de *Achillea millefolium* L. – mil folhas. In: MING, L. C. (Org.) **Plantas medicinais aromáticas e condimentares: avanços na pesquisa agronômica**. Botucatu: Universidade Estadual Paulista, 1998, v. 2, p. 1-22.

TRAPP, S. C. CROTEAUM, R. D. Genoneic organization of plant terpene synthoses and molecular evolutionary implications. **Gentry**, v. 158, p. 811-32, 2001.

VIEIRA, L. S. **Manual de medicina popular: fitoterapia da Amazônia**. Belém: FCAP, 1991. 148 p.

WATERMAN, P. G. The chemisty of volatile oils. In: HAY, R. K. M, WATERMAN, P. G. **Volatile oil crops: their biology, biochemistry and produccion**. Essex: Longman Group, 1993. p. 47-61.