

**ESTUDOS FITOTÉCNICOS DA *Mentha arvensis* L. var. *piperacens*
Holmes COMO PRODUTORA DE MENTOL NO CEARÁ.**

SÉRGIO HORTA MATTOS

TESE SUBMETIDA À COORDENAÇÃO DO CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
AGRONOMIA, ÁREA DE CONCENTRAÇÃO FITOTECNIA, COMO REQUISITO
PARCIAL PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE DOUTOR.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ

FORTALEZA - CEARÁ

2000

M 394e Mattos, Sérgio Horta

Estudos fitotécnicos da *Mentha arvensis* L. var. *piperacens* Holmes como produtora de mentol no Ceará/ Sérgio Horta Mattos. Fortaleza: 2.000. 98p: il.

Orientador: Renato Innecco.

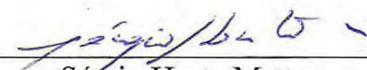
Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Departamento de Fitotecnia - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

1. Hortelã-japonesa 2. Fenologia 3. Idade de Corte 4. Adubação
5. Espaçamento 6. Intervalo de Corte 7. Época de Plantio
8. Secagem 9. Mentol I- Título

C.D.D. 632

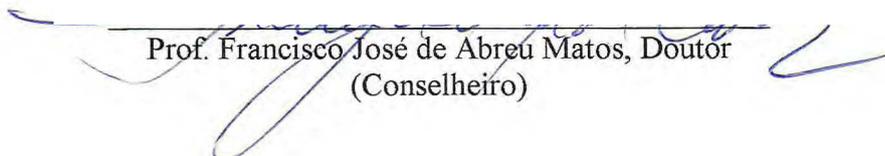
Esta tese foi submetida como parte dos requisitos necessários à obtenção do Grau de Doutor em Agronomia, Área de Concentração em Fitotecnia, outorgado pela Universidade Federal do Ceará, e encontra-se a disposição dos interessados na Biblioteca Central da referida Universidade.

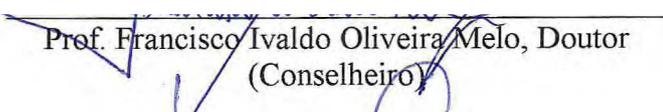
A citação de qualquer trecho desta Tese é permitida, desde que seja feita de conformidade com as normas da ética científica.


Sérgio Horta Mattos

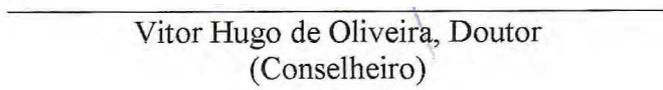
APROVADA EM: 09 / 10 / 2.000


Prof. Renato Innecco, Doutor
(Orientador)


Prof. Francisco José de Abreu Matos, Doutor
(Conselheiro)


Prof. Francisco Ivaldo Oliveira Melo, Doutor
(Conselheiro)


Prof. Lin Chau Ming, Doutor
(Conselheiro)


Vitor Hugo de Oliveira, Doutor
(Conselheiro)

AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal do Ceará pela oportunidade de realização deste curso e ao Departamento de Fitotecnia do seu Centro de Ciências Agrárias por todo o apoio oferecido no decorrer do mesmo,

À Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Agronomia com Área de Concentração em Fitotecnia e a todo o corpo docente deste Departamento, pelos conhecimentos transmitidos e exemplo profissional.

À Fundação Cearense de Amparo à Pesquisa - FUNCAP, pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Prof. Renato Innecco, pela amizade sincera, estímulo constante, eficiente e dedicada orientação.

Aos Engenheiros Agrônomo Francisco Célio Maia Chaves e Gustavo Filgueira Cruz pela inestimável colaboração na realização deste trabalho.

Aos colegas de pós-graduação, em especial ao Vitor Hugo de Oliveira e Luís Antônio da Silva, pela amizade e convivência.

A Deus e a todos que de uma e outra forma ajudaram-me nesta tarefa.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS.....	vii
LISTA DE FIGURAS.....	x
RESUMO	xiii
ABSTRACT	xv
1 INTRODUÇÃO	01
2 REVISÃO DE LITERATURA	03
2.1 Aspectos gerais.....	03
2.2.1 Origem da planta e distribuição geográfica.....	03
2.1.2 Descrição botânica.....	04
2.1.3 Óleo essencial.....	06
2.2 Fenologia.....	08
2.3 Ponto de colheita.....	11
2.4 Adubação.....	13
2.5 Espaçamento.....	16
2.6 Intervalo de corte.....	18
2.7 Época de plantio.....	19
2.8 Secagem.....	21
3 MATERIAL E MÉTODOS	24
3.1 Caracterização do ambiente.....	24
3.2 Material vegetal.....	24
3.3 Condução dos experimentos.....	25
3.4 Características analisadas.....	26
3.5 Detalhes dos experimentos.....	27
3.5.1 Experimento 1: caraterização fenológica.....	27

3.5.2 Experimento 2: idade de corte.....	28
3.5.3 Experimento 3: adubação orgânica.....	29
3.5.4 Experimento 4: espaçamento.....	29
3.5.5 Experimento 5: intervalo de corte.....	30
3.5.6 Experimento 6: época de plantio.....	30
3.5.7 Experimento 7: secagem.....	30
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	32
4.1 Experimento 1: caracterização fenológica.....	32
4.2 Experimento 2: idade de corte.....	37
4.3 Experimento 3: adubação orgânica.....	43
4.4 Experimento 4: espaçamento.....	52
4.5 Experimento 5: intervalo de corte.....	60
4.6 Experimento 6: época de plantio.....	66
4.7 Experimento 7: secagem.....	71
5 CONCLUSÕES.....	82
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	83
ANEXOS.....	95

LISTA DE TABELAS

Página

01	Características botânicas da hortelã-japonesa, <i>Mentha arvensis</i> L. var. <i>piperacens</i> Holmes, submetida ao estudo fenológico. Pentecoste, CE, 1997.....	32
02	Resultados das observações durante as fases vegetativa e reprodutiva da hortelã-japonesa, <i>Mentha arvensis</i> L. var. <i>piperacens</i> Holmes, submetida ao estudo fenológico nas estações chuvosa e seca. Pentecoste, CE, 1997.....	34
03	Resultados das observações durante o ciclo vital da hortelã-japonesa, <i>Mentha arvensis</i> L. var. <i>piperacens</i> Holmes, submetida ao estudo fenológico nas estações chuvosa e seca. Pentecoste, CE, 1997.....	35
04	Ciclo temporal (dias) na diferenciação reprodutiva da inflorescência da hortelã-japonesa (<i>Mentha arvensis</i> L. var. <i>piperacens</i> Holmes) submetida ao estudo fenológico nas estações chuvosa e seca, Pentecoste, CE, 1997.....	36
05	Resumo da variância dos dados relativos a produção de matéria seca e óleo essencial de hortelã-japonesa, <i>Mentha arvensis</i> L. var. <i>piperacens</i> Holmes, submetida a diferentes idades de corte durante as estações chuvosa e seca. Pentecoste, CE. 1997.....	39
06	Porcentagem e produção do constituinte majoritário do óleo essencial de hortelã-japonesa, <i>Mentha arvensis</i> L. var. <i>piperacens</i> Holmes., submetida a diferentes idades de corte durante as estações chuvosa e seca. Pentecoste, CE. 1997.....	39

07	Percentagem e produção do constituinte majoritário do óleo essencial de hortelã-japonesa, <i>Mentha arvensis</i> L. var. <i>piperacens</i> Holmes., submetida a diferentes idades de corte durante as estações chuvosa e seca. Pentecoste, CE. 1997.....	41
08	Resumo da variância dos dados relativos a produção de matéria seca e óleo essencial de hortelã-japonesa, <i>Mentha arvensis</i> L. <i>piperacens</i> Holmes., submetida a diferentes níveis de adubação orgânica nas estações chuvosa e seca. Pentecoste, CE. 1998.....	44
09	Valores médios das produções de matéria seca e óleo essencial de hortelã-japonesa, <i>Mentha arvensis</i> L. var. <i>piperacens</i> Holmes, em diferentes níveis de adubação orgânica nas estações chuvosa e seca. Pentecoste, CE. 1998.....	47
10	Percentagem e produção do constituinte majoritário do óleo essencial de hortelã-japonesa, <i>Mentha arvensis</i> L. var. <i>piperacens</i> Holmes, em diferentes níveis de adubação orgânica nas estações chuvosa e seca. Pentecoste, CE. 1998.....	50
11	Resumo da variância dos dados relativos a produção de matéria seca e óleo essencial de hortelã-japonesa, <i>Mentha arvensis</i> L. var. <i>piperacens</i> Holmes., em diferentes espaçamentos nas estações chuvosa e seca. Pentecoste, CE. 1998.....	53
12	Valores médios das produções de matéria seca e óleo essencial de hortelã-japonesa, <i>Mentha arvensis</i> L. var. <i>piperacens</i> Holmes, em diferentes espaçamentos nas estações chuvosa e seca. Pentecoste, CE. 1998.....	55
13	Percentagem e produção do constituinte majoritário do óleo essencial de hortelã-japonesa, <i>Mentha arvensis</i> L. var. <i>piperacens</i> Holmes, em diferentes espaçamentos nas estações chuvosa e seca. Pentecoste, CE. 1998.....	58
14	Resumo da variância dos dados relativos a produção de matéria seca e óleo essencial de hortelã-japonesa, <i>Mentha arvensis</i> L. var. <i>piperacens</i> Holmes, submetida a diferentes intervalos de corte. Pentecoste, CE. 1998.....	61
15	Valores médios das produções de matéria seca e óleo essencial de hortelã-japonesa, <i>Mentha arvensis</i> L. <i>piperacens</i> Holmes, submetida a diferentes intervalos de corte. Pentecoste, CE. 1998.....	64

- 16 Percentagem e produção do constituinte majoritário do óleo essencial de hortelã-japonesa, *Mentha arvensis* L. var. *piperacens* Holmes, submetida a diferentes intervalos de corte. Pentecoste, CE, 1998.....64
- 17 Resumo da análise de variância dos dados relativos a percentagem de umidade e produção de matéria seca e óleo essencial da hortelã-japonesa (*Mentha arvensis* L. var. *piperacens* Holmes) em diferentes épocas de plantio, Pentecoste-CE, 1999....68
- 18 Valores médios da percentagem de umidade e produções de matéria seca e óleo essencial de hortelã-japonesa (*Mentha arvensis* L. var. *piperacens* Holmes) em diferentes épocas de plantio, Pentecoste-CE, 1999.....68
- 19 Percentagem e produção do constituinte majoritário do óleo essencial de hortelã-japonesa (*Mentha arvensis* L. var. *piperacens* Holmes), em diferentes épocas de plantio, Pentecoste-CE, 1999.....69
- 20 Resumo das análises de variâncias dos dados relativos a percentagem de umidade, peso da matéria vegetal e quantidade de óleo essencial de hortelã-japonesa (*Mentha arvensis* L. var. *piperacens* Holmes) submetida a crescentes períodos de secagem em ambiente natural durante as estações chuvosa e seca. Pentecoste, CE, 1999.....73
- 21 Valores médios da percentagem de umidade, peso da matéria vegetal e quantidade de óleo essencial da hortelã-japonesa (*Mentha arvensis* L. var. *piperacens* Holmes) submetida a crescentes períodos de secagem em ambiente natural durante as estações chuvosa e seca. Pentecoste, CE, 1999.....78
- 22 Percentagem do constituinte majoritário (mentol) do óleo essencial de hortelã-japonesa, *Mentha arvensis* L. var. *piperacens* Holmes, submetida a crescentes períodos de secagem em ambiente natural durante as estações chuvosa e seca. Pentecoste, CE, 1999.....79
- 23 Valores médios da temperatura e umidade relativa do ambiente de secagem natural da hortelã-japonesa, *Mentha arvensis* L. var. *piperacens* Holmes., durante as estações chuvosa e seca. Pentecoste, CE, 1999.....81

LISTA DE FIGURAS

	Página
01	Desenho esquemático da hortelã-japonesa.....05
02	Pêlo glandular de Labiatae.....06
03	Produção de óleo essencial de hortelã-japonesa, <i>Mentha arvensis</i> L. var. <i>piperacens</i> Holmes, submetida a diferentes idades de corte durante a estação seca. Pentecoste, CE. 1997.....40
04	Produção do constituinte majoritário do óleo essencial de hortelã-japonesa, <i>Mentha arvensis</i> L. var. <i>piperacens</i> Holmes, submetida a diferentes idades de corte durante as estações chuvosa e seca. Pentecoste, CE. 1997.....42
05	Produção de matéria seca da hortelã-japonesa, <i>Mentha arvensis</i> L. var. <i>piperacens</i> Holmes, em diferentes níveis de adubação orgânica na estação chuvosa. Pentecoste, CE. 1998.....45
06	Produção de matéria seca da hortelã-japonesa, <i>Mentha arvensis</i> L. var. <i>piperacens</i> Holmes, em diferentes níveis de adubação orgânica na estação seca. Pentecoste, CE. 1998.....46
07	Produção de óleo essencial da hortelã-japonesa, <i>Mentha arvensis</i> L. var. <i>piperacens</i> Holmes, em diferentes níveis de adubação orgânica na estação chuvosa. Pentecoste, CE. 1998.....48
08	Produção de óleo essencial da hortelã-japonesa, <i>Mentha arvensis</i> L. var. <i>piperacens</i> Holmes, em diferentes níveis de adubação orgânica na estação seca. Pentecoste, CE. 1998.....49
09	Produção do constituinte majoritário do óleo essencial de hortelã-japonesa, <i>Mentha arvensis</i> L. var. <i>piperacens</i> Holmes, em diferentes níveis de adubação orgânica nas estações chuvosa e seca. Pentecoste, CE. 1998.51

- 10 Produção de matéria seca da hortelã-japonesa, *Mentha arvensis* L. var. *piperacens* Holmes, em diferentes espaçamentos na estação seca. Pentecoste, CE. 1998.....54
- 11 Produção de óleo essencial da hortelã-japonesa, *Mentha arvensis* L. var. *piperacens* Holmes, em diferentes espaçamentos na estação chuvosa. Pentecoste, CE. 1998....56
- 12 Produção de óleo essencial da hortelã-japonesa, *Mentha arvensis* L. var. *piperacens* Holmes, em diferentes espaçamentos na estação seca. Pentecoste, CE. 1998.....57
- 13 Produção do constituinte majoritário do óleo essencial de hortelã-japonesa, *Mentha arvensis* L. var. *piperacens* Holmes, em diferentes espaçamentos nas estações chuvosa e seca. Pentecoste, CE. 1998.....59
- 14 Produção de matéria seca da hortelã-japonesa, *Mentha arvensis* L. var. *piperacens* Holmes, submetida a diferentes intervalos de corte. Pentecoste, CE. 1998.....62
- 15 Produção de óleo essencial da hortelã-japonesa, *Mentha arvensis* L. var. *piperacens* Holmes, submetida a diferentes intervalos de corte. Pentecoste, CE. 1998.....63
- 16 Produção do constituinte majoritário do óleo essencial de hortelã-japonesa, *Mentha arvensis* L. var. *piperacens* Holmes, submetida a diferentes intervalos de corte. Pentecoste, CE. 1998.....65
- 17 Produção do constituinte majoritário do óleo essencial de hortelã-japonesa, *Mentha arvensis* L. var. *piperacens* Holmes, em diferentes épocas de plantio. Pentecoste, CE. 1999.....70
- 18 Percentagem de umidade da hortelã-japonesa (*Mentha arvensis* L. var. *piperacens* Holmes) submetida a crescentes períodos de secagem em ambiente natural durante a estação chuvosa . Pentecoste, CE, 1999.....74
- 19 Percentagem de umidade da hortelã-japonesa (*Mentha arvensis* L. var. *piperacens* Holmes) submetida a crescentes períodos de secagem em ambiente natural durante a estação seca . Pentecoste, CE, 1999.....75

- 20 Peso da matéria vegetal da hortelã-japonesa (*Mentha arvensis* L. var. *piperacens* Holmes) submetida a crescentes períodos de secagem em ambiente natural durante a estação chuvosa . Pentecoste, CE, 1999.....76
- 21 Peso da matéria vegetal da hortelã-japonesa (*Mentha arvensis* L. var. *piperacens* Holmes) submetida a crescentes períodos de secagem em ambiente natural durante a estação seca . Pentecoste, CE, 1999.....77
- 22 Percentagem do constituinte majoritário (mentol) do óleo essencial de hortelã-japonesa, *Mentha arvensis* L. var. *piperacens* Holmes, submetida a crescentes períodos de secagem em ambiente natural durante as estações chuvosa e seca. Pentecoste, CE, 1999.....80

RESUMO

Objetivando verificar o comportamento fenológico da hortelã-japonesa (*Mentha arvensis* L. var. *piperacens* Holmes) e estabelecer parte da sua tecnologia de produção para as condições do nordeste brasileiro, tendo em vista a maior obtenção de óleo essencial, implantaram-se sete experimentos constando de estudos sobre a caracterização fenológica, idade de corte, adubação orgânica, espaçamento, intervalo de corte, época de plantio e secagem. Os ensaios foram instalados na Fazenda Experimental do Vale do Curu, em Pentecoste-CE, pertencente ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará. Excetuando-se os experimentos de intervalo de corte e época de plantio, os demais foram realizados nas duas estações climáticas marcantes da região, a chuvosa (1º semestre) e a seca (2º semestre). Para execução dos trabalhos propagou-se esta espécie vegetativamente, cujas mudas eram transplantadas com 30 dias de idade para o local definitivo (canteiros de alvenaria). As variáveis estudadas foram produções de matéria seca, óleo essencial e mentol, utilizando-se o delineamento inteiramente casualizado, com 3 repetições por tratamento, nos ensaios de idade de corte e época de plantio, e 4 nos de adubação, espaçamento, intervalo de corte e secagem. No estudo fenológico avaliou-se apenas características botânicas e agronômicas. Nos respectivos experimentos analisaram-se: 7 idades de corte (60, 67, 84, 81, 88, 95 e 102 dias após o plantio), 5 níveis de adubação com esterco bovino curtido (0, 2, 4, 6 e 8 Kg.m⁻²), 4 espaçamentos (0,60m x 0,15m, 0,60m x 0,20m, 0,60m x 0,35m e 0,60m x 0,50m), 8 intervalos de corte (30, 45, 60, 75, 90, 105, 120 e 135 dias após o 1º corte), 12 épocas de plantio (janeiro a dezembro) e 5 períodos de secagem natural (0, 4, 8, 12 e 16 dias). A hortelã-japonesa revelou ser uma erva propagada por estaquia com porte ereto, raiz em cabeleira e caule tipo haste, onde folhas rômbeas foscas e lisas inserem-se de forma oposta cruzada, constituindo uma folhagem perenifólia distribuída numa copa cônica, apresentando flores violáceas dispostas em umbela. Sua fase vegetativa é de 90 dias nas estações chuvosa e seca diferindo nestas estações quanto à reprodutiva, sendo mais longa na chuvosa (77 dias) que na seca (49 dias). Seu ciclo vital é mais tardio na estação chuvosa (167 dias) em relação à seca (139 dias). Na estação chuvosa apresenta maior altura, número de ramos, estolhões, folhas, área foliar total e peso seco total da planta. O comprimento e diâmetro dos ramos, bem

como, o número total de dias para a diferenciação reprodutiva são iguais (10 dias) nas duas épocas estudadas, sendo a área foliar unitária superior (o dobro) na estação seca. Pode-se concluir, pelos resultados dos outros ensaios, que a espécie apresenta correlação linear positiva entre produções de matéria seca e óleo essencial; tem rendimentos superiores de óleo essencial e mentol quando plantada nos meses de junho a outubro; nas estações chuvosa e seca a hortelã-japonesa deve ser plantada no espaçamento de 0,60m x 0,20m, fazendo-se o primeiro corte aos 81 dias do plantio (111 de idade) e o segundo 75 dias após, para obtenção de máximo rendimento de mentol; por ocasião do plantio na estação chuvosa deve ser aplicado 6,0 kg de esterco bovino curtido por m² e na seca 5,0 kg ; o tempo de secagem da hortelã-japonesa na estação chuvosa deve ser de 8 dias e na estação seca este intervalo deve ser de 4 dias.

ABSTRACT

The objective is to verify the phenological behaviour of the Japanese mint (*Mentha arvensis* L. var. *piperacens* Holmes) and to establish part of its production technology for the Brazilian Northeast and in order to get a major quantity of essential oil, seven experiments with studies about the matter were implanted such as: cutting age, organical manuring, spacing, planting time, dryness and so on. The experiments were located at Vale of Curu Experimental Station at Pentecoste, State of Ceará (Brazil), belonging to the Agrarian Science Center of Federal University of Ceará. Excepting trials of planting time and interval of cut, the others were realized in two main climatic seasons of the region: the rainy season (first semester) and the dry season (in the second semester). To carry out these tasks, this specimen was propagated vegetatively whose new specimens were transplanted withing 30 days of age for the definitive bed. The variants in study or studied were produced from dry material, essential oil and menthol and being utilized the delineation by chance 3 repetitions by treatment in the essays of age of cut and epoch of planting time and four years of manuring, spacing, cut interval and dryness. In the phenological study was appraised only the botanical and agronomical characteristics. In the respective studies were analysed 7 ages of cut (60, 67, 84, 81, 88, 95 and 102 days after the plantation) 5 levels of manuring with tanned dung bovine (0, 2, 4, 6 and 8 kg/m²) 4 spacings (0,60m x 0,15m, 0,60m x 0,20m, 0,60m x 0,35m and 0,60m x 0,50m) 8 intervals of cut (30, 45, 60, 75, 90, 105, 120 and 135 days after first cut) 12 epochs after plantation (January until December) and 5 periods of natural dryness (0, 4, 8, 12 and 16 days). *Mentha arvensis* revealed to be a mint with erect port, roots type long hair and stalk type trunk where dimmed and smooth leaves insert in crossed way, constituting a perennial foliage distributed in a conic treetop, presenting violaceous flowers in sunshade. Its vegetative phase is about 90 days at the rainy and dry seasons differing in these seasons as to the reproductive, being more extended in the rainy (77 days) than in the dry (49 days). Its vital cycle is more late in the rainy season (167 days) in relation to the dry season (139 days).

In the rainy season presents larger height, number of branches, shoots, leaves, total follicular area and total dry weight of the plant. The length and diameter of the branches, as well as the total number of days for the reproductive differentiation (10 days) are equal within the two studied epochs, being the foliation superior (the double) in dry season. One can conclude, through the results of other experiments that the species presents positive correlation among dry matter productions and essential oil; maximum dry matter yield and essential oil yield and menthol yield when planted in the months from June to October; in the rainy and dry seasons the *Mentha arvensis* must be planted withing the spacing of 0,60m x 0,20m, being made the first cut at the 81 days from the plantation (111 of age) and second 75 days after for obtainment in the maximum income menthol; during the plantation in the rainy season must be put 6 kg/m² of manuring with tanned dung bovine and in the dry season 5 kg/m²; dryness of the *Mentha arvensis* in the rainy season must be about 8 days and in the dry season 4 days.

1 INTRODUÇÃO

As plantas são uma fonte importante de produtos naturais biologicamente ativos, muitos dos quais se constituem em modelos para a síntese de um grande número de fármacos. Pesquisadores da área de produtos naturais mostram-se impressionados pelo fato desses produtos encontrados na natureza revelarem uma gama quase que inacreditável de diversidade em termos de estrutura e de propriedades físico-químicas e biológicas.

É cada vez mais crescente a utilização dessas plantas tanto nos países em desenvolvimento, onde assumem um papel importante como recurso terapêutico e social, como também nos países desenvolvidos, onde a indústria utiliza grandes quantidades no preparo de um largo espectro de derivados, desde extratos até produtos quimicamente puros.

As informações sobre o mercado de compostos de origem vegetal não são precisas. Afirma-se que o mercado mundial de drogas de origem vegetal é estimado em US\$ 12,4 bilhões, sendo o consumo da Europa responsável por aproximadamente 50% deste mercado. Há informações de que produtos naturais e as preparações fitoterápicas são responsáveis por 25% do receitaário nos países desenvolvidos e cerca de 80% nos países em desenvolvimento (CRAGG *et al.*, 1997). Outras estimativas revelam que o mercado mundial de produtos farmacêuticos movimenta US\$ 320 bilhões/ano, dos quais US\$ 20 bilhões são originados de substâncias ativas derivadas de plantas (ROBBERS *et al.*, 1996).

No Brasil, estima-se que 25% dos US\$ 8 bilhões de faturamento, em 1996, da indústria farmacêutica nacional sejam originados de medicamentos derivados de plantas (GARCIA *et al.*, 1996) e somente o laboratório Herbarium, de Curitiba-PR, um dos maiores do gênero no país, registrou um aumento de 20% na comercialização de remédios à base de plantas de 1996 a 1998 (GULLO & PEREIRA, 1998).

A maior parte das espécies medicinais cultivadas são espécies exóticas, domesticadas em seus ecossistemas naturais e que apresentam características de plantas heliófitas (pioneiras) como é o caso da hortelã-japonesa (*Mentha arvensis* L. var.

piperacens Holmes). Por outro lado, várias espécies nativas têm sido largamente empregadas pela população, algumas com estudos químicos e/ou farmacológicos definidos.

Desse modo, considerando-se o valor das plantas medicinais não apenas como recurso terapêutico, mas também como fonte de recursos econômicos, torna-se importante estabelecer linhas de ação voltadas para o desenvolvimento de técnicas de manejo ou cultivo, tendo em vista a utilização dessas espécies vegetais pelo homem aliada à manutenção do equilíbrio dos ecossistemas.

A hortelã-japonesa é uma erva medicinal e aromática, contendo óleo essencial rico em mentol, substância de larga utilização pelas indústrias química, farmacêutica e de alimentos. De maior exportador mundial do seu óleo na década de 70, o Brasil passou a grande importador, devido ao baixo nível tecnológico de produção empregado na região sul do país onde era cultivada em larga escala. Na região nordeste não existem pesquisas agronômicas com esta cultura, muito embora apresente um clima (temperatura, umidade relativa e radiação solar) extremamente favorável ao seu desenvolvimento.

Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi de verificar o comportamento fenológico da hortelã-japonesa e estabelecer parte da sua tecnologia de produção visando a maior obtenção de óleo essencial em nossas condições, a fim de estabelecer uma nova alternativa agrícola para o estado do Ceará.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Aspectos Gerais

2.1.1. Origem da Planta e Distribuição Geográfica

A *Mentha arvensis* L. (Labiatae) espécie da qual deriva a hortelã-japonesa ou hortelã do Brasil tem como centro de origem o sul da China (CZEPAK, 1995). Os primeiros relatos desta planta datam do século I, quando foi levada da China para o Japão pelo sacerdote Enzan cultivando-a em Kioto (GUENTHER, 1949).

A hortelã-japonesa é uma planta disseminada em várias partes do mundo abrangendo as Américas, onde destacam-se os Estados Unidos e o Paraguai, Europa, Ásia (principalmente na China e norte da Índia) e Oceania (LAWRENSE & MORTON, 1971.).

A introdução desta espécie no Brasil começou com a imigração japonesa no início do século XX, que a trouxeram para o interior do estado de São Paulo. Desenvolveu-se preponderantemente como uma cultura desbravadora, em terras recém desmatadas, dadas suas características de exigência em fertilidade do solo e água (CZEPAK,1995). As primeiras plantações surgiram na região de Presidente Prudente, SP, em 1925 (SANTOS,1993).

O cultivo da hortelã-japonesa em larga escala no nosso país deu-se durante a II Grande Guerra (PIO CORRÊA,1931), e segundo GUENTHER(1949) as primeiras plantações em escala industrial foram feitas na fazenda São Bartolomeu, no município de Paraguaçu, SP, de onde avançou para o norte do Paraná, estabelecendo-se por fim no Paraguai.

O estado do Paraná foi na década de setenta considerado o maior produtor mundial de óleo essencial de menta (CZEPAK,1995), produzindo na safra 1974/75, 3.000 toneladas de óleo essencial, correspondendo a 95% da produção brasileira e 54,5% da mundial (PARANÁ,1976). A partir de então o cultivo da hortelã-japonesa nesse estado começou a

entrar em declínio, devido principalmente a extinção de áreas para desbravamento, baixo nível tecnológico e pelo ataque da ferrugem da menta (MAIA, 1994.).

Dois países destacaram-se na sucessão do Brasil como principais fornecedores mundiais: China e Paraguai (KIEFER, 1986.). Recentemente a hortelã-japonesa vem apresentando grande importância econômica e social na Índia (NAIR *et al.*, 1991).

2.1.2. Descrição Botânica

A hortelã-japonesa (*Mentha arvensis* L. var. *piperacens* Holmes.) é uma planta pertencente à família Labiatae, a qual é constituída por cerca de 220 gêneros e mais de 4000 espécies (HEDGE, 1992) apresentando no seu genoma $2n = 96$ cromossomos (LAWRENCE & MORTON, 1971), com sinônimas de hortelã-do-Brasil e vique (MATOS, 1998).

O nome genérico da menta derivou do grego, que de acordo com sua mitologia, o Deus do submundo, Pluto, transformou a amante de Minthi em uma planta, “menta”, a fim de protegê-la dos ciúmes de sua esposa Proserpine (KORKINI, 1992).

Segundo PIO CORRÊA (1931), trata-se de uma planta herbácea de estolhos emaranhados, carnudos e brancos; caule tetragono, pubescente, ramoso, violáceo quando novo; folhas simples, desprovidas de estípulas, opostas, cruzando com o par superior, longamente pecioladas, irregularmente denteadas. O comprimento das folhas é de até 10cm com 25mm de largura, de cor verde mais clara na face dorsal, oblongo-ovais as mais novas e oblongo-lanceoladas as mais desenvolvidas. O pecíolo é côncavo, pubescente, prolongando-se em canelura pelo limbo. A nervura principal é saliente na face dorsal, e as nervuras secundárias são finas na face ventral e salientes na dorsal. A página superior das folhas é inteiramente revestida de pelos tectores e secretores, sendo porém os primeiros maiores e mais abundantes na face dorsal, em cujas nervuras se localizam preferencialmente.

A inflorescência está localizada na axila das folhas, em forma de umbela, bracteada, com involúcro em geral com 9 peças irregulares, possuindo pelos tectores e glandulares,

tendo na parte terminal um agrupamento com cerca de 20 flôres hermafroditas. O pedúnculo floral é de cor violeta pubescente, glanduloso e brilhante. O cálice possui dentes tubulados, violáceos, em número de 5, fortemente pilosos. A corola é actinomorfa, típica do gênero *Mentha*, é uma das exceções das Labiatas, tubulada, de 5mm de comprimento, glabra na parte envolvida pelo cálice, pubescente e glandulosa nas demais partes. Os lóbulos são partidos, em número de 5, sendo os superiores um tanto unidos, de cor lilás pálido, as vezes quase branco. Os estames em número de 4, são iguais, inclusos, soldados na parte interna da corola. As anteras são amarelas, algumas atrofiadas e rimosas. O gineceu é bi-carpelar com estilo glabro e ovário acompanhado do disco, onde se acham as 4 núculas, as vezes reduzida ou atrofiada.

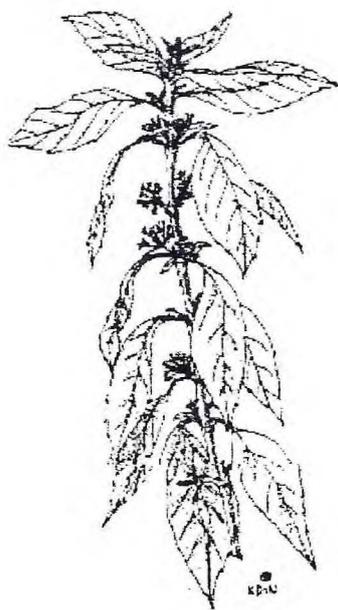


FIGURA 1- Desenho esquemático da hortelã-japonesa (*Mentha arvensis* var. *piperacens* Holmes), original de MATOS (1998).

Conforme OLIVEIRA & AKISSUE (1993), os pêlos são anexos epidérmicos encontrados com freqüência nas angiospermas. Conforme a função que desempenham podem ser classificados de tectores, glandulares e absorventes. Os pêlos glandulares

caracterizam-se pela presença de glândulas secretoras de óleos essenciais, possuindo uma porção globosa em forma de cabeça, onde se localiza a glândula podendo apresentar células basais ou não.

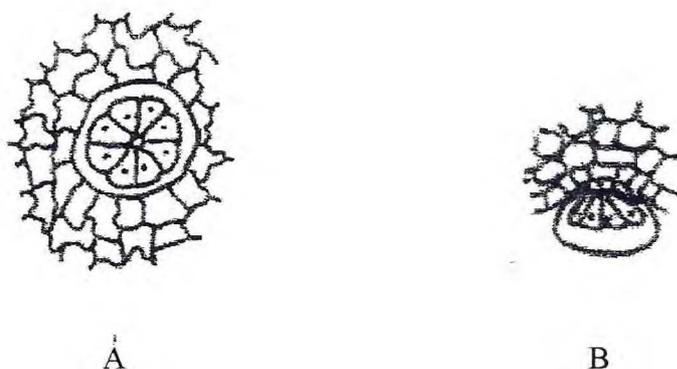


FIGURA 2- Pêlo glandular de Labiateae: visto do topo(A), visto de lado(B)

2.1.3. Óleo essencial

Os óleos essenciais são líquidos oleosos voláteis dotados de aroma forte e quase sempre agradável, proveniente do metabolismo secundário, podendo ser chamado de óleos voláteis, óleos etéreos ou essenciais (SILVA & CASALI, 2000; SIMÕES & SPITZER, 1999). Conforme HEGNAUER (1979), os óleos essenciais são raramente encontrados em gimnospermas, excetuando-se as coníferas. Em angiospermas monocotiledôneas a ocorrência é relativamente rara, com exceção de gramíneas (especialmente espécies de *Cymbopogon* e *Vetiveria*) e Zingiberaceas (espécies de *Alpinia* e *Curcuma*, entre outras). No entanto, plantas ricas em óleos voláteis são abundantes em angiospermas dicotiledôneas, tais como nas famílias Asteraceae, Apiaceae, Labiateae (Lamiaceae), Lauraceae, Myrtaceae, Myristicaceae, Piperaceae, Rutaceae, entre outras.

Quimicamente, a grande maioria dos óleos voláteis é constituída de derivados fenilpropanóides ou de terpenóides, sendo que esses últimos preponderam. O termo terpenóide é empregado para designar todas substâncias vegetais cuja origem biossintética

deriva de unidades do isopreno, que por sua vez, origina-se do ácido mevalônico. Os componentes terpênicos mais freqüentes nos óleos essenciais são os monoterpenos (cerca de 90% dos óleos voláteis) e os sesquiterpenos. Os monoterpenos podem ser divididos em três subgrupos: acíclico (mirceno, linalol, geraniol), monocíclicos (mentol, alfa-terpineol e terpinoleno) e bicíclicos (alfa-pineno, tujona, cânfora, fenchona). Em cada um desses subgrupos, há ainda outras classificações: hidrocarbonetos insaturados (limoneno), alcóois (mentol), aldeídos ou cetonas (mentona, carvona), lactonas (nepetalactona) e tropolonas (gama-tujaplicina). Os sesquiterpenos seguem semelhante classificação (acíclicos, monocíclicos ou bicíclicos), com subgrupos, onde classificam-se inúmeras substâncias (SIMÕES & SPITZER, 1999).

Os óleos essenciais, são extraídos de plantas por alguns processos específicos, sendo o mais freqüente a destilação por arraste com vapor d'água. Para a análise química dos óleos, os seus constituintes são separados da mistura por destilação fracionada ou por processos denominados cromatográficos, principalmente por cromatografia gás-liquido. A identificação dos constituintes que aparecem no cromatograma envolve o uso de técnicas espectrométricas de análise dentre as quais a espectrometria de massa. Uma pré-identificação é quase sempre conseguida através de processo automático usando computador e um banco de dados que contém as informações existentes na literatura para grande número de substâncias já conhecidas (CRAVEIRO *et al.*, 1981).

Mentha arvensis L. var. *piperacens* Holmes contém óleo essencial cujo teor nas folhas dessecadas é de 2,20% e nos talos 0,083%, o que equivale a 1,36% na planta. Seu óleo contém hidrocarbonetos (l-limoneno, alfa-pineno, canfeno e cariofileno), alcóois (l-mentol, d-neomentol, d-3-octanol e outros), cetonas (l-mentona, piperitona, d- e dl-isomentona), furfural, ácidos orgânicos e outras substâncias menos representativas. O óleo de *Mentha arvensis* se distingue do óleo de outras mentas pela ausência de cineol e por elevado teor de mentol, cerca de 60-90% (SOUSA *et al.*, 1991).

O mentol é extraído do óleo essencial por resfriamento a baixas temperatura (cerca de 0 °C). É utilizado nas indústrias de alimento, cosmético e farmacêutica, estimando-se uma produção mundial de 8.600 t/ano (LAWRENCE, 1992).

O óleo essencial de hortelã-japonesa e o mentol podem ser usados numa infinidade de outros produtos. SINGH *et al.*(1992) constataram a ação do óleo sobre fungos e bactérias, controlando o desenvolvimento de *Alternaria* sp., *Fusarium* sp., *Cochiliobos sativus*, *Sclerotium rolfii*, *Aspergillus parasiticus*, *Salmonella* sp. e *Staphylococcus* sp.

2.2. Fenologia

O conhecimento fenológico de uma planta em determinado ambiente constitui o ponto inicial para o domínio tecnológico de todas as demais etapas e desenvolvimento da espécie. Este estudo possibilita elucidar os vários fenômenos periódicos da planta, determinando épocas, caracteres e interações dos seus processos biológicos no ecossistema da região.

DURIYAPRAPAN *et al.*(1986), estudando a *Mentha arvensis* L., verificou que a produção de óleo está relacionada ao peso seco das partes superiores da planta e que o número de glândulas de óleo nas folhas não constitui um bom indicativo para esta produção.

Um outro estudo observando o crescimento e desenvolvimento de órgãos de propagação vegetativa (estolhões) de 4 espécies de menta (*Mentha piperita*, *Mentha spicata* var. *crispa*, *Mentha arvensis* L. var. *sachalinensis* e *Mentha citrata*) em quatro fases fenológicas (brotação, início do florescimento, final do florescimento e fim do ciclo vegetativo) foi realizado por NEMENTH & PHAM (1995). Verificaram que o número de estolhões depende da espécie. De cada nódulo da planta-mãe surgiram estolhões verdes (com folhas) e brancos (sem folhas), com desenvolvimento diferenciado em relação às espécies sendo, porém, o número de estolhões verdes sempre maiores do que os brancos, e sendo que o fim da ramificação acontece no final do florescimento.

Em Pentecoste-CE, nas duas estações climáticas marcantes da região, a chuvosa e a seca, NASCIMENTO *et al.*(1996a) verificaram o comportamento fenológico da *Mentha x villosa* Huds (hortelã-rasteira). Constataram ser uma erva rasteira, com folhas deltóides oblongas, foscas e enrugadas, inseridas de forma oposta e cruzada, formando uma copa

irregular, com folhagem perenifolia. Na estação seca completou seu ciclo em 170 dias, enquanto na chuvosa o fez em 143 dias, com uma redução de 21 dias. Nas duas estações, a planta apresentou um número médio constante de folhas/ramo em torno de 9. Tratando-se de ramos por planta, esse número chegou a 132 na 14ª semana na estação seca e na 12ª semana da estação chuvosa.

O mentrasto (*Ageratum conyzoides* L.), também em Pentecoste-CE, mostrou ser uma erva ereta anual, com folhas deltóides de aspecto fosco/áspero dispostas em inserção oposta cruzada, de folhagem perenifolia, constituindo uma copa irregular de caule tipo haste. Nas duas estações, o florescimento ocorreu em torno de 65 dias da sementeira, sendo que, na estação seca o ciclo total foi de 125 dias, enquanto que, na estação chuvosa, o mesmo prolongou-se até 135 dias. O lapso temporal (dias) para diferenciação reprodutiva nas duas estações climáticas foram, respectivamente, de 11 e 16 dias, assim distribuídos: botão-floral - 2 e 2, antese- 3 e 5, frutificação- 6 e 9 (NASCIMENTO *et al.*, 1996b).

Com respeito ao agrião-do-brejo (*Eclipta alba* Haask), NASCIMENTO *et al.*, (1996c) observaram tratar-se de uma erva ereta com caule tipo haste, folhas lanceoladas de aspecto fosco-liso e filotaxia oposta cruzada, sendo perenifolia de copa cônica, de flores brancas reunidas em capítulo e cujos frutos são aquênios pretos. Planta de crescimento rápido, apresentando na estação chuvosa de Pentecoste-CE um ciclo de 177 dias, enquanto na estação seca ficou em 135 dias. A diferenciação reprodutiva (de botão floral à frutificação) teve um total de 19 dias e de apenas 13 dias na estação seca. Ao final do ciclo, nas estações seca e chuvosa, as plantas apresentaram as seguintes médias, respectivamente: altura- 102cm e 70cm; diâmetro do caule- 1,40cm e 0,74cm; número de ramos- 151 e 47; número de folhas/ramo- 7 e 5.

Já com relação ao confrei (*Symphytum officinale* L.),), NASCIMENTO *et al.*, (1996d) verificaram ser uma erva ereta de folhagem perenifolia em copa semi-circular, com folhas de aspecto fosco/enrugado/áspero oblongo lanceolado. A fase reprodutiva nas duas estações de Pentecoste-Ce apresentou apenas 28 dias, enquanto, a vegetativa na estação seca, em torno de 212 dias. Esta mesma fase, na estação chuvosa, teve duas etapas de 140 dias intercalados pela fase reprodutiva, totalizando 280 dias. O lapso de tempo (dias) para diferenciação reprodutiva da inflorescência tipo cimeira escorpióide para as

duas estações (seca e chuvosa) apresentou o seguinte comportamento: botão-floral- 4 e 5; antese- 1 e 5; pós-floração- 1 e 4. No final da estação seca (212 dias), as plantas apresentaram uma cobertura vegetal de $0,68\text{m}^2$, 20 perfilhos/planta e 103 folhas em média. Já na estação chuvosa seu ciclo foi de 308 dias, com $1,6\text{m}^2$ de cobertura vegetal, 31 perfilhos/planta e 186 folhas.

Durante o estudo fenológico das ervas malvariço, *Plectranthus amboinicus* (Lour) Spreng, e malva-santa, *Plectranthus barbatus* Andr, em Pentecoste-CE, NASCIMENTO *et al.*,(1996e) observaram tratar-se de ervas eretas, apresentando caule tipo haste, folhas deltóides de aspecto fosco/áspero com disposição oposta cruzada, de folhagem perenifólia e copa irregular. No malvariço, a partir da 12^a semana da estação seca, verificou a presença de hábito decumbente, permanecendo assim até o final do seu ciclo (154 dias). Ocorre o mesmo na estação chuvosa, a partir da 17^a semana até o final do ciclo (191 dias). Por sua vez o ciclo da malva-santa estende-se até 175 dias na estação seca e 191 dias na chuvosa. Ambas, no final do ciclo, apresentam diminuição do número de ramos e folhas amareladas.

SOUSA & BEZERRA (1997) estudando a fenologia da macela, *Egletes viscosa* L. Less, em Teresina-PI, detectaram o ciclo em torno de $8,7 \pm 0,4$ meses, floração de 6,4 a 7,9 meses e as fenofases: capítulos fechados, abertos e senescentes com duração de 213, 204 e 147 dias respectivamente.

Em Lavras-MG, SILVA (1998), estudou o comportamento fenológico da arnica (*Lychnophora pinaster* Mart.) constatando ser uma espécie perenifólia, seguindo uma estacionalidade climática para a produção de folhas novas, durante a transição da estação chuvosa para seca. A floração ocorreu após o brotamento, entre os meses de agosto a outubro, durante a transição da estação seca para a chuvosa. A frutificação iniciou-se no final de setembro e a dispersão dos aquênios se deu entre os meses de dezembro e fevereiro, época da estação chuvosa.

Outro estudo fenológico foi conduzido em Pentecoste-CE por MATTOS *et al.* (2000) com a açafroa (*Curcuma longa* L.). Observaram que a brotação dos rizomas leva 20 dias, e a emissão de folhas 9 dias após, requerendo esta planta 30 dias para o transplântio. Verificaram ser uma erva ereta, de folhagem perenifólia, copa tipo cônica invertida, de crescimento rápido, com raízes em cabeleira, caule tipo rizoma amarelo, com folhas

elípticas opostas, de cor verde médio e aspecto fosco/liso. Apresenta ciclo vegetativo de 171 dias e o perfilhamento da touceira inicia-se aos 50 dias de idade indo até 108 dias.

Segundo RAM & KUMAR (1997), a relação folha:ramos da *Mentha arvensis* L. constitui-se num seguro indicador morfológico da maturidade da cultura nas planícies do norte da Índia, servindo para determinar o ponto de colheita. A relação folha:ramo encontrada como indicativo do momento certo para destilação do óleo essencial no primeiro corte foi de 1,3 para a cultivar Kalka, 1,0 para a Himalaya e Shivalik, 0,9 para Gonti e 0,8 para Hariti.

Alterações no número de glândulas de óleo, distribuição e estrutura, e conteúdo de óleo nas folhas de *Mentha arvensis* L. foram examinados por SHANKER *et al* (1999) durante seu crescimento e senescência. A acumulação de óleo ocorreu, predominantemente, durante a fase de rápida expansão foliar, seguida por um declínio semelhante. O número de glândulas aumentou na maturação foliar e depois declinou. Inicialmente, uma cutícula permanece oposta à parte secretora da glândula mas progressivamente cria-se um espaço sub-cuticular para o óleo. Foram encontradas em folhas senescentes algumas células secretoras quase vazias.

2.3. Ponto de colheita

As espécies medicinais, no que se refere à produção de substâncias com atividade terapêutica, apresentam alta variabilidade. O ponto de colheita varia de acordo com o órgão da planta, estágio de desenvolvimento, época do ano e hora do dia (ANDRADE & CASALI; 1999).

Em Pentecoste-CE, CRUZ (1999), concluiu que a época de corte da hortelã-rasteira (*Mentha x villosa* Huds.) na estação chuvosa deve ser realizada aos 118 dias de idade da planta, e na estação seca aos 111 dias de idade, devido a maior produção de óleo essencial e de seu principal constituinte (óxido de piperitenona). Estas produções dobraram na estação seca em relação à chuvosa, permanecendo praticamente igual nas duas estações com

respeito a matéria seca. O autor sugere que estes resultados devem-se, principalmente as diferenças de temperatura, umidade e luminosidade nas estações analisadas.

RABAK (1917) obteve o maior rendimento de óleo em *Mentha piperita* L., nos Estados Unidos, quando as plantas atingiram máximo florescimento, sendo este afetado pelas condições de solo e clima, e ainda decrescendo com a maturação.

Os melhores rendimentos de matéria seca e óleo foram obtidos por WHITE *et al.* (1987), na Nova Zelândia com *Mentha piperita* L., quando as plantas foram colhidas com 10 a 20% de florescimento, alcançando 114 kg/ha de óleo com 43,1% de mentol. Após este período o rendimento de óleo caiu, porém a percentagem de mentol aumentou. Concluíram que a combinação entre teor de mentol e maturidade da planta podia ser usado como parâmetro na determinação do momento adequado para colheita.

Estudando a influência do fotoperíodo na composição do óleo de *Mentha piperita*, VOIRIN *et al.* (1990), observaram que os dias longos têm maior influência nessa composição nas folhas mais jovens.

Através de um estudo conduzido por 3 anos CHALCHAT *et al.* (1997) verificaram a variação da composição química do óleo essencial de *Mentha piperita* L. durante o seu desenvolvimento. Observaram que a época de corte influencia na taxa de inversão mentol/mentona. No final do florescimento obtiveram um óleo mais rico em mentol.

CHIRIS (1925), na França, analisando diferentes épocas de corte de uma cultivar de menta originada de Mitcham observou que os teores de óleo e mentol aumentavam com a idade da planta, obtendo seus máximos rendimentos quando a colheita foi realizada um pouco antes do florescimento ou no começo do período floral.

LIMA & MOLLAN (1952) verificaram que a cultivar de menta IAC 701 (*Mentha arvensis* var. *piperacens* Holmes) deveria ser colhida em pleno florescimento, estágio que coincide com o nível máximo de percentagem de mentol.

A Secretaria de Agricultura do Paraná (1976) recomenda a realização do corte da menta quando 2/3 do total de plantas estiverem florando, ocasião em que a hortelã oferece maior riqueza em óleo essencial e mentol.

TOPALOV & ZHELYAZKOV (1991), na Bulgária, verificaram a produção de óleo em *Mentha piperita* L. clone nº 1 e *M. arvensis* L. cv. mentolna 14 em 3 estádios de

desenvolvimento: 50% de florescimento, 100% de florescimento e após o florescimento. Os maiores rendimentos foram alcançados nas espécies com 50% de florescimento. Em *Mentha arvensis* L. a colheita após o florescimento não afetou o teor de mentol no óleo, porém o seu rendimento e qualidade são reduzidos com a colheita muito precoce.

O conteúdo e a composição do óleo essencial de sete cultivares de *Mentha arvensis* foi investigado ao longo de 3 anos por GASIC *et al.* (1992). Verificaram que os dois parâmetros variaram em relação a fatores ambientais, época de colheita e genótipo examinado.

A época ideal de corte de três variedades de *Mentha arvensis* L. (MAS-1, HY-77 e PBS-1) foi determinada por RANDHAWA & KAUR (1996) em Ludhiana, Índia. Estudaram três diferentes épocas de corte a saber: 120, 135 e 150 dias após o plantio. Observaram que as maiores produções de óleo nas variedades foram obtidas quando os cortes foram efetuados aos 120 e 135 dias e que o conteúdo de mentol aumentou dos 120 aos 150 dias. Concluíram ainda, que a época ideal de corte depende principalmente das condições de temperatura após o plantio.

O horário de corte da *Mentha arvensis* L. var. *piperacens* Holmes foi determinado por FREITAS *et al.* (1997) em Pentecoste-CE. Concluíram que o melhor horário seria às 13 horas tanto para época chuvosa quanto para seca e nesta última estação as produções chegaram em média ao dobro da anterior.

Analisando diferentes épocas de corte (90, 100, 110 e 120 dias após o plantio) na *Mentha arvensis* L., RAM & KUMAR (1997) concluíram que os máximos rendimentos de biomassa e óleo essencial são obtidos quando a cultura é colhida aos 110 dias depois do plantio.

2.4. Adubação

Além da irrigação, luminosidade, controle de pragas e doenças, outras práticas devem ser observadas, como a adubação, na busca de melhor adaptação do local de

desenvolvimento e qualidade fitoquímica das espécies medicinais (ANDRADE & CASALI, 1999).

Na camomila, *Chamomilla recutita* (L.) Rauschert não apresentou aumento na produção de capítulos florais e nem no conteúdo do seu óleo essencial quando submetida a diferentes adubações orgânica e química, em Jaboticabal-SP, por CORRÊA JUNIOR (1998). Foram aplicados os seguintes tratamentos: T0 = testemunha, T1 = adubo verde (*Mucuna aterrima* + *Crotalaria spectabilis*), T2 = adubo verde (coquetel de plantas), T3 = adubo orgânico (esterco bovino), T4 = N na forma de uréia, T5 = N na forma de sulfato de amônio, T6 = NPK com N em cobertura na forma de sulfato de amônio. O T1 apresentou o maior percentual de camazuleno e o T3 superou os demais com relação ao tamanho e a altura média dos capítulos.

MING (1998), em Colombo-PR, trabalhando com adubação orgânica (0, 1, 2, 4 e 8 kg de esterco de gado/m²) em *Lippia alba* (Mill) N.E.Br. verificou que o aumento nas doses de esterco bovino resultou em maiores rendimentos de biomassa, porém, em decréscimos no teor de óleo essencial.

Em outro trabalho no estado do Paraná no município de Piraquara, estudou-se a influência da adubação orgânica sobre a biomassa, o rendimento e a composição do óleo essencial de *Achillea millefolium* (mil-folhas). Os tratamentos constaram da aplicação de composto de esterco de gado + palha nas dosagens de 0, 1, 2, 3 e 4 kg/m². A autora verificou que a adubação orgânica influenciou as produções de biomassa e óleo essencial, e que a dosagem de 3 kg/m² provocou os maiores incrementos nestas produções (SCHEFFER, 1998).

O efeito da adubação orgânica nas produções de matéria seca, óleo essencial e óxido de piperitenona em *Mentha x villosa* Huds. (hortelã-rasteira) foi determinado por CRUZ (1999), em Pentecoste-CE, nas estações climáticas chuvosa e seca. Os tratamentos constaram da aplicação de esterco bovino curtido nas doses de 0, 2, 4, 6 e 8 kg/m². A pesquisa revelou que na estação chuvosa houve um aumento na produção de matéria seca apenas na dose de 6,0 kg e a produção de óleo essencial aumentou gradativamente até esta mesma dosagem. Já na estação seca não houve influência da aplicação de adubo orgânico para a produção de matéria seca e a produção de óleo praticamente ficou inalterada sob as

diferentes dosagens. Com respeito a percentagem e produção do óxido de piperitenona, os maiores rendimentos foram alcançados nas doses de 4,0 kg e 2,0 kg, respectivamente nas estações chuvosa e seca. Concluiu o autor que a cultura deve ser plantada com a aplicação de 4,0 kg/m² de esterco bovino na estação chuvosa e a metade desta dosagem na estação seca.

Em *Mentha piperita* L. crescentes aplicações de nitrogênio, promoveram aumentos significativos em termos de biomassa e teor de óleo essencial (CLARK & MENARY, 1980).

SRIVASTAVA & LUTHRA (1994), verificaram que a espécie *Mentha piperita* L. quando crescida em condições de deficiência de manganês teve significativo declínio na acumulação de óleo, justificado pela redução da capacidade fotossintética e declínio da área foliar.

Mentha piperita cv. *black mitchum* e *Mentha spicata*, em Indiana, EUA, responderam positivamente a adubação nitrogenada, havendo acréscimos nas produções de matéria seca e óleo essencial. (ALKIRE & SIMON, 1996).

Ao trabalharem na Bulgária, ZHELJAZKOV & MARGINA (1996), com diferentes níveis de fertilizantes (0 kg/ha; 151kg/ha de N; 306,2 kg/ha de N e 110 kg/ha de K₂O; 533,6kg/ha de N, 182 kg/ha de P₂O₅ e 240 kg/ha de K₂O) nas cultivares Tundza, Zephir e clone n° 1 de *Mentha piperita* Huds, e cultivar mentolna 18 de *Mentha arvensis* L., verificaram significativos acréscimos nas produções de matéria fresca e óleo essencial com os aumentos nos níveis de fertilizantes. A produção de óleo essencial nas diferentes cultivares aumentou de 16 a 119% comparadas com o controle (0 kg/ha). No entanto, os níveis de fertilizantes não afetaram significativamente o conteúdo dos principais componentes dos óleos essenciais.

Na Índia, YADAV *et al.* (1983), constataram ao aplicarem diferentes níveis de nitrogênio (80, 120, 160 e 200 kg/ha) em *Mentha arvensis* L. que maiores produções de matéria seca, fresca e óleo essencial foram associadas com o incremento nas taxas de nitrogênio aplicado até 160 kg/ha. Contudo, o conteúdo de mentol decresceu significativamente com o aumento nos níveis de nitrogênio até 200 kg/ha, mas a produção deste constituinte aumentou até o nível de 160 kg/ha de nitrogênio.

MAIA (1994), em Campinas-SP, trabalhando com *Mentha arvensis* cv. IAC 701 cultivada em solução nutritiva, verificou que a produção de matéria seca da planta inteira foi reduzida pela omissão dos macronutrientes N, K e Ca. Também observou que o teor de mentol foi alterado pelas condições de nutrição da planta, cujo menor valor (56,14%) ocorreu quando utilizou a solução nutritiva completa, que se distinguiu dos tratamentos sem zinco (69,17%) e fósforo (68,89%).

Mentha arvensis L., em níveis de deficiência ou tóxicos de zinco apresentou reduções nos conteúdos total de óleo e mentol (MISRA, 1992).

Em estudo comparativo da eficiência da adubação orgânica com a inorgânica no rendimento da hortelã-japonesa (*Mentha arvensis* L.) e fertilidade do solo CHATTOPADHYAY *et al.* (1993), relatam que a adubação orgânica (resíduo da cultura, composto, composto enriquecido com fórmula dos autores) proporcionou maiores rendimentos de matéria fresca e óleo essencial, pois manteve os nutrientes disponíveis significativamente mais altos durante o desenvolvimento da cultura do que a adubação inorgânica.

2.5. Espaçamento

No plantio das espécies medicinais deve ser verificado o espaçamento entre plantas, que pode favorecer ou não a produtividade em termos de biomassa e também de princípios ativos. Acredita-se que exista um espaçamento ótimo para cada espécie (ANDRADE & CASALI, 1999).

Ao avaliar o melhor arranjo espacial para hortelã-rasteira (*Mentha x villosa* Huds.) em duas estações climáticas (chuvosa e seca) no município de Pentecoste-CE, através do estudo comparativo de 4 espaçamentos (0,60m x 0,15m; 0,60m x 0,20m; 0,60m x 0,35m e 0,60m x 0,50m), CRUZ (1999) verificou que esta cultura deve ser plantada com 0,60m entre fileira e 0,35m entre plantas obtendo máximas produções de matéria seca, óleo essencial e óxido de piperitenona. Observou ainda que as produções de matéria seca e óleo essencial, nas duas estações, apresentaram semelhante comportamento: São

estatisticamente iguais nos arranjos espaciais entre plantas de 15cm, 20cm e 35cm, decaindo bastante no maior espaçamento (50cm). A percentagem e quantidade do constituinte majoritário do óleo essencial, o óxido de piperitenona, foram máximas no espaçamento 0,60m x 0,35m.

O efeito do espaçamento entre fileiras (45, 60 e 75cm) na *Mentha gracilis* sobre o seu crescimento, produção e composição do óleo foi investigado na Índia por KHOTARI & SINGH (1995). Observaram que o espaçamento apresentou efeito significativo nestas variáveis, e que as plantas distantes entre fileiras de 45cm ou 60cm apresentaram maiores rendimentos.

Na literatura são citados alguns espaçamentos para as plantas do gênero *Mentha* (*M. piperita*, *M. arvensis*, *M. villosa*) como: 0,60m x 0,30m (CORRÊA JÚNIOR, 1991; MARTINS, 1995; ALMEIDA, 1996), 0,60m x 0,40m (CASTRO, 1995) e 0,80m x 0,30m (MATTOS, 1996).

Na Bulgária, ZHELJAZKOV & TOPALOV (1996), observaram através de experimentos com *Mentha piperita* clone nº 1 cv. *zephir* e *Mentha arvensis* L. cv. *mentolna 14*, que maiores densidades de plantio proporcionam aumentos significativos nas produções de matéria fresca e óleo essencial.

YADAV *et al* (1983), na Índia, estudaram o efeito de 3 espaçamentos entre fileiras (30, 45 e 60 cm) sobre a cultura *Mentha arvensis*. Observaram que no arranjo espacial de 45 cm ocorreram as máximas produções de matéria fresca, seca e óleo essencial, não havendo variações significativas na percentagem de mentol.

Ao avaliarem tres variedades de *Mentha arvensis* L. em 3 diferentes espaçamentos entre fileiras (45, 60 e 75cm) em dois anos de experimentação na Índia, RANDHAWA & KAUR (1996) verificaram a influência do espaçamento na produção de óleo essencial, mas não no conteúdo de mentol. As maiores produções de óleo ocorreram quando as variedades foram plantadas nos espaçamentos de 45-60cm.

2.6. Intervalo de corte

Ao trabalharem com a menta japonesa, cultivar IAC 701, LIMA & MOLLAN (1952), constataram que a mesma possuía grande capacidade de brotação, e que após o primeiro corte, os rizomas rebrotam intensamente, cujas numerosas hastes emitidas cobrem todo o terreno entre as fileiras, estabelecendo uma alta competição por espaço e luz.

CRUZ (1999), em Pentecoste-CE, trabalhando com 7 intervalos de corte (30, 45, 60, 75, 90, 105 e 120 dias) após a data ideal da colheita, em hortelã-rasteira (*Mentha x villosa* Huds.), constatou que o segundo corte deve ser realizado 75 dias após o primeiro, obtendo as maiores produções de matéria seca, óleo essencial e óxido de piperitenona.

O número de cortes da hortelã-rasteira (*Mentha x villosa* Huds.) foi determinado por MATTOS et al. (2000), em Pentecoste-CE. Os autores concluíram que podem ser realizados até 3 cortes a intervalos de 75 dias após o primeira corte.

A variação da composição química do óleo essencial de *Mentha piperita* L. durante o seu desenvolvimento foi verificada por CHALCHAT et al (1997). Os autores observaram que no segundo corte a cultura deu um óleo de alta qualidade e ocorreu aumento na sua produção.

Na Índia, RAO (1988), trabalhando com genótipos melhorados de *Mentha arvensis* L. observou que após duas colheitas (94 e 147 dias após o plantio) o conteúdo e rendimento de óleo nos genótipos avaliados não diferiram significativamente. O óleo essencial produzido foi de 133,7 kg/ha na cultivar MAS 77 e 162 kg/ha na MAS 25.

CZEPAK (1995), em Bandeirantes-PR, analisou a produção de óleo bruto e mentol cristalizável da *Mentha arvensis* L. através de 8 frequências de colheita após o primeiro corte (90 dias): 60 dias, 70 dias, 80 dias, pleno florescimento, 90 dias, 100 dias e 120 dias. Verificou uma correlação linear positiva entre produção de matéria seca e de óleo, como também com a produção de mentol. As colheitas aos 60 e 70 dias foram as que alcançaram as maiores produções de matéria seca, óleo essencial e mentol. Não houve diferença estatística entre os tratamentos com relação ao teor de mentol.

As máximas produções de matéria seca e óleo essencial foram obtidas na *Mentha arvensis* L. var. *piperacens* por SAXENA & SINGH (1998) quando o primeiro corte foi

realizado 120 dias após o plantio e o segundo 75 dias após o primeiro. No primeiro corte a percentagem de mentol foi de 78,8% e no segundo de 75,2%.

2.7. Época de plantio

A produção de óleo da *Mentha piperita* L. em 3 estádios de desenvolvimento: 1) quando surgiram as primeiras flores nas brotações principais (fim de julho); 2) quando as primeiras flores apareceram nas brotações secundárias (meados de agosto) e 3) quando surgiram as últimas flores nas brotações secundárias (início de setembro), foi avaliada por BOUVERART-BERNIER (1989) na França. Observou que a melhor produção associada com a alta qualidade do óleo foi obtida no primeiro estádio (fim de julho).

ZHELJAZKOV & TOPALOV (1996), na Bulgária, através de ensaios de campo com *Mentha x piperita* clone nº 1, cultivar *zephir* e *Mentha arvensis* L. cv. *mentolna 14*, verificaram que a realização do plantio no mês de setembro proporcionou maiores produções de matéria fresca e óleo essencial.

SINGH *et al* (1995) estudaram o efeito da época de plantio em *Mentha spicata* L. com respeito ao seu crescimento, rendimentos de biomassa e óleo. Verificaram que o plantio a 30 de dezembro proporcionou colheitas com máximos rendimentos de biomassa e óleo essencial, devido ao melhor desenvolvimento da cultura em termos de altura, área foliar, acumulação de matéria seca e conteúdo de óleo.

Na Austrália, BRITTEN & BASFORD (1986) estudando em ambiente controlado por fitotrom *Mentha arvensis* L. por 12 semanas, com 12 combinações de temperatura, verificaram que o teor de mentol contido no óleo essencial não é significativamente afetado pela temperatura. A máxima matéria seca de folhas, caules e raízes foi obtida com 30 °C de temperatura diurna e 20 °C de temperatura noturna, sendo que o maior rendimento de óleo ocorreu com temperaturas diurna de 30 °C e noturna de 18 °C.

Em dois anos de experimentação na Índia com *Mentha arvensis*, *Mentha citrata* L. e *Mentha piperita* L., colhendo nos meses de junho, agosto e outubro, SHAH & GUPTA (1989), observaram que a colheita feita no mês de agosto proporcionou o máximo

rendimento de óleo para as três espécies, tendo a *Mentha arvensis* L. obtido o mais alto rendimento, cujo conteúdo de óleo variou de 1,20 a 1,26%.

Visando verificar a influência da variação sazonal no conteúdo de óleo e mentol em *Mentha arvensis* L., GUL *et al.* (1994) verificaram que houve uma produção de 2,8% na produção de óleo e de 68% no conteúdo de mentol, em plantas coletadas no mês de outubro, quando comparadas com outros meses do ano, sendo a produção mais próxima desta observada no mês de agosto.

Estudando 8 frequências de colheita (60 dias, 70 dias, 80 dias, pleno florescimento, 90 dias, 100 dias e 120 dias) após o primeiro corte (90 dias) na *Mentha arvensis* L., em Bandeirantes-PR, CZEPAK (1995), observou que as maiores produções de matéria seca, óleo essencial e mentol foram obtidas quando colheu-se a menta entre os meses de janeiro e fevereiro (período chuvoso). A temperatura e a radiação solar exerceram um efeito positivo no desenvolvimento e produção da menta. Nos períodos em que a temperatura e insolação foram menores (inverno) houve uma diminuição acentuada no crescimento, produção de óleo bruto e mentol.

O experimento conduzido no sul da Índia por RAO (1999), com *Mentha arvensis* L., plantada nos meses de agosto (chuvoso), novembro (outono) e dezembro (inverno) revelou produções significativamente superiores de biomassa e óleo essencial ao comparar-se com as produções obtidas quando a cultura foi plantada nos meses de setembro e janeiro. Nos melhores meses as produções foram de 42,5-63,5 t/ha de biomassa e 196,3-271,5 kg/ha de óleo essencial com 73,0% de mentol.

O efeito do fotoperíodo (dia curto, normal e longo) em 3 tipos de mentas (*Mentha arvensis*, *M. citrata* e *M. cardiaca*), investigados por FAROOQI *et al* (1999), mostrou que as espécies cresceram melhor em condições de dia longo, mas a concentração de óleo essencial foi máxima nas plantas de dia curto.

2.8. Secagem

O consumo de plantas medicinais frescas tende a garantir a ação mais eficaz dos poderes curativos nelas presentes, embora isso nem sempre seja possível, o que torna a secagem um método de conservação necessária e eficiente quando bem conduzida (MARTINS *et al*, 1995).

A atividade de água é uma das atividades mais importantes para o processamento, conservação e armazenagem. A atividade indica a disponibilidade de água para o crescimento de microorganismos e para a ocorrência de reações como por exemplo o escurecimento, a oxidação, a hidrólise, etc...(JARDIM, 1987).

A secagem ou desidratação de plantas medicinais e aromáticas é uma série de procedimentos que visam manter a atividade da água estabilizada (SILVA *et al*, 1998), a fim de que não haja modificações físicas, químicas ou microbiológicas no produto final (BACCHI, 1996).

É muito importante na secagem, a velocidade com que a água é retirada, pois a aceleração pode degradar os princípios ativos. Portanto, a secagem não pode ser conduzida nem muito rápida, nem muito lenta, mas adequadamente. O processo da secagem deve ser iniciado no mesmo dia da colheita. A melhor secagem é aquela que preserva a qualidade do produto e mantém os princípios ativos das plantas (SILVA & CASALI, 2000).

O equilíbrio entre temperatura, circulação e umidade relativa do ar define o que significa secagem. Neste contexto, o sucesso da secagem vai depender da técnica utilizada para aumentar a capacidade higroscópica do ar, isto é, a capacidade de absorver a umidade. Se a temperatura for muito baixa ou a umidade muito alta, o produto secará lentamente, permitindo a proliferação de microorganismos. Se por outro lado, a temperatura for muito alta o produto terá algo assemelhado a uma casca externa que impedirá a saída da umidade, deste modo causando deterioração do produto (CRUZ, 1990).

Existem diferentes processos de secagem, sendo estes divididos em dois grupos: secagem natural e secagem artificial. Basicamente existem três tipos de secadores destinados ao processo de secagem de plantas aromáticas ou medicinais cultivadas para fins de comercialização: secador de temperatura ambiente, comumente chamado de “secador

solar comum”, secador de temperaturas e umidade controladas, denominado “estufa” e secadores especiais (VON HERTWIG,1991).

A secagem natural é um processo lento, que deve ser conduzido à sombra, em local ventilado, protegido de poeira e do ataque de insetos e outros animais. Este processo é recomendado para regiões que tenham condições climáticas favoráveis, relacionadas a ventilação, umidade relativa e temperatura. A velocidade de secagem do material dependerá destas condições climáticas (MARTINS *et al.*, 1995).

Geralmente as plantas entram na secagem com 85% de água, chegando ao final do processo com 11% à temperatura que varia de 30 a 50⁰C. Consomem 10.000 kJ/kg de água removida e 1kg de menta requer 1 L de combustível fóssil. Deste modo uma alternativa é fazer coincidir as épocas de colheita com períodos de insolação e utilizar a energia solar como fonte de calor no processo de secagem (COSTA *et al.*,1999, citado por SILVA & CASALI, 2000).

Os compostos voláteis são muito sensíveis ao processo de secagem e uma condução inadequada pode acarretar perdas no conteúdo do princípio ativo das plantas, principalmente das aromáticas.

HUOPALAHATI *et al.* (1985), mostraram que do total de compostos voláteis de *Anethum graveolens* (endro) ocorre uma redução de 6,7 - 11,2 vezes quando o tratamento foi com secagem via ar. NYKANEM & NYKANEM (1987), também constataram uma redução no óleo essencial de manjeriço de 37 - 45% e na manjerona de 23 - 33%.

Um estudo sobre a influência do período de secagem (0, 4, 8, 12 e 16 dias) no teor de óleo essencial da alfavaca-cravo (*Ocimum gratissimum*) utilizando “secador natural” foi conduzido por EHLERT (2000), em Pentecoste-CE. Verificou que a umidade decresceu a medida que aumentou o período de secagem, ocorrendo o mesmo com o teor de óleo essencial e de eugenol, seu principal constituinte. Concluiu que para evitar perdas deve-se colher o material e efetuar a extração do óleo de imediato.

Na secagem de alecrim (*Rosmarinus officinalis*) e hortelã (*Mentha x villosa*), procedida por MARTINS *et al.*(1999) , a relação percentagem de umidade x horas de secagem apresentou um efeito cúbico, tendo as espécies atingido o limite máximo de umidade recomendado (10%) após 48 horas e 96 horas, respectivamente.

Ao utilizarem secagem natural em diferentes períodos (0, 4, 8, 12 e 16 dias), na hortelã-rasteira (*Mentha x villosa*), nas estações chuvosa e seca de Pentecoste-Ce, INNECCO *et al.*(1999) verificaram que a secagem influenciou na extração do óleo por arraste a vapor e no teor de óxido de piperitenona, principal constituinte, nestas duas estações, mas não na quantidade do óleo. Recomendam secar a erva durante 4 dias nas duas estações.

RABAK (1917), nos EUA, trabalhando com *Mentha piperita* L., descreve que se as plantas forem secas antes da destilação, ocorre uma acentuada redução na produção de óleo, pois a secagem proporciona mudanças favoráveis à estearificação e a produção de ácidos livres, e que o teor de mentol no óleo tem uma alta relação com o conteúdo de ésteres.

Trabalho realizado por CHALCHAT *et al.* (1997) com a *Mentha piperita* L., através de ensaios consecutivos por 3 anos, mostra que a secagem não afetou a composição química do seu óleo essencial.

Ao estudarem a influência da temperatura de secagem (40, 60 e 80°C) no teor e na composição química do óleo de *Mentha piperita* L., BLANCO *et al* (2000) concluíram que a secagem a 40°C é a mais recomendada para esta espécie, sendo que temperaturas superiores são altamente prejudiciais para o teor e composição do óleo essencial.

Segundo MULLER *et al*, citado por SILVA & CASALI (2000), utilizando um método de estufa solar para secagem de menta e sálvia, o aquecimento do ar de secagem pela energia solar aumentou o conteúdo de princípios ativos. O conteúdo de óleo de menta foi de 3,5 ml/100g peso seco, isto equivaleu à 40% a mais do que na secagem tradicional (secador com combustível).

3 MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa foi conduzida no campo e em laboratório sendo constituída por sete experimentos a saber: caracterização fenológica, idade de corte, adubação orgânica, espaçamento, intervalo de corte, época de plantio e secagem.

3.1- Caracterização do local

Os ensaios foram instalados na Fazenda Experimental do Vale do Curu (F.E.V.C.), pertencente ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, localizada no município de Pentecoste-CE, da mesoregião do norte cearense do médio Curu. A referida fazenda situa-se aproximadamente a 100km de Fortaleza e 3^o45' de latitude sul. O clima na fazenda é quente e úmido, com médias anuais de 26,8 °C de temperatura, 73% de umidade e 723,3mm de precipitação pluviométrica anual, com maior concentração de chuvas durante o mês de março.

3.2- Material Vegetal

O material vegetal utilizado nos experimentos foi exemplares da espécie *Mentha arvensis* L. var. *piperacens* cultivados no Horto de Plantas Medicinais da F.E.V.C da Universidade Federal do Ceará (UFC) em Pentecoste,CE, oriundos do Horto de Plantas Medicinais, Aromáticas e Tóxicas da UFC, no Campus do Pici, em Fortaleza. Destas plantas produziram-se mudas em sacos plásticos apropriados de polietileno através da estaquia de parte dos ramos. Estas foram mantidas em ambiente sombreado, com retenção da luz solar de 50%, sob nebulização intermitente, por um período de 30 dias, até serem transplantadas para o local definitivo. O substrato utilizado para produção das mudas foi composto de 1/3 de esterco bovino curtido e 2/3 de solo local.

3.3- Condução dos Experimentos

Na região nordeste do Brasil o ano é caracterizado por duas estações climáticas marcantes, a chuvosa e a seca, geralmente ocorrendo no 1^o e 2^o semestres do ano, respectivamente. A estação chuvosa tem início e final irregular, porém através de série histórica demonstra-se que chove no mês de fevereiro e as maiores precipitações ocorrem no período de março/abril (TABELA A1). Na F.E.V.C. as duas estações climáticas apresentam temperaturas médias semelhantes, mas na estação seca tem-se menor umidade relativa e maior número de horas luz/dia (TABELA A2).

Os experimentos de fenologia, idade de corte, adubação orgânica, espaçamento e secagem foram realizados nas estações chuvosa (1^o semestre) e seca (2^o semestre).

Para que a cultura tivesse seu desenvolvimento no período das chuvas e da seca fez-se nestes experimentos suas implantações no 1^o dia de fevereiro e 1^o de agosto. Os ensaios de época de plantio e intervalo de corte não foram repetidos nas duas estações, fazendo-se a implantação do experimento de intervalo de corte no 1^o dia de fevereiro, e o de época de plantio no 1^o dia de cada mês.

A realização de alguns estudos nas duas estações não teve como objetivo fazer-se a comparação entre estas épocas, mas verificar o comportamento da hortelã-japonesa nestes períodos, tendo em vista que a cultura deve ser mantida durante todo o ano.

Em cada caso as mudas foram transplantadas para canteiros de alvenaria, com dimensões de 2,0m de largura por 10,0m de comprimento (20,0 m²). O substrato dos canteiros era constituído da mistura de solo local e 6 kg.m⁻² de esterco bovino curtido, à exceção daqueles utilizados para estudo de adubação que receberam diferentes quantidades de esterco. O espaçamento adotado foi o de 0,60m x 0,30m menos os dos experimentos de fenologia e espaçamento, cujas condições estão descritas adiante. Durante a condução dos ensaios fez-se duas capinas manuais, irrigações por microaspersão, complementares quando necessário na estação chuvosa, para manutenção da umidade no substrato, e diárias na estação seca.

3.4- Características analisadas

Excetuando-se o estudo de fenologia, as variáveis estudadas foram produção de matéria seca, óleo essencial e o seu principal constituinte, o mentol. No experimento de fenologia foram avaliadas também algumas características botânicas e agrônômicas da hortelã-japonesa, descritas no ítem 3.5.1.

A produção de matéria seca foi obtida mediante a transformação dos pesos secos em gramas dos tratamentos em $t.h^{-1}$. Para tanto as plantas da área útil de cada tratamento foram cortadas rente ao solo, pesando-se este material em balança com capacidade de 10,0kg, obtendo-se o peso da matéria fresca em gramas. Para a determinação da percentagem de umidade utilizou-se 2 amostras de 20g do material recém colhido e secas em estufa a $105^{\circ}C$ por 24 horas, tempo suficiente para obter peso constante, utilizando-se nesse processamento balança elétrica de precisão (0,01g), e a seguir calculou-se a média dos dois resultados obtidos pela relação:

$$\% \text{ de umidade} = \frac{(\text{peso fresco} - \text{peso seco}) \times 100}{\text{peso fresco}}$$

Os resultados em peso seco (gramas) provieram da seguinte fórmula:

$MS = MV - (MV \times U(\%))$, onde: MS= matéria seca,

MV = massa verde e

$U(\%)$ = percentagem de umidade.

Para medida da produção de óleo essencial a planta foi submetida a extração por arraste a vapor conforme metodologia descrita por ALENCAR *et al.*, (1984), utilizando-se uma amostra de 1kg de massa verde por tratamento, cujos resultados foram expressos em $ml.kg^{-1}$ de matéria fresca e transformados para $l.ha^{-1}$. Em seguida, o óleo essencial foi analisado através de cromatografia gasosa e espectrofotometria de massas (CG/EM), na Central Analítica do Parque de Desenvolvimento Tecnológico da UFC (PADETEC), obtendo-se a percentagem do teor de mentol, cujo resultado da multiplicação desta percentagem com a produção do óleo essencial originou a produção de mentol em $l.ha^{-1}$.

3.5.- Detalhes dos experimentos

O delineamento estatístico utilizado nos experimentos de idade de corte, adubação, espaçamento, intervalo de corte, época de plantio e secagem foi o inteiramente casualizado, enquanto que para o de fenologia fez-se apenas constatações botânicas e agronômicas.

Serão descritos a seguir detalhes da metodologia empregada no estudo fenológico e dos tratamentos e parcelas dos demais experimentos.

3.5.1.- Experimento 1: Caracterização fenológica

O presente estudo teve como objetivo determinar características botânicas e ontogenéticas da espécie *Mentha arvensis* var. *piperacens* Holmes durante o seu ciclo vital nas estações chuvosa e seca.

Na condução deste ensaio nas duas épocas estudadas (chuvosa e seca) utilizou-se dois canteiros dos quais um para avaliar a fase vegetativa e o outro a reprodutiva, tendo-se uma fileira de plantas em cada um destes canteiros espaçadas entre si de 1,0 metro.

As determinações seguiram uma seqüência quinzenal na fase vegetativa, iniciando-se aos 15 dias do plantio (45 dias de idade), e na fase reprodutiva esta seqüência foi semanal. Para tanto, na primeira fase (vegetativa) escolheu-se aleatoriamente 3 plantas, as quais foram marcadas, e sempre nestas eram feitas todas as observações, constituindo de: duração da fase (dias); altura da planta (cm); hábito de crescimento, tipo de folhagem, copa, caule, folha e raiz, ciclo; nº de ramos e estolhões; nº de folhas/ramo; comprimento e diâmetro dos ramos. Já na fase seguinte (reprodutiva) as plantas foram individualmente arrancadas determinando-se: duração da fase (dias); altura (cm), tipo de inflorescência e cor da flor; número, comprimento e diâmetro dos ramos vegetativos e reprodutivos; nº de estolhões, nº de folhas/ramo, área foliar; peso seco total das folhas, ramos, inflorescências e raiz; diferenciação reprodutiva (dias) da inflorescência (desde botão floral ao murchamento da flor).

A duração das fases vegetativa e reprodutiva (em dias) foi determinada usando como marco os seguintes eventos: fase vegetativa - da data da confecção das mudas por estaquia ao início do florescimento em 50% das plantas; fase reprodutiva - do início do florescimento (50% das plantas) à senescência.

Para determinação da altura (cm) da planta fez-se a sua mensuração da base ao ápice. Já as contagens dos ramos e estolhões distribuídos em suas diversas ordens (primário, secundário, terciário e quaternário) possibilitaram os seus números totais, enquanto o seu número de folhas/ramo, comprimento e diâmetro (mensuração na base) foram obtidos de 3 ramos de cada ordem.

A determinação da área foliar foi feita pelo método da quadrícula (COCK, 1976, citado por TÁVORA, 1982), utilizando-se três folhas colhidas aleatoriamente, sempre das regiões basal, mediana e final dos ramos das diferentes ordens, sem considerar se estes eram reprodutivos ou vegetativos.

As características botânicas de hábito, floração, tipo de caule, folha, raiz, copa, inflorescência e cor da flor foram observadas quando 50% das plantas iniciaram o seu florescimento. Nessa mesma ocasião fez-se a determinação do lapso de tempo (dias) para a diferenciação reprodutiva da inflorescência de botão floral ao murchamento da flor, mediante a verificação em 3 flores aleatórias sem considerar a ordem do ramo.

As diferentes medidas de pesos secos foram conseguidas pela pesagem dos materiais em balança de precisão (0,01g) após serem submetidas a secagem em estufa a 105 °C por 24 horas, tempo este suficiente para adquirirem peso constante.

3.5.2 - Experimento 2: Idade de corte

Este experimento foi conduzido durante as estações chuvosa e seca de 1997 com o objetivo de determinar a melhor idade de colheita da hortelã-japonesa. Os tratamentos constaram de 7 idades de corte, iniciando-se aos 60 dias após o plantio, seguindo-se os cortes a intervalos regulares de 7 dias, até atingir 102 dias.

Cada unidade experimental foi repetida 3 vezes e teve uma área individual de $5,0\text{m}^2$, perfazendo um total de 32 plantas, com área útil de $4,5\text{m}^2$ e 30 plantas, as quais foram utilizadas para as determinações já mencionadas.

3.5.3- Experimento 3: Adubação orgânica

Com o intuito de avaliar os efeitos da adubação orgânica sobre a cultura da hortelã-japonesa, implantou-se este experimento nas estações chuvosa e seca de 1998, cujos tratamentos foram representados por 5 níveis de adubação com esterco de gado curtido (0; 2; 4; 6 e 8kg.m^{-2}). A área das parcelas foi de $2,5\text{m}^2$ e utilizou-se 4 repetições por tratamento, ficando a unidade experimental com uma área útil de $1,78\text{m}^2$. Aos 81 dias do plantio, isto é, quando as plantas atingiram 111 dias de idade, conforme resultados obtidos do estudo idade de corte, fez-se a ceifa das plantas para avaliação das variáveis desejadas.

Os dados referentes a análise química do solo dos tratamentos estão na TABELA A3.

3.5.4- Experimento 4: Espaçamento

O objetivo deste ensaio, instalado em 1998, foi verificar qual o melhor arranjo espacial a ser empregado para o plantio de hortelã-japonesa, durante as estações chuvosa e seca, a fim de se obter as maiores produções de matéria seca, óleo essencial e mentol.

Os tratamentos constaram de 4 espaçamentos, assim discriminados: $0,60\text{m} \times 0,15\text{m}$ (11 plantas/m^2), $0,60\text{m} \times 0,20\text{m}$ (8 plantas/m^2), $0,60\text{m} \times 0,35\text{m}$ (5 plantas/m^2) e $0,60\text{m} \times 0,50\text{m}$ (3 plantas/m^2), com 4 repetições.

A área individual de cada unidade experimental era de $5,0\text{m}^2$ nos quais considerou-se 2 plantas nas extremidades como bordaduras. O corte das plantas em todos os tratamentos deu-se aos 81 dias do plantio.

3.5.5- Experimento 5: Intervalo de corte

Para a realização deste experimento em 1998, visando determinar o melhor intervalo de corte para a cultura, foi utilizado 1 canteiro por tratamento. Estes constaram de 8 intervalos de corte: 30, 45, 60, 75, 90, 105, 120 e 135 dias após a idade ideal de colheita (81 dias do plantio). Cada parcela teve uma área de $2,5\text{m}^2$ e o experimento foi composto de 4 repetições/tratamento, com área útil individual de $1,78\text{m}^2$.

3.5.6- Experimento 6: Época de plantio

Este trabalho foi realizado durante o ano de 1999, caracterizado por uma péssima distribuição pluviométrica, cujas chuvas restringiram-se aos meses de fevereiro, março e abril (TABELA A1). Neste ano, considerou-se como estação chuvosa aquela compreendida de 1^o de janeiro à 31 de maio e a seca a partir de então.

Os tratamentos, constituídos pelos 12 meses do ano, contaram com parcelas de $2,5\text{m}^2$ de área individual e tiveram 3 repetições. As plantas de uma área útil de $1,78\text{m}^2$ de cada unidade experimental, foram cortadas quando atingiram 81 dias do plantio.

3.5.7- Experimento 7: Secagem

Mesmo quando todos os fatores de produção são satisfatórios para se obter o máximo de rendimento de uma cultura, ainda assim, tudo poderá ser perdido na pós-colheita, a exemplo de uma inadequada secagem visando o seu armazenamento para posterior utilização. Desta forma, objetivou-se com este trabalho, desenvolvido em 1999, determinar a duração do tempo adequado de secagem da hortelã-japonesa nas estações chuvosa e seca.

O material vegetal utilizado proveio de plantios específicos para este trabalho realizado nas duas estações, fazendo-os em canteiros, dois para cada época, cujo o corte das plantas deu-se aos 81 dias do plantio.

Depois de cortado, o material (toda parte aérea da planta) foi colocado para secar num ambiente específico (“secador solar”) em bandejas apropriadas, pondo em cada uma delas 1,0kg de material recém colhido (peso fresco logo após a colheita), medindo-se a temperatura e umidade deste ambiente através de um higrotermógrafo durante todo o experimento.

Os tratamentos constaram de 5 períodos de secagem representados pelo número de dias em que o material foi submetido ao processo, a saber: testemunha (zero dia de secagem), 4, 8, 12 e 16 dias. Utilizou-se 4 repetições por tratamento e como parcela a bandeja, determinando-se a percentagem de umidade, o peso do material em kg, a quantidade de óleo essencial em ml.kg^{-1} e a percentagem de mentol.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1- Experimento 1- Caracterização botânica e fenológica.

Os resultados relativos deste estudo encontram-se nas TABELAS 1 a 4. Observando as características botânicas na TABELA 1 verifica-se que a hortelã-japonesa é uma planta de raiz fasciculada, de porte ereto com caule tipo haste, onde folhas rômbeas, foscas e lisas, inserem-se de forma oposta cruzada, constituindo uma folhagem perenifólia distribuída numa copa cônica, apresentando flores de coloração violácea dispostas em umbela.

TABELA 1- Características botânicas da hortelã-japonesa, *Mentha arvensis* L. var. *piperacens* Holmes, submetida ao estudo fenológico. Pentecoste, CE, 1997.

CARACTERÍSTICAS	TIPO	COR	DISPOSIÇÃO	ASPECTO
Propagação	Estaquia			
Hábito	Erva ereta			
Folhagem	Perenifólia			
Copa	Cônica			
Raiz	Cabeleira	Branco-claro		
Caule	Haste	Verde-claro		
Folha	Rômbea	Verde-médio	Oposta-cruzada	Fosca-lisa
Flor		Violácea		
Inflorescência	Umbela			
Ciclo	Anual			

Os dados das TABELAS 2 e 3 mostram que a duração da fase vegetativa da hortelã-japonesa nas estações chuvosa e seca é a mesma (90 dias) diferindo porém na fase reprodutiva, fazendo com que o ciclo vital de ambas seja desigual nas estações estudadas sendo maior na chuvosa (167 dias). A hortelã-rasteira (*Mentha x villosa* Huds), no mesmo ambiente, apresentou um comportamento inverso, com ciclo vital maior na estação seca (NASCIMENTO, 1996a).

No que se refere aos componentes da arquitetura da planta, vê-se ainda nestas TABELAS (2 e 3), que o número de ramos, estolhões e folhas tanto na fase vegetativa quanto reprodutiva são maiores na estação chuvosa, no entanto o comprimento e o diâmetro dos ramos é praticamente o mesmo nas duas épocas analisadas.

A TABELA 3 nos revela uma área foliar total maior na época das chuvas, porém com folhas menores, visto que a área unitária da outra estação é o dobro ($0,06 \text{ dm}^2$).

O peso seco total da planta na estação chuvosa (75,52g) é superior que na seca (47,61g) conforme os dados da TABELA 3. A contribuição percentual de cada componente da planta em relação ao seu peso seco total nas duas estações foi: chuvosa - folhas 19,60%; ramos 54,75%; raízes 19,65%; inflorescência 6%; seca - folhas 30,66%; ramos 50,49%; raízes 13,23%; inflorescência 5,62%. É relevante ressaltar a contribuição das folhas para o peso seco total na estação seca (30,66%) comparativamente a outra (19,60%). O lapso de tempo total (dias) para a diferenciação reprodutiva foi o mesmo (10 dias) nas duas estações analisadas (TABELA 4).

TABELA 2- Resultados das observações durante as fases vegetativa e reprodutiva da hortelã-japonesa, *Mentha arvensis* L. var. *piperacens* Holmes, submetida ao estudo fenológico nas estações chuvosa e seca. Pentecoste, CE, 1997.

Variáveis	Fase Vegetativa	
	Estações	
	Chuvosa	Seca
Duração (dias)	90	90
Número de ramos	64	24
Número de estolhões	18	5
Comprimento dos ramos(cm)	12,30	11,90
Diâmetro dos ramos (cm)	0,26	0,23
Números de folhas / ramo	9	7
Variáveis	Fase reprodutiva	
	Estações	
	Chuvosa	Seca
Duração (dias)	77	49
Números de ramos vegetativos	138	94
Números de ramos reprodutivos	219	93
Números de estolhões com folhas	119	93
Números de estolhões sem folhas	141	82
Comprimento dos ramos vegetativos(cm)	23,20	21,30
Comprimento dos ramos reprodutivos(cm)	33,40	32,40
Diâmetro dos ramos vegetativos(cm)	0,22	0,18
Diâmetro dos ramos reprodutivos(cm)	0,24	0,26
Número de folhas/ ramo	24	15

TABELA 3- Resultados das observações durante o ciclo vital da hortelã-japonesa, *Mentha arvensis* L. var. *piperacens* Holmes , submetida ao estudo fenológico nas estações chuvosa e seca. Pentecoste, CE, 1997.

Variáveis	Estações	
	Chuvosa	Seca
Ciclo total (dias)	167	139
Altura (cm)	92	68
Número total de ramos	357	187
Número total de estolhões	260	175
Diâmetro médio dos ramos vegetativos (cm)	0,24	0,20
Diâmetro médio dos ramos reprodutivos (cm)	0,24	0,26
Comprimento médio dos ramos vegetativos (cm)	17,30	16,60
Comprimento médio dos ramos reprodutivos (cm)	33,40	32,40
Número total de folhas	8.568	2.805
Área foliar total (dm ²)	229,19	162
Área foliar unitária (dm ²)	0,03	0,06
Peso seco total das raízes (g)	14,84	6,30
Peso seco total dos ramos (g)	41,35	24,04
Peso seco total das folhas (g)	14,80	14,60
Peso seco total das inflorescências (g)	4,53	2,67
Peso seco total (g)	75,52	47,61

TABELA 4- Ciclo temporal (dias) na diferenciação reprodutiva da inflorescência da hortelã-japonesa (*Mentha arvensis* L. var. *piperacens* Holmes) submetida ao estudo fenológico nas estações chuvosa e seca, Pentecoste, CE, 1997.

Estádios	Diferenciação reprodutiva (dias)	
	Estações	
	Chuvosa	Seca
Botão floral	2	2
Antese	3	2
Pós-floração	5	6
Ciclo total	10	10

4.2- Experimento 2 - Idade de corte.

O resumo da análise de variância (TABELA 5) revelou que houve efeito significativo dos tratamentos sobre a produção de óleo essencial na estação seca.

Embora a matéria seca e o óleo essencial não apresentem diferenças estatísticas na estação chuvosa (TABELA 5) suas médias de produções, inseridas na TABELA 6, mostram uma tendência de crescimento até o 4^o corte (81 dias), com decréscimo posterior. A superioridade aproximada, cujas produções foram de 2,48 t.ha⁻¹ e 87,77 l.ha⁻¹, neste corte em relação ao primeiro (60 dias) foi de 71% e 49%, respectivamente de matéria seca e óleo essencial. Comparando-se com o último corte (102 dias) estas produções assumem os seguintes valores: 25% e 43%.

Semelhante comportamento foi observado na segunda época (estação seca), cujas produções de matéria seca e óleo essencial de 2,83 t.ha⁻¹ e 109,01 l.ha⁻¹ foram superiores em relação ao primeiro corte (60 dias) de 55% e 107%, e ao último corte (102 dias) de 28% e 99%. Nesta época a variável óleo essencial apresentou um efeito quadrático ($R^2 = 75,22\%$; FIGURA 3) com ponto máximo aos 81 dias (4^o corte).

As duas variáveis estão correlacionadas positivamente, com $r = 0,70$ ($p > 0,01$) na estação chuvosa e $r = 0,80$ ($p > 0,01$) na seca. DURİYAPRAPAN et al. (1996) estudando a hortelã-japonesa, revelaram que a produção de óleo está relacionada ao peso seco das partes superiores da planta e que o número de glândulas de óleo nas folhas não constitui um bom indicativo para esta produção.

As maiores produções de mentol, dados da TABELA 7 e FIGURA 4, na estação chuvosa (67,16 l.ha⁻¹) e seca (91,19l.ha⁻¹) foram também no 4^o corte (81 dias), devido principalmente a produção do óleo essencial, pois os percentuais obtidos nas diferentes idades de corte e estação climática foram bem variados. Neste caso, sugere-se que seja realizado um trabalho científico mais elaborado para verificar a influência da idade da planta no percentual de mentol.

Diversos trabalhos com a *Mentha arvensis* L. mostram a variação da produção do óleo e sua composição com a época de corte (LIMA & MOLAN,1952; TOPALOV &

ZHELYAZKOV,1991; GASIC et al., 1992; RANDAHAWA & KAUR,1996; RAM & KUMAR,1997).

O óleo essencial de uma planta é proveniente do metabolismo secundário sendo bastante influenciado por fatores ambientais. Por sua vez, a sua produção é em geral uma resposta ao estresse. Assim, a maior produção de óleo essencial na estação seca no 4^o corte, da ordem de 36% em relação a chuvosa, deve-se provavelmente a fatores abióticos favoráveis, como por exemplo a maior incidência de luz e temperatura mais elevada. CRUZ (1999), também sugere estes mesmos motivos para explicar as maiores produções de óleo e óxido de piperitenona na hortelã-rasteira (*Mentha x villosa* Huds) na estação seca de Pentecoste-Ce.

TABELA 5 - Resumo da variância dos dados relativos a produção de matéria seca e óleo essencial de hortelã-japonesa, *Mentha arvensis* L. var. *piperacens* Holmes, submetida a diferentes idades de corte durante as estações chuvosa e seca. Pentecoste, CE. 1997.

Fontes De Variação	G.L.	Q.M.			
		Estação chuvosa		Estação seca	
		Matéria seca	Óleo essencial	Matéria seca	Óleo essencial
Tratamento	6	0,42	312,18	0,32	1105,33*
Resíduo	14	0,21	216,01	0,24	275,84
C.V.(%)		22,88	20,94	21,39	22,48

* - significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

TABELA 6 - Valores médios das produções de matéria seca e óleo essencial de hortelã-japonesa, *Mentha arvensis* L. var. *piperacens* Holmes, submetida a diferentes idades de corte durante as estações chuvosa e seca. Pentecoste, CE. 1997.

Épocas de corte (dias)*	Estação chuvosa		Estação seca	
	Matéria seca (t/ha)	Óleo essencial (l/ha)	Matéria seca (t/ha)	Óleo essencial (l/ha)
60	1,45	58,97	1,82	52,76
67	1,96	74,44	1,99	77,16
74	1,65	74,33	2,36	83,37
81	2,48	87,77	2,83	109,01
88	2,43	72,72	2,36	74,36
95	2,10	61,68	2,44	65,61
102	1,99	61,49	2,21	54,87

* dias após o plantio

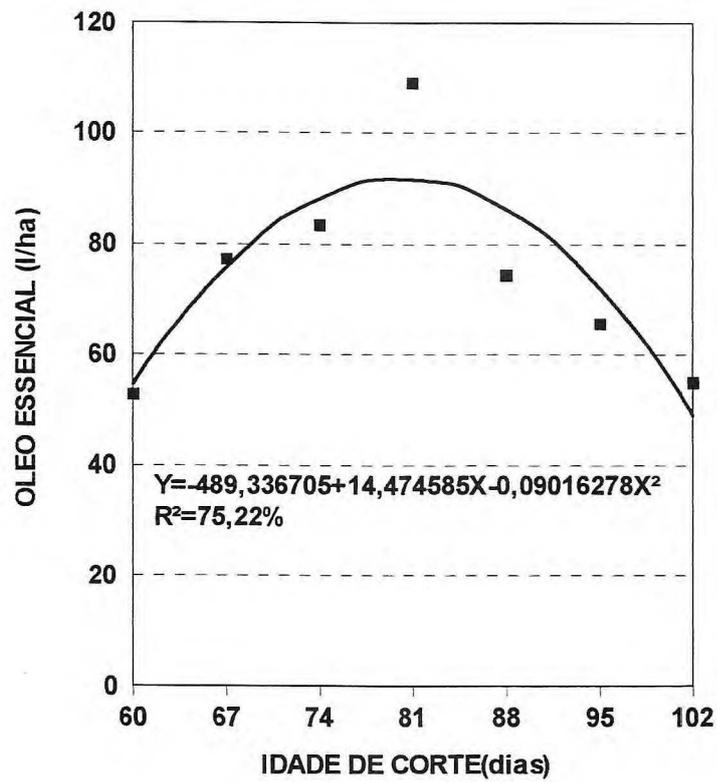


FIGURA 3- Produção de óleo essencial de hortelã-japonesa, *Mentha arvensis* L. var. *piperacens* Holmes, submetida a diferentes idades de corte durante a estação seca. Pentecoste, CE. 1997.

TABELA 7 - Percentagem e produção do constituinte majoritário do óleo essencial de hortelã-japonesa, *Mentha arvensis* L. var. *piperacens* Holmes., submetida a diferentes idades de corte durante as estações chuvosa e seca. Pentecoste, CE. 1997.

Idades De corte (dias)*	MENTOL			
	Estação chuvosa		Estação seca	
	%	Produção (l/há)	%	Produção (l/há)
60	82,02	48,37	78,45	41,39
67	80,49	59,92	65,80	50,77
74	66,72	49,59	75,80	63,19
81	76,52	67,16	83,65	91,19
88	73,61	53,53	68,43	50,88
95	74,99	62,43	78,10	51,24
102	80,99	49,80	77,77	42,67

*- dias após o plantio

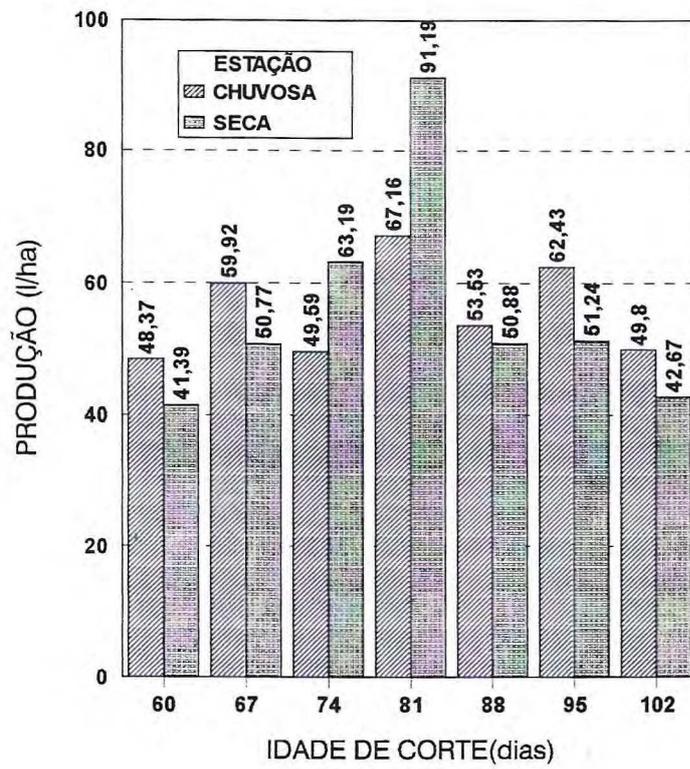


FIGURA 4- Produção do constituinte majoritário (mentol) do óleo essencial de hortelã-japonesa, *Mentha arvensis* L. var. *piperacens* Holmes, submetida a diferentes idades de corte durante as estações chuvosa e seca. Pentecoste, CE. 1997.

4.3- Experimento 3 - Adubação orgânica.

A TABELA 8 registra o resumo da análise de variância dos dados de produção da matéria seca e óleo essencial e os seus resultados mostram diferenças significativas dos tratamentos nas duas estações estudadas.

Dentro dos intervalos de adubação orgânica avaliados, a produção de matéria seca na estação chuvosa apresentou um efeito cúbico ($R^2 = 98,90\%$), com ponto máximo quando o nível de adubo foi de 6 kg/m^2 (FIGURA 5), e efeito quadrático ($R^2 = 80,76\%$) na estação seca, com ponto máximo entre 4 e 6 kg/m^2 (FIGURA 6). Com respeito a produção de óleo essencial, o efeito foi cúbico nas duas estações (chuvosa- $R^2 = 99,72\%$; seca- $R^2 = 90,41\%$), com ponto máximo no nível de 6 kg/m^2 de adubo orgânico na estação chuvosa (FIGURA 7) e entre 4 e 6 kg/m^2 na seca (FIGURA 8).

Os valores médios das produções de matéria seca e óleo essencial encontram-se na TABELA 9.

Nas duas estações as produções de matéria seca e óleo essencial correlacionaram-se de maneira positiva, apresentando $r = 0,93$ ($p > 0,01$) na chuvosa e $r = 0,73$ ($p > 0,01$) na seca.

Em relação ao mentol teve-se máximas produções com 6 kg/m^2 de adubo orgânico (TABELA 10 e FIGURA 9), com $98,59 \text{ l.ha}^{-1}$ na chuvosa e $104,63 \text{ l.ha}^{-1}$ na seca. Parece não haver um efeito consistente da quantidade de adubo orgânico sobre a percentagem de mentol, ficando a média nas duas estações por volta de 75% , sendo necessário fazer-se um estudo mais aprofundado.

Constata-se uma nítida tendência de crescimento das produções de matéria seca, óleo essencial e mentol da hortelã-japonesa, a medida que aumenta-se o nível de adubação orgânica até o máximo de 6 kg/m^2 , ocorrendo decréscimo a seguir. Semelhante comportamento com respeito as produções de matéria seca e óleo essencial foi verificado por CRUZ (1999), em hortelã-rasteira (*Mentha x villosa* Huds), na estação chuvosa de Pentecoste-Ce, porém na estação seca a adubação orgânica não influenciou estas produções. Sua pesquisa revelou que a cultura deve ser adubada com 4 kg de esterco bovino

por m² na estação chuvosa e 2 kg na seca, pois nestas doses obteve os maiores rendimentos de óxido de piperitenona.

O comportamento apresentado pela hortelã-japonesa sugere um possível antagonismo entre adubação e produção quando o nível de fertilizante orgânico ultrapassa o adequado limite de disponibilidade de nutrientes para a planta. Trabalhos como os de CHATTOPADHYAY et al. (1993) com a hortelã-japonesa, CORRÊA JUNIOR (1998) com a camomila (*Chamomilla recutita* (L.) Rauschert), MING (1998) com a cidreira (*Lippia alba* (Mill) N.E.Br.) e SHEFFER (1998) com mil-folhas (*Achillea millefolium*), também atestam os diferentes efeitos da adubação orgânica nas plantas medicinais.

TABELA 8 - Resumo da variância dos dados relativos a produção de matéria seca e óleo essencial de hortelã-japonesa, *Mentha arvensis* L. *piperacens* Holmes., submetida a diferentes níveis de adubação orgânica nas estações chuvosa e seca. Pentecoste, CE. 1998.

Fontes De Variação	G.L.	Q.M.			
		Estação chuvosa		Estação seca	
		Matéria seca	Óleo essencial	Matéria seca	Óleo essencial
Tratamento	4	10,02**	3703,17**	1,11*	1623,73*
Resíduo	15	1,41	431,26	0,29	361,22
C.V.(%)		23,85	21,33	13,23	17,33

** - significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

* - significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

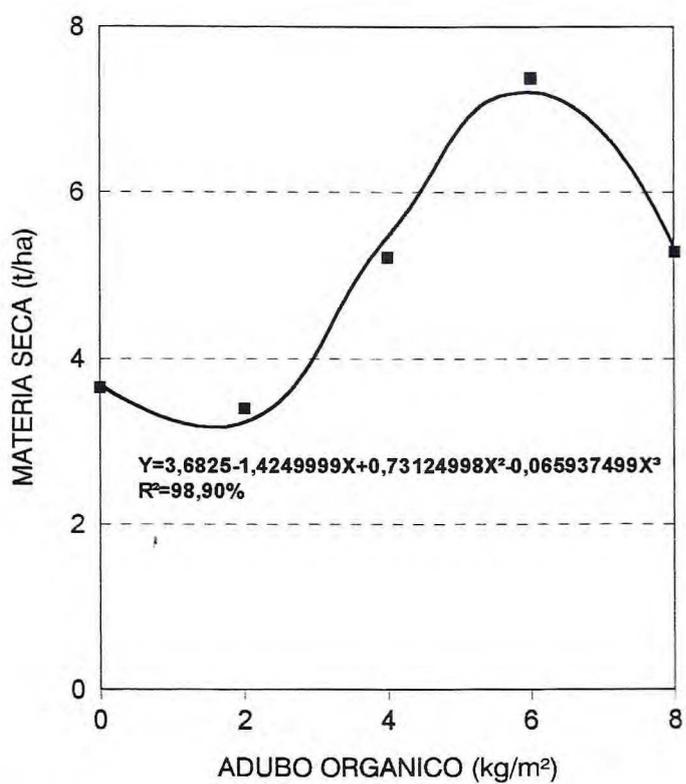


FIGURA 5- Produção de matéria seca da hortelã-japonesa, *Mentha arvensis* L. var. *piperacens* Holmes, em diferentes níveis de adubação orgânica na estação chuvosa. Pentecoste, CE. 1998.

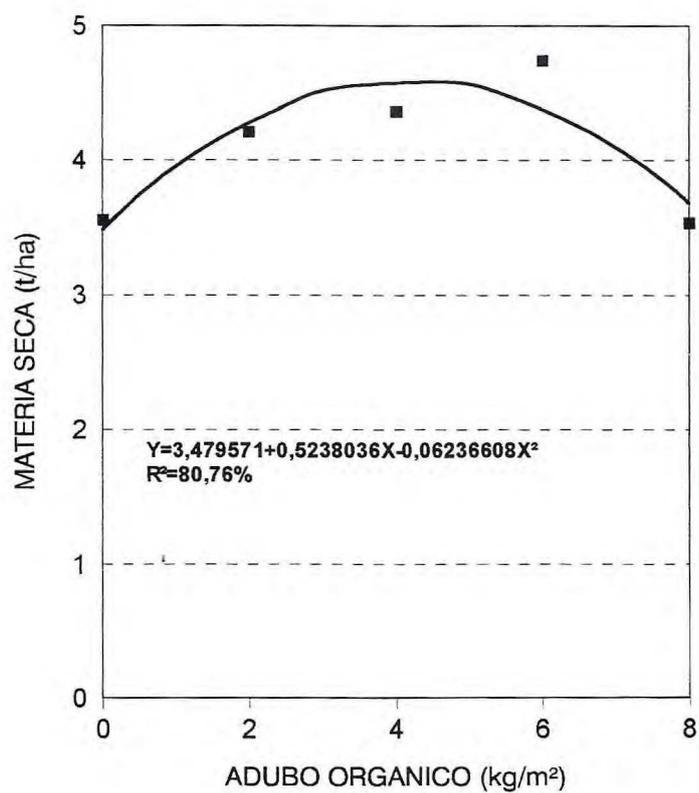


FIGURA 6- Produção de matéria seca da hortelã-japonesa, *Mentha arvensis* L. var. *piperacens* Holmes, em diferentes níveis de adubação orgânica na estação seca. Pentecoste, CE. 1998.

TABELA 9 - Valores médios das produções de matéria seca e óleo essencial de hortelã-japonesa, *Mentha arvensis* L. var. *piperacens* Holmes, em diferentes níveis de adubação orgânica nas estações chuvosa e seca. Pentecoste, CE. 1998.

Níveis De adubação (kg/m ²)	Estação chuvosa		Estação seca	
	Matéria seca (t/ha)	Óleo essencial (l/ha)	Matéria seca (t/ha)	Óleo essencial (l/ha)
0	3,64	68,51	3,55	98,77
2	3,46	63,66	4,20	111,79
4	5,22	106,01	4,36	117,92
6	7,38	134,36	4,74	136,65
8	5,28	114,44	3,53	83,13

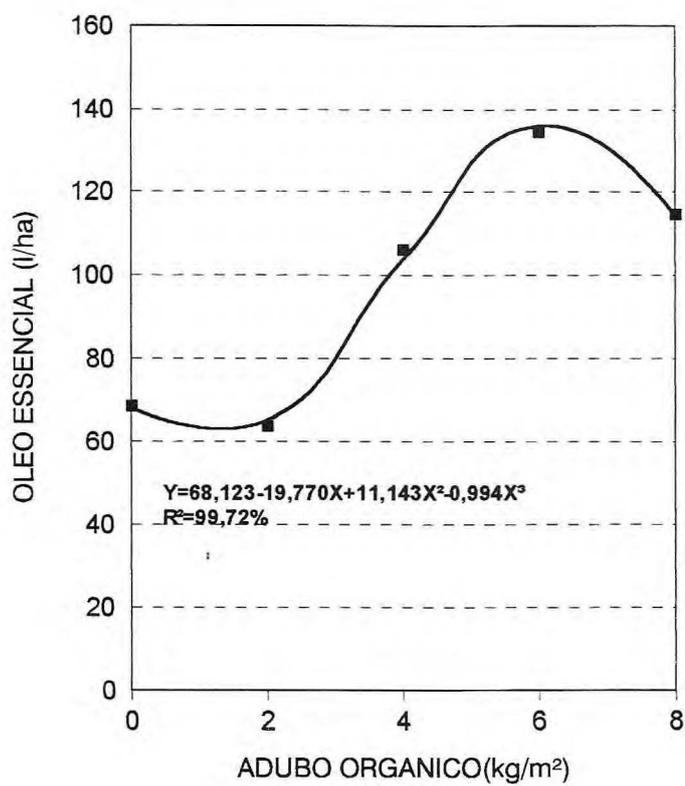


FIGURA 7- Produção de óleo essencial da hortelã-japonesa, *Mentha arvensis* L. var. *piperacens* Holmes, em diferentes níveis de adubação orgânica na estação chuvosa. Pentecoste, CE. 1998.

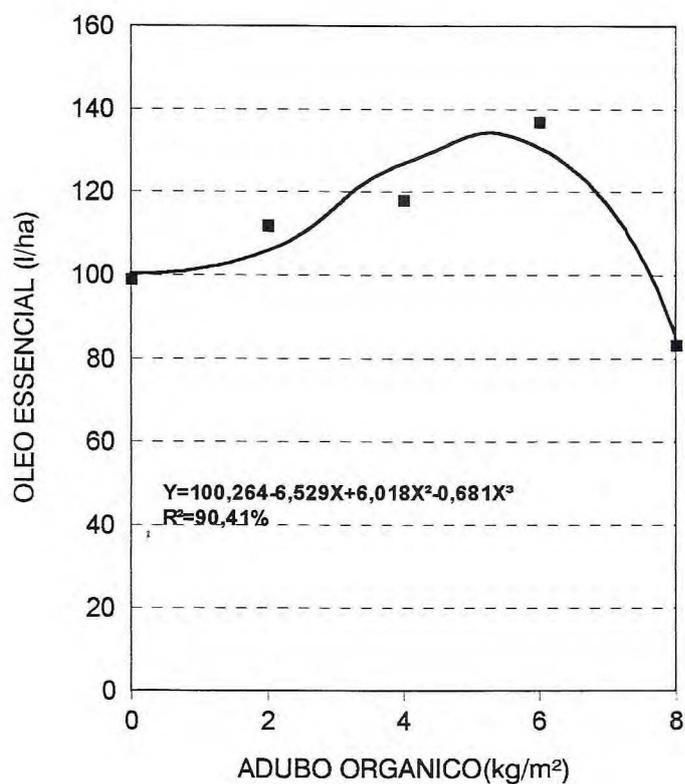


FIGURA 8- Produção de óleo essencial da hortelã-japonesa, *Mentha arvensis* L. var. *piperacens* Holmes, em diferentes níveis de adubação orgânica na estação seca. Pentecoste, CE. 1998.

TABELA 10 - Percentagem e produção do constituinte majoritário (mentol) do óleo essencial de hortelã-japonesa, *Mentha arvensis* L. var. *piperacens* Holmes, em diferentes níveis de adubação orgânica nas estações chuvosa e seca. Pentecoste, CE. 1998.

Níveis de adubação (kg/m ²)	MENTOL			
	Estação chuvosa		Estação seca	
	%	Produção (l/ha)	%	Produção (l/ha)
0	66,30	45,42	80,09	79,10
2	81,52	51,90	76,27	85,26
4	79,92	84,72	79,36	93,58
6	73,38	98,59	76,57	104,63
8	75,24	86,10	73,94	61,47

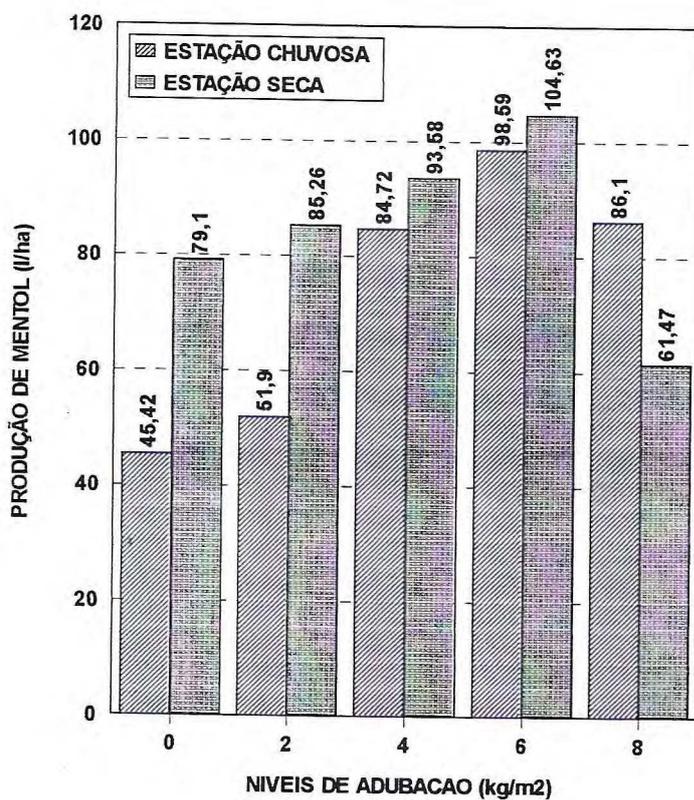


FIGURA 9- Produção do constituinte majoritário (mentol) do óleo essencial de hortelã-japonesa, *Mentha arvensis* L. var. *piperacens* Holmes, em diferentes níveis de adubação orgânica nas estações chuvosa e seca. Pentecoste, CE. 1998.

4.4- Experimento 4- Espaçamento.

Na análise de variância apresentada na TABELA 11, observa-se que o espaçamento influenciou significativamente as variáveis matéria seca e óleo essencial na estação seca, fazendo-o na chuvosa somente em relação à matéria seca.

Verificou-se dentro dos espaçamentos estudados na época seca um efeito linear para produção de matéria seca com ponto máximo no arranjo espacial 0,60m x 0,20m (FIGURA 10), cuja produção foi de 6,25 t. ha⁻¹ (TABELA 12). As produções de óleo essencial nas duas estações apresentaram um efeito cúbico, também com pontos máximos quando o espaçamento adotado foi de 0,60m x 0,20m (FIGURAS 11 e 12), com produções de 87,14 l.ha⁻¹ e 182,13 l.ha⁻¹ respectivamente nas estações chuvosa e seca (TABELA 12).

As produções de matéria seca e óleo essencial apresentaram correlação positiva, com $r = 0,59$ ($p > 0.01$) na estação chuvosa e $r = 0,88$ ($p > 0.01$) na seca.

No que diz respeito ao mentol as máximas produções também ocorreram nas duas estações no espaçamento 0,60m x 0,20m com valores de 69,47 l.ha⁻¹ e 139,02 l.ha⁻¹ (TABELA 13), podendo visualizá-las na FIGURA 13. A produção de mentol deveu-se à de óleo essencial tendo-se em média na sua composição 78% desse constituinte na estação chuvosa e 75% na seca (TABELA 13), necessitando de um estudo mais aprofundado para averiguar a variação percentual do referido constituinte. YADAV et al.(1983) e RANDHAWA & KAUR (1996), verificaram que o conteúdo de mentol da *Mentha arvensis* L. não foi influenciado pelos espaçamentos analisados.

As diferenças entre as produções de matéria seca, óleo essencial e mentol do espaçamento 0,60m x 0,20m em relação ao primeiro (0,60m x 0,15m) na estação chuvosa são respectivamente de: 16,6%, 45,2% e 47,2%. Já na estação seca estas mesmas diferenças passaram a 4,7%, 22,1% e 10,9%. As menores produções do primeiro espaçamento deveram-se à sua maior densidade populacional a qual ocasionou uma maior competitividade entre as plantas influenciando significativamente estas produções.

Comparando-se o espaçamento 0,60m x 0,20m com o de menor densidade (0,60m x 0,50m) na estação chuvosa verificou-se que as diferenças em produções (matéria seca, óleo essencial e mentol) foram da ordem de 28,2%, 71,1% e 78,4%. Na estação seca teve-se

94,7%, 96,6% e 100,1%. Estas inferioridades nas produções do espaçamento 0,60m x 0,50m foi ocasionada pelo menor estande. ZHELZAZKOV & TOPALOV (1996), observaram na *Mentha arvensis* L. cv. mentolna 14 , que uma maior densidade de plantio proporcionou aumentos significativos nas produções de matéria fresca e óleo essencial.

Na densidade populacional adequada, observada no espaçamento 0,60m x 0,20m, as plantas desenvolveram-se bem e coletivamente justificaram as melhores produções. Para hortelã-rasteira (*Mentha x villosa* Huds) esta densidade adequada foi verificada no espaçamento 0,60m x 0,35m (CRUZ,1999).

TABELA 11 - Resumo da variância dos dados relativos a produção de matéria seca e óleo essencial de hortelã-japonesa, *Mentha arvensis* L. var. *piperacens* Holmes., em diferentes espaçamentos nas estações chuvosa e seca. Pentecoste, CE. 1998.

Fontes de Variação	G.L.	Q.M.			
		Estação chuvosa		Estação seca	
		Matéria seca	Óleo essencial	Matéria seca	Óleo essencial
Tratamento	3	0,33	1058,77**	8,77**	5694,93**
Resíduo	12	0,15	152,32	0,41	714,54
C.V.(%)		13,68	17,97	13,11	19,44

** - significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

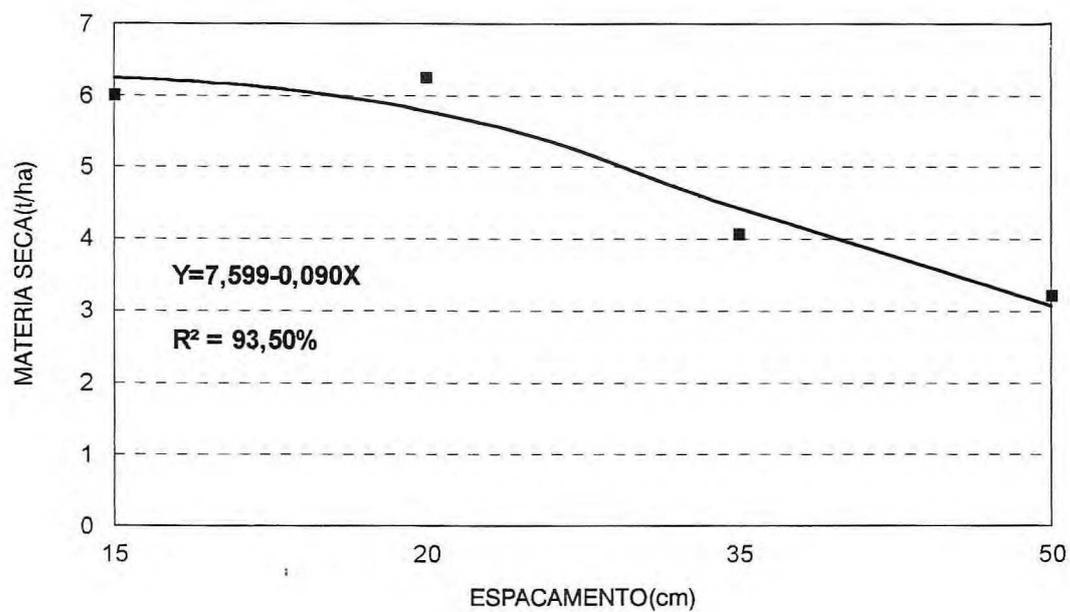


FIGURA 10- Produção de matéria seca da hortelã-japonesa, *Mentha arvensis* L. var. *piperacens* Holmes, em diferentes espaçamentos na estação seca. Pentecoste, CE. 1998.

TABELA 12 - Valores médios das produções de matéria seca e óleo essencial de hortelã-japonesa, *Mentha arvensis* L. var. *piperacens* Holmes, em diferentes espaçamentos nas estações chuvosa e seca. Pentecoste, CE. 1998.

Espaçamentos (m)	Estação chuvosa		Estação seca	
	Matéria seca (t. ha ⁻¹)	Óleo essencial (l. ha ⁻¹)	Matéria seca (t. ha ⁻¹)	Óleo essencial (l. ha ⁻¹)
0,60 x 0,15	2,80	60,01	6,00	149,18
0,60 x 0,20	3,18	87,14	6,25	182,13
0,60 x 0,35	2,90	76,58	4,06	125,99
0,60 x 0,50	2,48	50,94	3,21	92,66

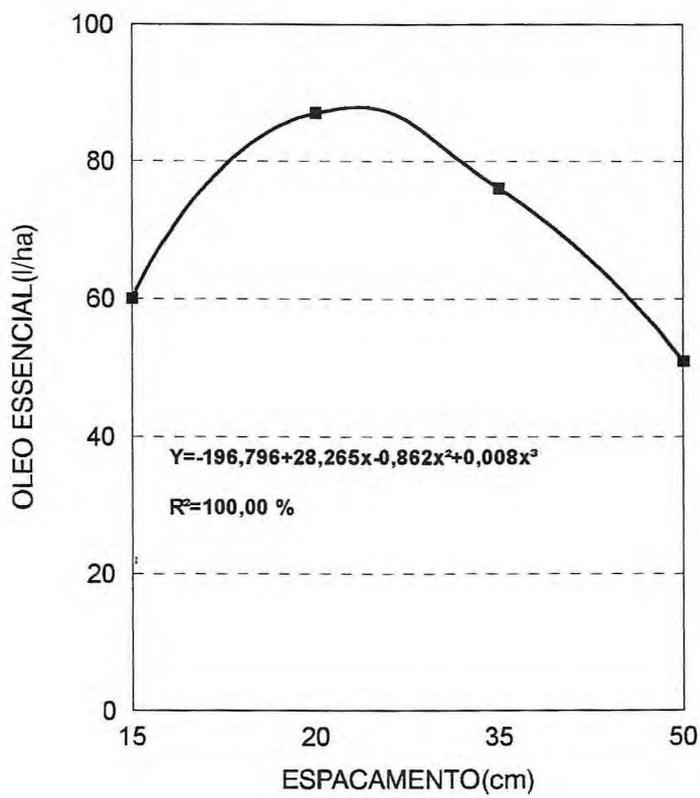


FIGURA 11- Produção de óleo essencial da hortelã-japonesa, *Mentha arvensis* L. var. *piperacens* Holmes, em diferentes espaçamentos na estação chuvosa. Pentecoste, CE. 1998.

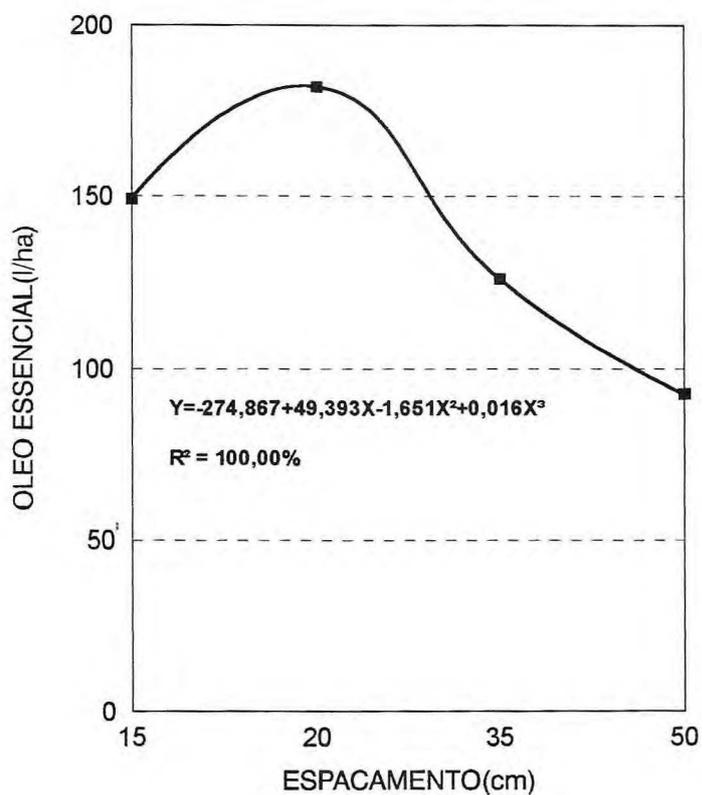


FIGURA 12- Produção de óleo essencial da hortelã-japonesa, *Mentha arvensis* L. var. *piperacens* Holmes, em diferentes espaçamentos na estação seca. Pentecoste, CE. 1998.

TABELA 13 - Percentagem e produção do constituinte majoritário (mentol) do óleo essencial de hortelã-japonesa, *Mentha arvensis* L. var. *piperacens* Holmes, em diferentes espaçamentos nas estações chuvosa e seca. Pentecoste, CE. 1998.

Espaçamentos (m)	MENTOL			
	Estação chuvosa		Estação seca	
	%	Produção (l. ha ⁻¹)	%	Produção (l. ha ⁻¹)
0,60 x 0,15	78,64	47,19	83,99	125,30
0,60 x 0,20	79,72	69,47	76,33	139,02
0,60 x 0,35	77,21	59,13	63,31	79,76
0,60 x 0,50	76,44	38,94	74,97	69,47

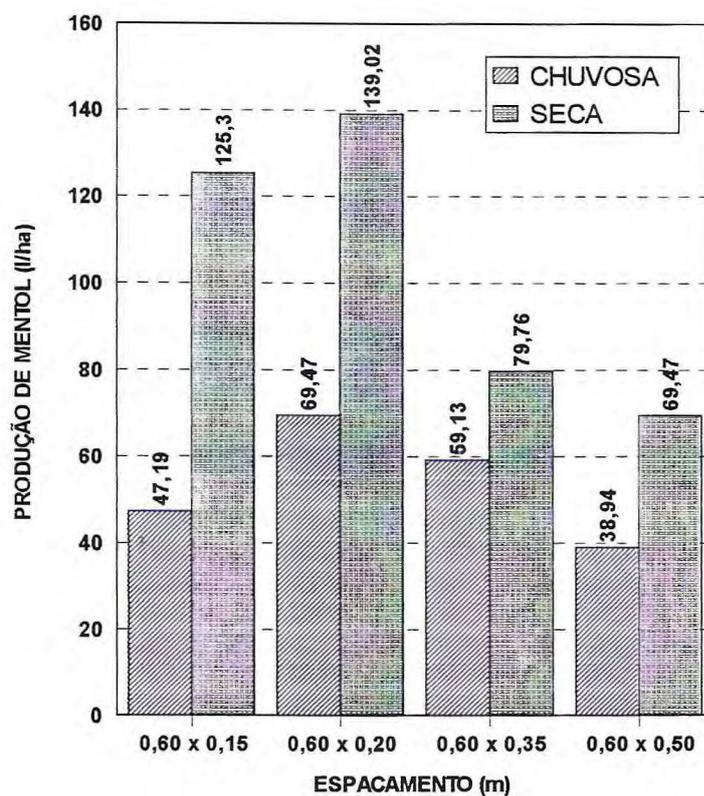


FIGURA 13- Produção do constituinte majoritário do óleo essencial de hortelã-japonesa, *Mentha arvensis* L. var. *piperacens* Holmes, em diferentes espaçamentos nas estações chuvosa e seca. Pentecoste, CE. 1998.

4.5- Experimento 5 - Intervalo de corte.

Os dados da análise de variância contidos na TABELA 14 mostram que houve diferença significativa nas variáveis estudadas.

Verifica-se pela FIGURA 14 que a produção de matéria seca apresentou um efeito quadrático ($R^2 = 93.98\%$) com ponto máximo no intervalo de 90 dias tendo-se uma produção de $8,36t.ha^{-1}$ conforme os dados da TABELA 15. Nos primeiros intervalos de corte (30 e 45 dias) o teor de matéria seca é pequeno devido ao próprio tamanho das plantas que se encontram em desenvolvimento vegetativo e nos dois últimos (120 e 135 dias) pela senescência.

A FIGURA 15 mostra que a produção de óleo essencial teve um efeito cúbico ($R^2 = 80,04\%$) e no intervalo de 75 dias alcançou valor máximo.

Observou-se uma correlação positiva ($r = 0.84$, $p > 0.01$) entre as produções de matéria seca e óleo essencial. Desta forma, as menores produções de matéria seca nos dois primeiros intervalos de corte estudados (30 e 45 dias) e nos dois últimos (120 e 135 dias) refletiram em decréscimos nas suas produções de óleo essencial. CZEPAK (1995), verificou também nesta espécie uma correlação linear positiva entre produção de matéria seca e óleo essencial, obtendo as máximas produções destas variáveis e mentol quando o segundo corte foi realizado aos 60 e 70 dias após o primeiro. Por outro lado, SAXENA & SINGH (1998) com a hortelã-japonesa e CRUZ(1999) com a hortelã-rasteira (*Mentha x villosa* Huds) constataram máximas produções de matéria seca e óleo essencial quando o segundo corte foi aos 75 dias do primeiro.

A produção de mentol apresentou valores máximos nos intervalos de 60, 75 e 90 dias com grande redução a seguir (TABELA 16 e FIGURA 16).

TABELA 14 - Resumo da variância dos dados relativos a produção de matéria seca e óleo essencial de hortelã-japonesa, *Mentha arvensis* L. var. *piperacens* Holmes, submetida a diferentes intervalos de corte. Pentecoste, CE. 1998.

Fontes de variação	G.L.	Q.M.	
		Matéria seca	Óleo essencial
Tratamento	07	191,25**	7769,79**
Resíduo	24	18,68	289,35
C.V.(%)		16,79	16,91

** - significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

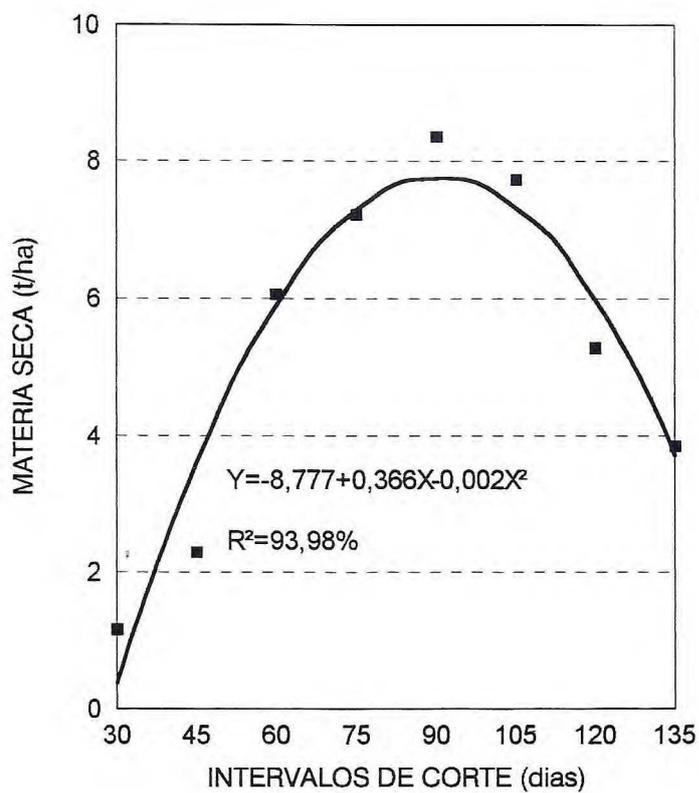


FIGURA 14- Produção de matéria seca da hortelã-japonesa, *Mentha arvensis* L. var. *piperacens* Holmes, submetida a diferentes intervalos de corte. Pentecoste, CE. 1998.

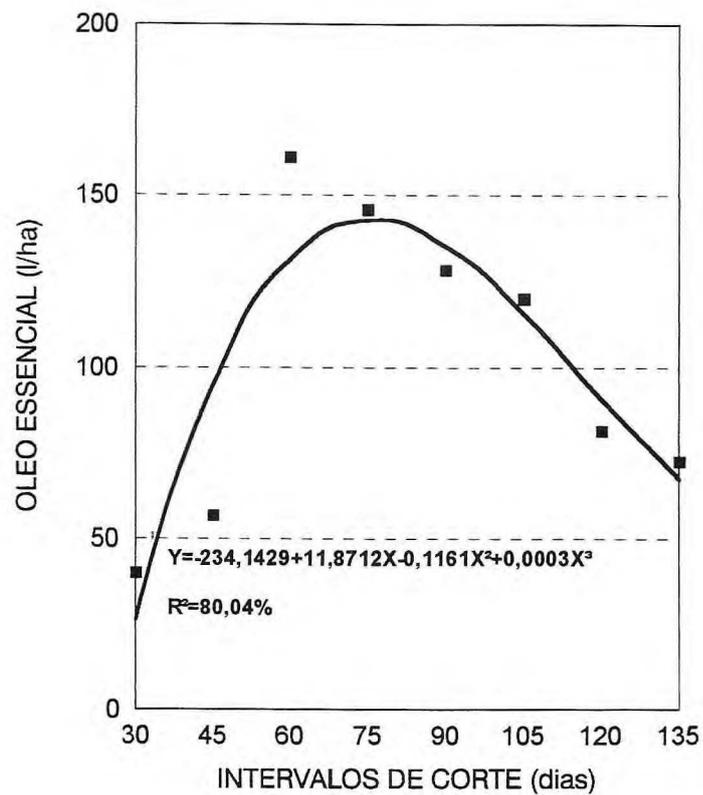


FIGURA 15- Produção de óleo essencial da hortelã-japonesa, *Mentha arvensis* L. var. *piperacens* Holmes, submetida a diferentes intervalos de corte. Pentecoste, CE. 1998.

TABELA 15 - Valores médios das produções de matéria seca e óleo essencial de hortelã-japonesa, *Mentha arvensis* L. *piperacens* Holmes, submetida a diferentes intervalos de corte. Pentecoste, CE. 1998.

Intervalos de corte (dias)*	Matéria seca (t.ha ⁻¹)	Óleo essencial (l.ha ⁻¹)
30	1,16	39,89
45	2,29	56,55
60	6,05	160,92
75	7,21	145,69
90	8,36	128,18
105	7,73	119,89
120	5,28	81,36
135	3,84	72,39

* - Dias após o 1^o corté.

TABELA 16 - Percentagem e produção do constituinte majoritário do óleo essencial de hortelã-japonesa, *Mentha arvensis* L. var. *piperacens* Holmes, submetida a diferentes intervalos de corte. Pentecoste, CE. 1998.

Intervalos de corte (dias)*	Mentol	
	%	Produção (l.ha ⁻¹)
30	74,27	29,63
45	80,07	45,28
60	79,68	128,22
75	79,15	115,31
90	80,01	102,56
105	58,21	69,79
120	55,22	44,93
135	71,41	51,69

• - Dias após o 1^o corte.

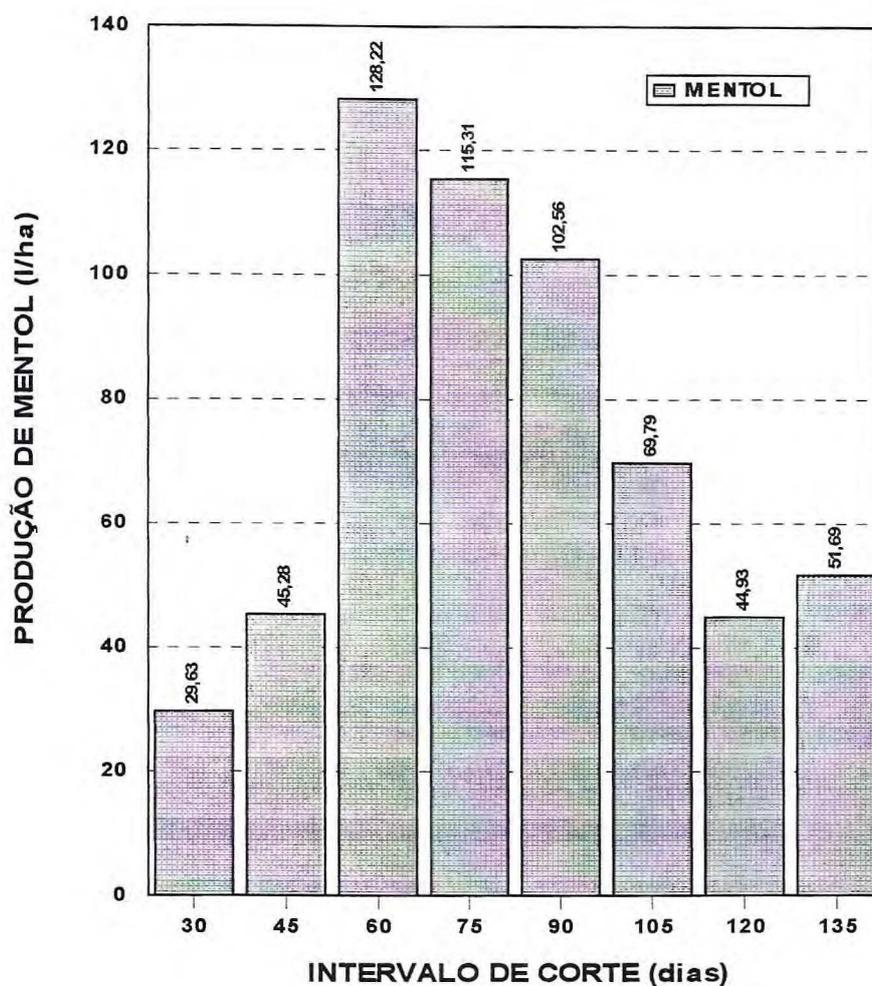


FIGURA 16- Produção do constituinte majoritário (mentol) do óleo essencial de hortelã-japonesa, *Mentha arvensis* L. var. *piperacens* Holmes, submetida a diferentes intervalos de corte. Pentecoste, CE. 1998.

4.6- Experimento 6- Época de plantio.

Os dados referentes ao resumo da análise de variância contidos na TABELA 17 mostram diferenças altamente significativas para percentagem de umidade e rendimento de óleo essencial.

As médias gerais contidas na TABELA 18, demonstram uma variação da umidade nas diferentes épocas de plantio, apresentando um máximo no mês de abril (80,86%) e um mínimo em janeiro (74,31%). Esta variação máxima em abril coincide com o quadro de precipitações na região (TABELA A1).

Ainda na mesma TABELA (18), observa-se nitidamente que ao se plantar hortelã-japonesa em janeiro teve-se as menores produções de matéria seca e óleo essencial, muito embora a média da primeira não difira estatisticamente pelo teste de Tukey com significância de 5%. Quando o plantio foi em janeiro, realizou-se a colheita da cultura durante o pico da estação chuvosa, isto é, 81 dias após o transplântio (111 dias de idade), ocorrendo assim em março.

Vê-se também na referida TABELA 18 que a principal variável estudada, o óleo essencial, apresenta as menores produções quando a hortelã-japonesa é plantada (de janeiro a maio) ou colhida em período chuvoso (plantio em dezembro \Rightarrow colheita em fevereiro). Por outro lado, as máximas produções de óleo coincidem com a realização do plantio e colheita em época seca (junho a outubro), como também, quando a cultura passou a maior parte do seu desenvolvimento nesta época, caso este ocorrido com as plantas cultivadas no mês de novembro cuja colheita foi em janeiro. A máxima produção de óleo essencial no período seco foi de 137,47l/ha (época de plantio = julho) sendo superior em 81,37l/ha, daquela obtida em janeiro (56,10 l/ha), e todas as produções deste período (seco) excederam em aproximadamente 100% aquela da primeira época de plantio (janeiro). Estudos desenvolvidos em diferentes regiões com a *Mentha arvensis* L. mostraram também a influência da variação sazonal no conteúdo de óleo essencial e mentol (SHAH & GUPTA, 1989; ZHELJAZKOV & TOPALOV, 1996; RAO, 1999).

As produções de matéria seca e óleo essencial apresentaram correlação positiva com $r = 0,69$.

No que diz respeito ao mentol, verifica-se pelo exame da TABELA 19 o mesmo comportamento do óleo essencial, isto é, maiores produções na estação seca em relação à chuvosa.

Ao analisar-se concomitantemente os resultados do óleo essencial e mentol, nas TABELAS 18 e 19 e FIGURA 17, vislumbra-se uma tendência de acréscimos nas suas produções à medida que os plantios da hortelã-japonesa vão se deslocando ao longo dos meses do período chuvoso em direção ao seco, estabilizando estas produções desde o início desta estação (junho) até outubro para o mentol e novembro para o óleo, decaindo a seguir, pois as colheitas já coincidem com as chuvas. CZEPAK (1995), verificou que a temperatura e radiação solar exerceram um efeito positivo no desenvolvimento e produção da *Mentha arvensis* L. Nos períodos em que a temperatura e a insolação foram menores, houve uma diminuição acentuada no crescimento, produção de óleo bruto e mentol.

Pelo exposto, têm-se que as melhores épocas de plantio para hortelã-japonesa vão de junho a outubro.

TABELA 17 - Resumo da análise de variância dos dados relativos a percentagem de umidade e produção de matéria seca e óleo essencial da hortelã-japonesa (*Mentha arvensis* L. var. *piperacens* Holmes) em diferentes épocas de plantio, Pentecoste-CE, 1999.

Fontes de Variação	Q.M.			
	G.L.	Umidade	Matéria seca	Óleo essencial
Tratamento	11	13,01**	0,78	2402,44**
Resíduo	24	1,73	0,58	481,92
C.V.(%)		1,69	20,34	21,68

** - significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

TABELA 18 - Valores médios da percentagem de umidade e produções de matéria seca e óleo essencial de hortelã-japonesa (*Mentha arvensis* L. var. *piperacens* Holmes) em diferentes épocas de plantio, Pentecoste-CE, 1999.

Época de plantio (mês)	Umidade (%)	Matéria seca (t/ha)	Óleo ssencial (l/ha)
Janeiro	74,31e	3,04	56,10b
Fevereiro	76,49bcde	3,16	75,45ab
Março	74,88de	3,85	74,65ab
Abril	80,86 ^a	3,57	74,04ab
Mai	79,50abc	3,73	93,07ab
Junho	80,19ab	3,39	133,49a
Julho	78,21abcd	4,02	137,47a
Agosto	76,17cde	4,49	135,01a
Setembro	76,65bcde	3,98	121,47ab
Outubro	79,11abc	4,55	128,27a
Novembro	78,74abcd	4,09	108,55ab
Dezembro	78,51abcd	3,09	86,72ab
D.M.S.	3,87	-	64,64

- Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

TABELA 19- Percentagem e produção do constituinte majoritário do óleo essencial de hortelã-japonesa (*Mentha arvensis* L. var. *piperacens* Holmes), em diferentes épocas de plantio, Pentecoste-CE, 1999.

Época de Plantio (mês)	MENTOL	
	%	Produção(l/há)
Janeiro	74,57	41,83
Fevereiro	74,50	56,21
Março	78,12	58,32
Abril	76,58	56,70
Maio	73,46	68,37
Junho	87,64	116,99
Julho	82,91	113,98
Agosto	86,77	117,15
Setembro	82,76	100,53
Outubro	83,22	106,75
Novembro	89,31	96,95
Dezembro	82,25	71,36

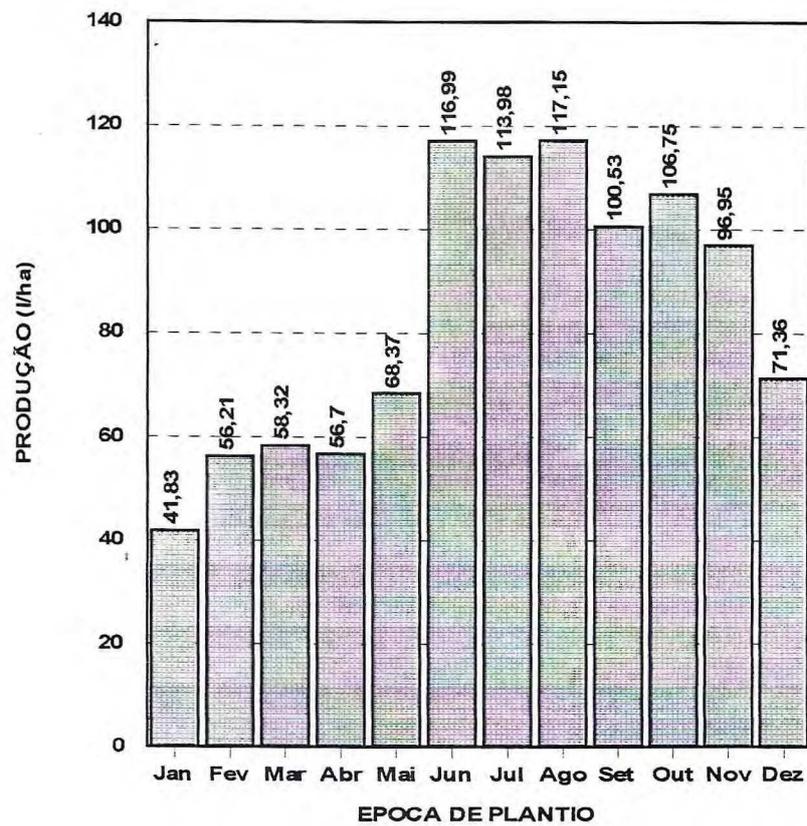


FIGURA 17- Produção do constituinte majoritário (mentol) do óleo essencial de hortelã-japonesa, *Mentha arvensis* L. var. *piperacens* Holmes, em diferentes épocas de plantio. Pentecoste, CE. 1999.

4.7- Experimento 7- Secagem.

Os dados do resumo das análises de variância contidos na TABELA 20 revelam diferenças altamente significativas para as variáveis percentagem de umidade e peso do material vegetal nas duas estações climáticas estudadas, enquanto para quantidade de óleo essencial nenhuma diferença foi verificada.

A análise de regressão mostrou um efeito cúbico nas duas estações para as variáveis percentagem de umidade e matéria vegetal (FIGURAS 18, 19, 20 e 21). Semelhante efeito foi verificado por MARTINS (1999) na relação percentagem de umidade x horas de secagem da hortelã-rasteira (*Mentha x villosa* Huds.).

As Figuras 18 e 19 referentes a percentagem de umidade mostram, nas duas estações, uma tendência de declínio acentuado no seu teor até aproximadamente 6 dias de secagem, ocorrendo a partir de então equilíbrio higroscópico no binômio matéria/ambiente até o oitavo dia, quando ocorre o rompimento. Vê-se ainda que o processo de secagem é mais rápido na estação seca que na chuvosa, pois as percentagens médias de umidade situam-se abaixo dos 20% logo após 4 dias de secagem (TABELA 21) enquanto na chuvosa isso ocorreu por volta dos 15 dias. Isso ocorreu por que na estação seca o ambiente de secagem apresentou temperaturas mais elevadas e valores de umidade relativa menores no transcorrer do processo, conforme revelam os dados da TABELA 23.

Como isoladamente não houveram variações de temperatura e umidade, nas estações seca e chuvosa, relativo ao ambiente de secagem (TABELA 23) que pudessem explicar o rompimento do equilíbrio higroscópico a partir do oitavo dia, conjectura-se que devem ter ocorridos processos morfológicos/fisiológicos no material, a níveis de tecido e células permitindo ganho/perda de água.

Observa-se nas FIGURAS 20 e 21 que o peso do material vegetal, nas duas estações, apresentou semelhante padrão de comportamento ao da percentagem de umidade, com decréscimo acentuado até 6 dias de secagem, havendo a partir do oitavo dia uma tendência de aumento em peso provocado pelo ganho de água e depois do 11^o dia redução pela perda dessa umidade.

Tendo em vista que dentro dos períodos de secagem analisados a percentagem de umidade não variou na estação chuvosa do 4º ao 12º dia e na seca do 4º ao 8 dia (TABELA 21) com correspondente redução de peso nestes períodos concluiu-se que este fato foi devido ao processo respiratório.

Visualiza-se nas TABELAS 21 e 22, ainda pela FIGURA 22, que nas estações climáticas estudadas ocorre, concomitantemente, tendência de decréscimos nos valores do óleo essencial e mentol, respectivamente na chuvosa e seca a partir do 3º período de secagem (8 dias) e 2º período (4 dias). Isto mostra que se o material for submetido a um período de secagem superior ao adequado o processo de extração do óleo por arraste a vapor é dificultado, provavelmente por modificações morfológicas nos pêlos oleríferos e, devem ocorrer mudanças fisiológicas no óleo, como oxidação do monoterpeno (mentol) sendo transformado em outra(s) substância(s). Antes da secagem (0 dia), nas estações, o processo de extração do óleo é também dificultado, mas neste caso o agente causador é o elevado teor de umidade do material, como mostram os dados da TABELA 21. Durante a extração do óleo neste período (0 dia), provavelmente parte deste (óleo) foi junto ao hidrolato, provocando diminuição na sua quantidade e no teor de mentol (TABELAS 21 e 22), visto que estas aferições foram obtidas do óleo direto. INNECCO et al.(1999), também observaram em hortelã-rasteira que a secagem influenciou na extração do óleo por arraste a vapor e no teor de óxido de piperitenona, mas não na quantidade do óleo, nas estações chuvosa e seca de Pentecoste-Ce. Já EHLERT (2.000), na mesma localidade e condições, verificou em alfavaca-cravo (*Ocimum gratissimum*) que a extração do óleo deve ser procedida imediatamente após a colheita, pois a secagem provoca perdas na sua quantidade e conteúdo.

As maiores quantidades relativas de óleo essencial e percentagem de mentol na estação seca (TABELAS 21, 22 e FIGURA 22), em todos os períodos analisados, deve-se simplesmente aos seus superiores rendimentos, sempre alcançados nesta estação quando comparados ao da chuvosa, conforme resultados do experimento época de plantio.

TABELA 20- Resumo das análises de variâncias dos dados relativos a percentagem de umidade, peso da matéria vegetal e quantidade de óleo essencial de hortelã-japonesa (*Mentha arvensis* L. var. *piperacens* Holmes) submetida a crescentes períodos de secagem em ambiente natural durante as estações chuvosa e seca. Pentecoste, CE. 1999.

Fontes de variação	G.L.	Q.M.					
		ESTAÇÃO CHUVOSA			ESTAÇÃO SECA		
		Umidade	Matéria vegetal	Óleo essencial	Umidade	Matéria vegetal	Óleo essencial
Tratamento	04	2543,84**	0,4113**	0,38	3059,46**	0,4308**	0,22
Resíduo	15	2,75	0,00008	0,13	0,90	0,0001	0,56
C.V.(%)		5,20	2,14	8,18	3,34	2,44	13,39

** - Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

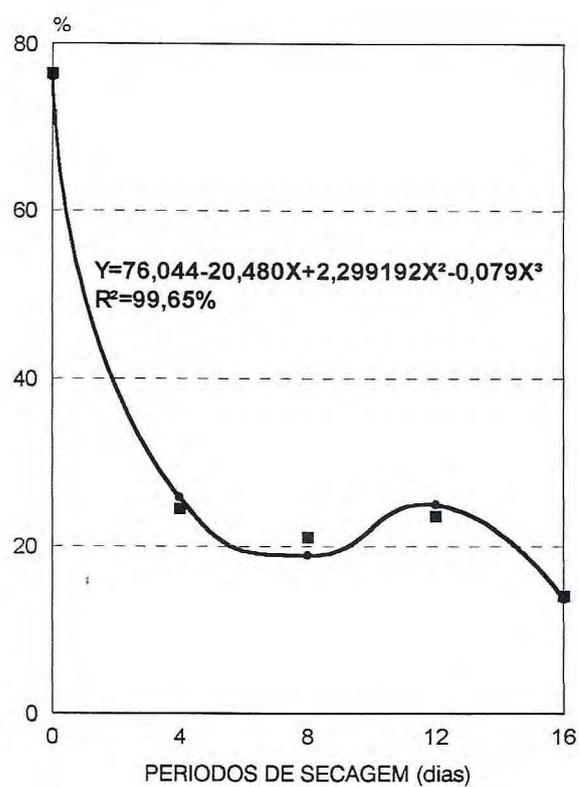


FIGURA 18- Percentagem de umidade da hortelã-japonesa (*Mentha arvensis* L. var *piperacens* Holmes) submetida a crescentes períodos de secagem em ambiente natural durante a estação chuvosa. Pentecoste, CE, 1999.

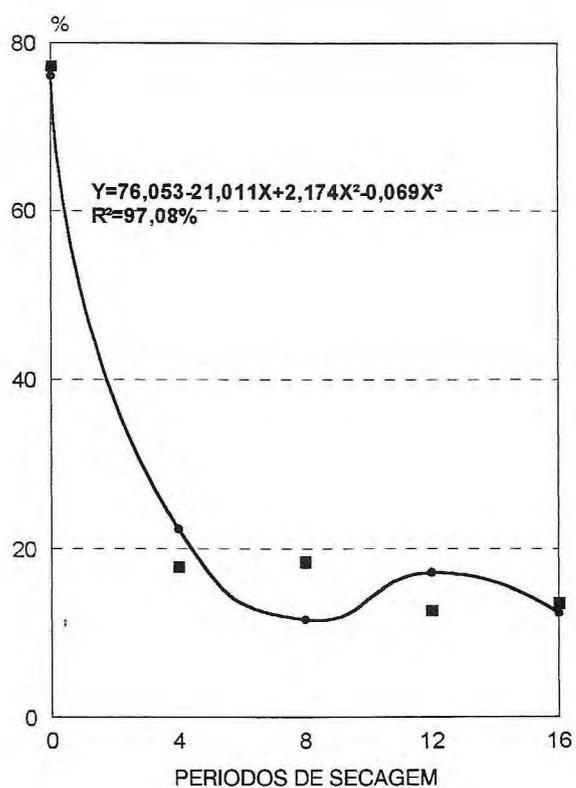


FIGURA 19- Percentagem de umidade da hortelã-japonesa (*Mentha arvensis* L. var. *piperacens* Holmes) submetida a crescentes períodos de secagem em ambiente natural durante a estação seca . Pentecoste, CE, 1999.

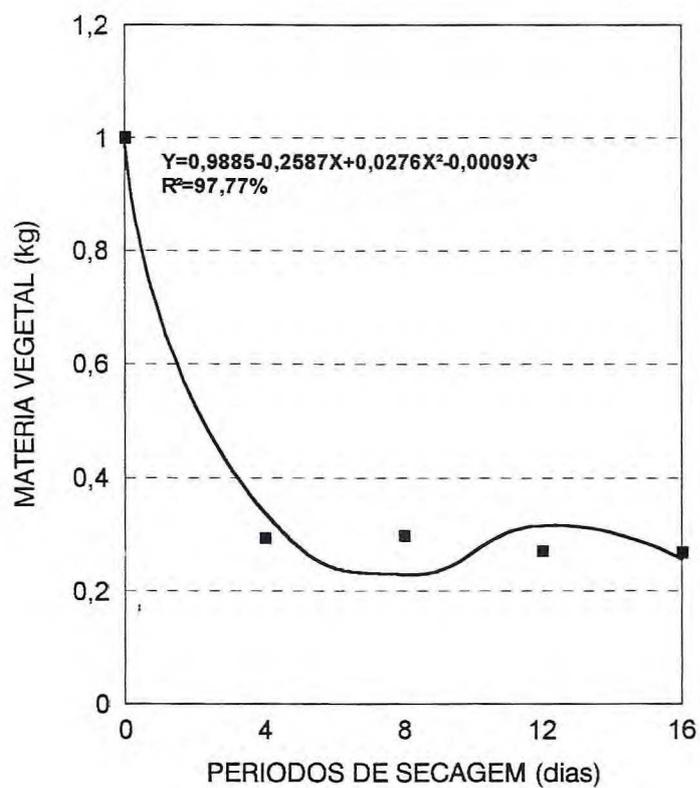


FIGURA 20- Peso da matéria vegetal da hortelã-japonesa (*Mentha arvensis* L. var. *piperacens* Holmes) submetida a crescentes períodos de secagem em ambiente natural durante a estação chuvosa . Pentecoste, CE, 1999.

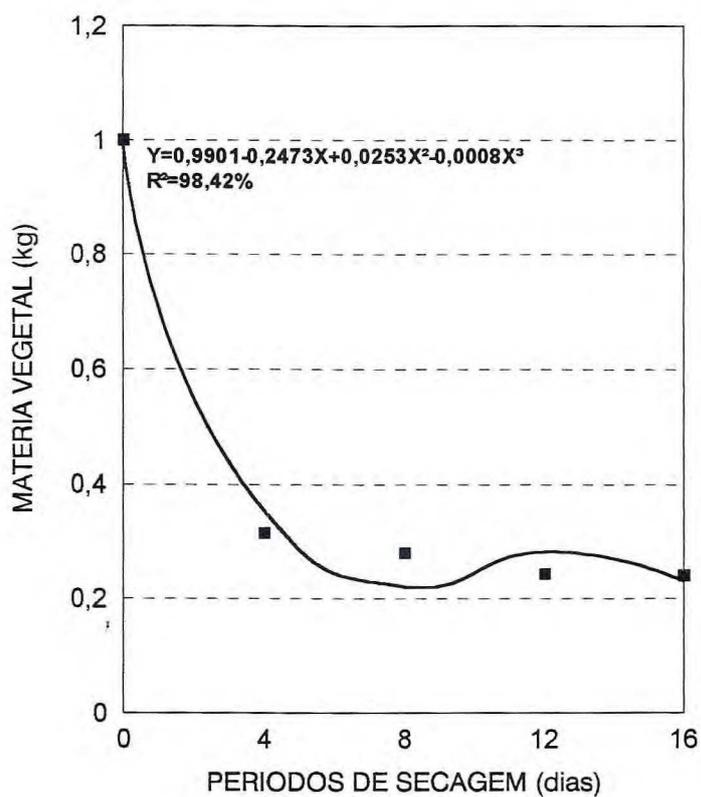


FIGURA 21- Peso da matéria vegetal da hortelã-japonesa (*Mentha arvensis* L. var *piperacens* Holmes) submetida a crescentes períodos de secagem em ambiente natural durante a estação seca . Pentecoste, CE, 1999.

TABELA 21- Valores médios da percentagem de umidade, peso da matéria vegetal e quantidade de óleo essencial da hortelã-japonesa (*Mentha arvensis* L. var *piperacens* Holmes) submetida a crescentes períodos de secagem em ambiente natural durante as estações chuvosa e seca. Pentecoste, CE, 1999.

Períodos de secagem (dias)	ESTAÇÃO CHUVOSA			ESTAÇÃO SECA		
	Umidade (%)	Matéria Vegetal(kg)	Óleo Essencial (ml/kg)	Umidade (%)	Matéria Vegetal(kg)	Óleo Essencial (ml/kg)
0	76,40	1,00	4,25	77,18	1,00	5,55
4	24,45	0,31	4,55	17,39	0,31	5,90
8	21,07	0,30	4,80	17,84	0,28	5,80
12	21,52	0,27	4,42	14,65	0,24	5,60
16	14,00	0,27	3,97	13,52	0,24	5,30

TABELA 22- Percentagem do constituinte majoritário (mentol) do óleo essencial de hortelã-japonesa, *Mentha arvensis* L. var. *piperacens* Holmes, submetida a crescentes períodos de secagem em ambiente natural durante as estações chuvosa e seca. Pentecoste, CE, 1999.

Períodos de Secagem (dias)	ESTAÇÃO CHUVOSA	ESTAÇÃO SECA
	%	%
0	68,84	83,89
4	70,16	85,78
8	75,59	83,75
12	72,15	82,81
16	64,18	81,88

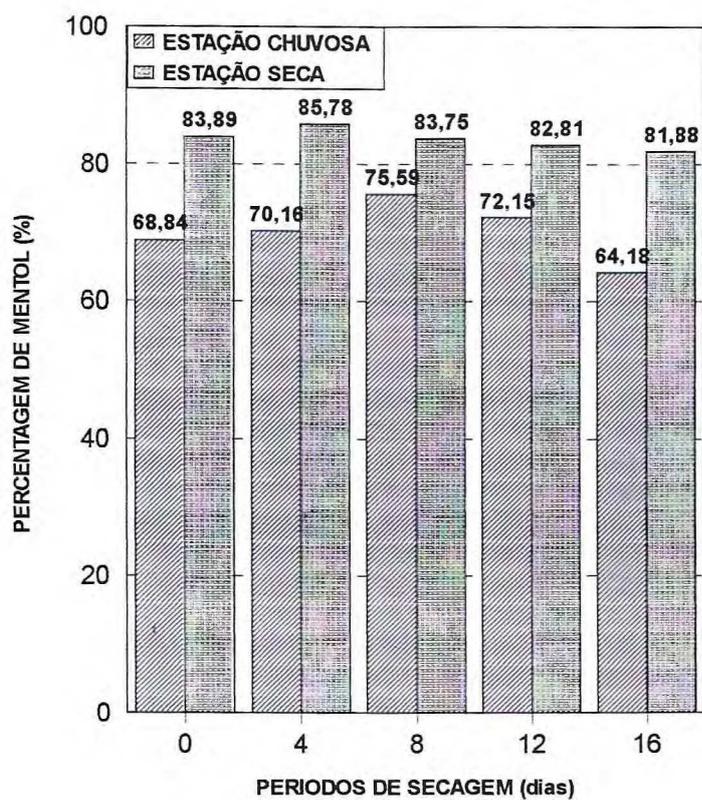


FIGURA 22- Percentagem do constituinte majoritário (mentol) do óleo essencial de hortelã-japonesa, *Mentha arvensis* L. var. *piperacens* Holmes, submetida a crescentes períodos de secagem em ambiente natural durante as estações chuvosa e seca. Pentecoste, CE, 1999.

TABELA 23 - Valores médios da temperatura e umidade relativa do ambiente de secagem natural da hortelã-japonesa, *Mentha arvensis* L .var. *piperacens* Holmes., durante as estações chuvosa e seca . Pentecoste, CE, 1999.

Períodos de Secagem (dias)	ÉSTAÇÃO CHUVOSA		ÉSTAÇÃO SECA	
	Temperatura °C	U.R. (%)	Temperatura °C	U.R. (%)
0	26,20	78,75	26,50	76,25
4	25,85	78,37	27,50	75,79
8	26,40	77,82	27,49	75,83
12	26,17	77,19	27,62	75,56
16	26,30	77,26	27,89	75,97

5 CONCLUSÕES

O estudo das características botânicas, agronômicas e fenológicas permitiu evidenciar que:

- a- A hortelã-japonesa é uma erva propagada por estaquia com porte ereto, raiz em cabeleira e caule tipo haste, onde folhas rômbeas foscas e lisas inseridas de forma oposta cruzada, constituindo uma folhagem perenifólia distribuída numa copa cônica, apresentando flores violáceas dispostas em umbela;
- b- Sua fase vegetativa é de 90 dias nas estações chuvosa e seca diferindo nestas estações quanto à reprodutiva, sendo mais longa na chuvosa (77 dias) que na seca (49 dias). Seu ciclo vital é mais tardio na estação chuvosa (167 dias) em relação à seca (139 dias);
- c- Na estação chuvosa apresenta maior altura, número de ramos, estolhões, folhas, área foliar total e peso seco total da planta;
- d- O comprimento e diâmetro dos ramos, bem como, o número total de dias para a diferenciação reprodutiva são iguais (10 dias) nas duas épocas estudadas, sendo a área foliar unitária superior (o dobro) na estação seca.

Nas condições edafoclimáticas em que foram conduzidos os demais experimentos pode-se concluir que:

- 1- A hortelã-japonesa apresenta correlação linear positiva entre produções de matéria seca e óleo essencial;
- 2- A cultura apresenta rendimentos superiores de óleo essencial e mentol quando plantada nos meses de junho a outubro;
- 3- Nas estações chuvosa e seca a hortelã-japonesa deve ser plantada no espaçamento de 0,60m x 0,20m, fazendo-se o primeiro corte aos 81 dias do plantio (111 dias de idade) e o segundo 75 dias após, para obtenção de máximo rendimento de mentol;
- 4- Por ocasião do plantio na estação chuvosa deve ser aplicado 6,0 kg de esterco bovino curtido por m² e na seca 5,0 kg ;
- 5- O tempo de secagem da hortelã-japonesa na estação chuvosa deve ser de 8 dias e na estação seca este intervalo deve ser de 4 dias

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALENCAR, J.W., CRAVEIRO, A.A., MATOS, F.J.A. Kovats indici as a presentation routine in mass estectro searches of voliaties. **Journal of Nature Produce** .London, n.47, p.890-892,1984.
- ALKIRE, B.H., SIMON, J.E. Response of midwestern peppermint (*Mentha piperita* L.) and native spearmint (*M.spicata* L.) to rate and form to nitrogen fertilizer. **Acta Horticulturae**, nº 426,p. 537:549, 1996.
- ALMEIDA, F.A., CABRAL, J.C.A., SILVA, L.A. **Como plantar e manter a horta medicinal**. Fortaleza: EMATERCE/SESA, 1996. 31p
- ANDRADE, F.M.C., CASALI, V.W.D. **Plantas medicinais e aromáticas: relação com o ambiente, colheita e metabolismo secundário**. Viçosa, UFV/DFT, 1999, 139p.p.61.
- BACCHI, E.M. Controle de qualidade de fitoterápicos. In: DISTASI, L.C. **Plantas medicinais: arte e ciência**. Botucatu: UNESP, 1996.p.169-86.
- BLANCO, M.C.S.G., MING, L.C., MARQUES, M.O.M., BOVI, O.A. Influência da temperatura de secagem no teor e na composição química do óleo essencial de alecrim. **Horticultura Brasileira**, v.18, splemento, p.901-903, 2000.
- BOUVERAT-BERNIER, J.P. Effect of frequency and stage of cutting on yields and quality of the essential oil of Hungarian peppermint. **Herba-gallica**, Clemille,v.17, p.49-64, 1989.
- BRITTEN, E.J., BASFORD, K.E. The effect of temperature on growth, oil yield and oil quality of japanese mint. **Annls of Botanyn**, Bangkok, v.58, n.5, p.729-736,1986.

- CASTRO, L.O., CHEMALE, V.M. **Plantas medicinais condimentares e aromáticas-** descrição e cultivo. Guaiuba: Agropecuária, 1995. 195p.
- CHALCHAT, J.C., GARRY, R.P., MICHET, A. Variation of the chemical composition of essential oil of *Mentha piperita* L. during the growing time. **Journal of essential oil research**, v.9, n,4, p.463-465, 1997.
- CHATTOPADHYAY, A., SUBRAHMANYAN, K. SINGH, D.V. Recycling of nutrients in japanese mint - assessment of soil fertility and yield. **Fertilizer Research**, v.35(3), p.177-181, 1993.
- CHIRIS, E.A. The cultivation of mints. **Parfums de France**, Mitcham, v.19, p. 151-159, 1925.
- CLARK, R.J., MENARY, R.C. The effect of irrigation and nitrogen on the yield and composition of peppermint (*Mentha piperita* L.). **Aust. J. Agric. Res.**, v.31, p.489-498, 1980.
- CORRÊA JÚNIOR, C. Influências das adubações orgânica e química na produção de camomila, *Chamomilla recutita*(L.) Rauschert e do seu óleo essencial. In: MING, L.C. (coordenador)... [et al.]. **Plantas medicinais aromáticas e condimentares: avanços na pesquisa agrônômica**. Botucatu: ENESP, 1998, v.II, p. 129-163
- CORRÊA JÚNIOR, C., MING, L.C., SCHEFFER, M.C. **Cultivo de plantas medicinais, condimentares e aromáticas**. Curitiba, PR: EMATER-Paraná, 1991. 151p.
- CRAGG, G.C., NEWMAN, D.J., SNADER, K.M. Natural products in drug discovery and development. **J. Nat. Prod.**, v.60, p.52-60, 1997.

- CRAVEIRO, A.A., FERNANDES, A.G., ANDRADE, C.H.S. MATOS, F.J.A., ALENCAR, J.W. de, MACHADO, M.I.L. **Óleos essenciais de plantas do Nordeste**. Fortaleza: UFC, 1981, 209p.p.9.
- CRUZ, G.A. **Desidratação de alimentos**. São Paulo, SP, 1990, 207p.
- CRUZ, G.F. **Desenvolvimento de sistema de cultivo para hortelã-rasteira (*Mentha x villosa* Huds.)**. Fortaleza, 1999. 35p. Tese (Mestrado em Agronomia, Universidade Federal do Ceará, 1999.).
- CZEPAK, M.P. **Produção de óleo bruto e mentol cristalizável em oito frequências de colheita de menta (*Mentha arvensis* L.)**. Piracicaba, 1995. 80p. Tese (Mestrado em Agronomia, Universidade de São Paulo, 1995).
- DURIYAPRAPAN, S., BRITTEN, E.J., BASFORD, K.E. The effect of temperature on growth, oil yield and oil quality of japanese mint. **Annals of botany**, v.58, p. 729-736, 1986.
- DURIYAPRAPAN, S.; BRITTEN, E.J.; BASFORD, K.E. The effect of temperature on growth, oil yield and quality of japanese mint. **Annals of Botany**, Reino Unido, v. 58, p.729 - 736, 1986.
- EHLERT, P.A.D., LUZ, J.M.Q., INNECCO, R., MATTOS, S.H. Influência do período de secagem no teor de óleo essencial de alfavaca-cravo. In; Workshop de plantas medicinais de Botucatu, 4, 2000, Botucatu, SP: **Anais...Botucatu: UNESP**, 2000, 45p., p.26.
- FAROOQI, A.H.A., SAMGWAN, N.S., SAMGWAN, R.S. effect of different photoperiodic regimes on growth, flowering and essential oil in *Mentha* species. **Plant Growth Regulation**, v.29(3), p.181-187, 1999.

- FREITAS, J.B.S., MATTOS, S.H., CHAVES, F.C.M., VASCONCELOS, G.S., INNECCO, R., MATOS, F.J.A. Horário de corte em Hortelã-japonesa (*Mentha arvensis* L.) In: Congresso brasileiro de olericultura, 37, 1997, Manaus. **Resumos...**Manaus SOB, 1997.
- GARCIA, E.S., SILVA, A.C.P., GILBERT, B., CORRÊA, C.B.V., CAVALHEIRO, M.V.S., SANTOS, R.R., TOMASINI, T. **Fitoterápicos**. Campinas: André Tosello, 1996, 17p.
- GASIC, O., MIMICA-DUKIC, N., ADAMOVIC, D. Variability of content and composition of essential oil of different *Mentha arvensis* L. var. piperacens cultivars. **Allumed Publishing Company**, v.4(1), p.49-56, 1992.
- GUENTHER, E. **The essential oils**. New York: D-van nostrand reinbold, 1949, 6v. v. 3 : Individual essential oils of the plant families Rutaceae and Labiatae.
- GUL, P. Seasonal variation of oil and menthol content in *Mentha arvensis* L. **Pakistan Journal of Forestry**, v.44,n.1,p. 16-20, 1994.
- GULLO, C., PEREIRA, C. A cura no jardim. In: **Revista Isto É**, 1513, 1998. São Paulo: Grupo Comunicação Três S.A., 1998, 122p., p.72.
- HEDGE, I.C. A global survey of the biogeography of tue Labiatae. In: HARLEY, R.M.; REYNOLDST., ed. **Advances in Labietae science**. Royal botanic gardens, kew, 1992, p.7.
- HEGNAVER, R. Verbreitung ätherischer öle im pflanzenreich. In: KUBECZA, K. - H.(ed.) **Vorkommen und analytik ätherischen öle**. Stuttgart: thieme, 1979.p.1-10.
- HUOPALAHTI, R., KESALANTI, E., LINKO, R.R. Effect of hot air and freeze drying on the volatile compound of dill (*Anethum graveolens* L.) Lerj. **J. Agric. Sci.**, v.57, p.133, 1985.

- INNECCO, R., MATTOS, S.H., CHAVES, F.C.M., CRUZ, G.F., ROCHA, M.F.A.
Determinação do período de secagem para hortelã-rasteira (*Mentha xvillosa* Huds.).
In: Congresso brasileiro de olericultura, 39, 1999, Tubarão, SC. ão, SC.
Resumos...Tubarão : SOB, 1999.
- JARDIM, D.C.P. Atividade de água em alimentos. In: Seminário sobre atividade de
água em alimentos, 1, 1987, **Resumos...** Campinas: 1987.
- KIEFER, H. Exploração de plantas aromáticas e óleos essenciais. In: Simpósio de óleos
essenciais, 1, São Paulo, 1985. **Anais.** Campinas, Fundação Cargill, 1986.p.15-20.
- KOKKINI, S. Essential oils as taxonomic markers in *Mentha*. In: HARLEY, R.M.,
REYNOLDS, T. (ed.) **Advances in Labiatae science.** KEW: Royal Botanic
Gardens,1992,568p. p.325.
- KOTHARI, S.K., SINGH, V.B. The effects of row spacing and nitrogen fertilization on
scotch mint (*Mentha gracilis*). **Allured Publishing Corporation**, v.7(3), p.287-
297, 1995.
- LAWRENCE, B. M.; MORTON, J. K. Cytological and chemical variation in *Mentha*
arvensis L. In: Congresso internacional de óleos medicinais, 5, 1971, Rio de
Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, v.44, p. 38.
- LAWRENCE, B.M. Chemical components of Labiatae oils ana their explotation. In:
HARLEY, R.M., REYNOLDS, T. (ed.) **Advances in labiatae science.** kew: Royal
Botanic Gardens, 1992.p. 399-436.
- LIMA, A.R., MOLLAN, T.R.M. Nova variedade de *Mentha arvensis* L. **Bragantina**,
Campinas, p. 1-12, 1952.

- MAIA, N.B. **Nutrição mineral, crescimento e qualidade do óleo da menta (*Mentha arvensis* L) cultivada em solução nutritiva**. Piracicaba, 1994. 69p. Tese (Mestrado em Agronomia, Universidade de São Paulo, 1994).
- MARTINS, E.R., CASTRO, D.M., CASTELLANI, D.C., DIAS, J.C. **Plantas medicinais**. Viçosa, MG: UFV, 1995. 220p.
- MARTINS, E.R., FIGUEREDO, L.S., CASALI, V.W.D. Secagem de alecrim (*Rosmarinus officinalis*) e hortelã-comum (*Mentha x villosa*) em câmara com desumidificador. In: Seminário Mineiro de Plantas Medicinais, 1, 1995, viçosa, MG. **Anais...** Viçosa : UFV, 1999.p.174.
- MATOS, F.J.A. **Farmácias vivas**, 3.ed, Fortaleza: UFC, 1998, 220p.p.123.
- MATTOS, J.K.A. **Plantas medicinais - aspectos agronômicos**. Brasília, DF: 51p.
- MATTOS, S.H., INNECCO, R., CRUZ, G.F. Determinação do número de cortes na hortelã-rasteira. **Horticultura brasileira**, v. 18, suplemento, p.995-996, 2000.
- MATTOS, S.H., INNECCO, R., CRUZ, G.F. Fenologia da açafroa nas condições edafoclimáticas do Ceará. **Horticultura brasileira**, v. 18, suplemento, p.999-1000, 2000.
- MING, L.C. Adubação orgânica no cultivo de *Lippia alba*(Mill)N.E.Br. Verbenaceae. In: MING, L.C. (coordenador)... [et al.]. **Plantas medicinais aromáticas e condimentares: avanços na pesquisa agronômica**. Botucatu: ENESP, 1998, v.I, p. 165-191.
- MISRA, A. Effect of zinc stress in japanese mint as related to growth, photosynthesis, chlorophyll contents and secondary plant products - the monoterpenes. **Photosynthetica**, v.26. n.2, p.225-234, 1992.

NAIR, A. K.; SUBRAMANYAM, K.; VERMA, B.S.; SINGH, D. V. Effect of level of fertility, iron and zinc on herbaye yield and menthol content of japonese mint (*Mentha arvensis* subsp. haplocalyx var. piperacens). **Indian journal of agricultural sciences**, New Delhi, 61 (8): 599-600, aug. 1991.

NASCIMENTO, M.M., MATTOS, S.H., CHAVES, F.C.M., MATOS, F.J.A., FREITAS, J.B.S, INNECCO, R. Fenologia da hortelã-rasteira (*Mentha x villosa* Huds.) In: Congresso Brasileiro de medicina e terapias naturais, II, 1996, Brasilia, DF. **Anais...**Brasilia: Instituto Médico Seraphis, 1996.p.83.

NASCIMENTO, M.M., MATTOS, S.H., CHAVES, F.C.M., MATOS, F.J.A., FREITAS, J.B.S, INNECCO, R. Determinações fenológicas do mentrasto (*Ageratum conyzoides* L.) nas estações seca e chuvosa do estado do ceará. In: Congresso Brasileiro de medicina e terapias naturais, II, 1996, Brasilia, DF. **Anais...**Brasilia: Instituto Médico Seraphis, 1996.p.88.

NASCIMENTO, M.M., MATTOS, S.H., CHAVES, F.C.M., MATOS, F.J.A., FREITAS, J.B.S, INNECCO, R. Fenologia do agrião-do-brejo (*Eclipta alba* Haask.) nas estações seca e chuvosa In: Congresso Brasileiro de medicina e terapias naturais, II, 1996, Brasilia, DF. **Anais...**Brasilia: Instituto Médico Seraphis, 1996.p.89.

NASCIMENTO, M.M., MATTOS, S.H., CHAVES, F.C.M., MATOS, F.J.A., FREITAS, J.B.S, INNECCO, R. Aspéctos fenológicos do confrei (*Synphytum officinale* L.) In: Congresso Brasileiro de medicina e terapias naturais, II, 1996, Brasilia, DF. **Anais...**Brasilia: Instituto Médico Seraphis, 1996.p.90.

NASCIMENTO, M.M., MATTOS, S.H., CHAVES, F.C.M., MATOS, F.J.A., FREITAS, J.B.S, INNECCO, R. Fenologia de duas ervas medicinais da familia Labiatae (*Coleus amboinicus* Lour e *Coleus barbatus* Benth) In: Congresso Brasileiro de medicina e terapias naturais, II, 1996, Brasilia, DF. **Anais...**Brasilia: Instituto Médico Seraphis, 1996.p.83.

- NEMENTH, E., PHAM, T.V. Vegetative propagation of four species of mentha. **Gartenbau wissenschaft**. German, v. 60 (1), p.34-37, 1995.
- NYKÄNEM, L., NYKÄNEM, I. The effect of drying on the composition of the essential oil of some Labiatae herbas cultivated in Finland. **Flavour Science and Technology**, p.83-88, 1987.
- OLIVEIRA, F. de, AKISSUE, G. **Fundamentos de Farmacobotânica**. São Paulo: Atheneu, 1993, 216p. p.61-63.
- Paraná. Secretaria de Estado da Agricultura-Departamento de Economia Rural. **Aspectos da cultura da menta no Paraná**: Curitiba, 1976. 22p.
- PARANÁ. Secretaria de Estado da Agricultura-Departamento de Economia Rural.: **menta** (*Mentha arvensis*) Curitiba, 1976. 39p.
- PIO CORRÊA, M. **Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas**, Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, 1926 - 1978. 6v.v.2.
- RABAK, F. The effect of cultural and climatic conditione on the yield and quality of peppermint oil. **Bulletin plant industry**. WASHINGTON, 80: 450-454, 1917.
- RAM, M., KUMAR, S. Leaf: stem ratio as a morphological indicator of crop maturity in menthol mint *Mentha arvensis*. **Journal of medicinal and aromatic plant sciences**, v.19 ,n.1, p.28-31,1997.
- RAM, M., KUMAR, S. Yield improvement in the regenerated transplanted mint *Mentha arvensis* L by recycling the organic wastes and manures. **Elsevier Science Limited**, v. 59(2/3), p. 141-149, 1997.
- RANDHAWA, G.S., KAUR, S. Optimization of harvesting time and row spacing for the quality oil in japanese mint (*Mentha arvensis* L.) varieties. **Acta Horticulturae**, wageningen, v.8, p.615-622, 1996.

- RAO, B.R.R. Biomass and essential oil yields of cormint (*Mentha arvensis* L. f. *piperacens holmes*) planted in different months in semi-arid tropical climate. **Industrial crops and products**, v.10(2), p.107-113, 1999.
- RAO, B.R.R. Proction potencial of improved genotypes of japanese mint in Andhra-Pradesh. **Bulletin Central Institute of Medicinal & Aromatic plants**. Andra-Pradesc, 32: 147-152, 1998.
- ROBBERS, J.E., SPEEDLE, M.K., TYLER, V.E. Pharmacognosy and pharmacobiotechnology. Baltimore: Williams & Wilkins, 1996,337p.
- SANTOS, S.R. Menta. In: FURLANI, A.M.C., VIEGAS, G.P., (ed). **O melhoramento genético de plantas no instituto agrônômico**. 19 ed. Campinas, Instituto Agrônômico, 1993, v.1, cap.9, p.355 -62.
- SAXENA, A., SINGH, J.N. Effect of irrigation, mucch and nitrogen on yield and composition of japanese mint (*Mentha arvensis* L.) oil. **Indian Journal ao Agronomy**, v.43(1), p.179-182,1998.
- SCHEFFER, M.C. Influência da adubação orgânica sobre a biomassa, rendimento e composição do óleo essencial de *Aclillea millefolium* - mil-folhas. In: MING, L.C. (coordenador)... [et al.]. **Plantas medicinais aromáticas e codimentares: avanços na pesquisa agrônômica**. Botucatu: ENESP, 1998, v.I, p. 01-22.
- SHAH, S.C. & GUPTA, L.K. Response of *Mentha* species to different harvesting intervals. **Progressive horticulture**, Almora, 21:148-150, 1989.
- SHANKER, S., AJAYAKUMAR, P.V., SANGWAN, N.S., KUMAR, S., SANGWAN, R.S. Essential oil gland number and ultrastiweture during *Mentha arvensis* leaf ontogeny. **Biologia plantarum**, v.42(3), p.379-387, 1999.

- SILVA, F. da, CASALI, V.W.D. **Plantas medicinais e aromáticas: pós-colheita e óleos essenciais.** Viçosa, UFV/DFT, 2000. 135p.
- SILVA, F., CASALI, V.W.D., ANDRADE, N.J. Qualidade pós-colheita de três plantas medicinais armazenadas em três embalagens. In: IX Simpósio de plantas medicinais do Brasil. **Anais...**Águas de Lindóia, SP, 1998, p.192.
- SILVA, S.M.P. Arnica de campos rupestres *Lychnophora pinaster* Mart. Asteraceae - Aspectos da fenologia e da germinação de aquênios. In: MING, L.C. (coordenador)... [et al.]. **Plantas medicinais aromáticas e condimentares: avanços na pesquisa agronômica.** Botucatu: ENESP, 1998, v.II, p. 01-18.
- SIMÕES, C.M.O.; SPITZER, V. **Óleos voláteis.** In: SIMÕES, C.M.O., SCHENKEL, E.P., GOSMANN, G., MELLO, J.C.P., MENTZ, L.A., PETROVICK, P.R., ed. **Farmacognosta: da planta ao medicamento.** 1 ed. Porto Alegre/ Florianópolis, Ed. da UFSC/ Ed. da UFRGS, 1999, 821p.p. 387-415.
- SINGH, M., SINGH, V.P., SINGH, D.V. Effect of planting time on growth, yeld and quality of spearmint (*Mhenthia spicata* L.) under subtropical climate of central uttar pradesh. Allured publishing corporation, v.7(6), p.621-626, 1995.
- SINGH, S.P., CHAND, L., NEGRI, S., SINGH, A.K. **Antibacterial and antifungal activities of *Mentha arvensis* essential oil.** Milano: fitoterapia, 1992, v.63, p.76-78.
- SOUSA, C.F., BEZERRA, A.M.E. Aspéctos fenológicos da macela (*Egletes viscosa* Cass.) nas condições edafoclimáticas de Terezina-PI. In: Encontro universitário de iniciação à pesquisa, 6, 1997. Terezina. **Resumos...**Terezina: UFPI-PRPG, p.32, 1997.

- SOUSA, M.P.de, MATOS, M.E.O., MATOS, F.J.A., MACHADO, M.I.L., CRAVEIRO, A.A. **Constituintes químicos ativos de plantas medicinais brasileiras**. Fortaleza: UFC, 1991, 416p.p.317.
- SRIVASTAVA, N.K., LUTHRA, R. Relationship between photosystematic carbon metabolism and essential oil biogenesis in peppermint under Mn-stress. **Journal of experimental botany**, v.45, n.277, p.1127-1132, 1994.
- TÁVORA, F.J.A.F. *et alli*. Comportamento de cultivares de mandioca com diferentes características foliares. **Revista Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v.17, n.3, p.417 - 431, 1982.
- TOPALOV, V., ZHELYAKOV, V. Effect of harvesting on the yield of fresh material, essential oil, and planting material from *Mentha piperita* L. and *Mentha arvensis* L. **Herba-Hungarica**, Plovdiv, v.50, p.60-67, 1991.
- VOIRIN, B., BRUN, N., BAYET, C. Long dry effect in monoterpene composition in *Mentha x piperita* leaf. **Phytochemistry**, London, Great Britain, v.29, n.3, p.749, 1990.
- VON HERTWING, I.F. **Plantas aromáticas e medicinais**: plantio, colheita, secagem, comercialização. São Paulo: Icone, ed.2, 1991, 414p.
- WHITE, J.G.H., ISKANDAR, S.H., BARNES, M.F. Peppermint effect of time of harvesting on yield and quality of oil. **New Zealand Journal of Experimental Agriculture**, canterbury, v.15, p.73-79, 1987.
- YADAV, R.L., MOHAM, R., RAM, M. Yield and quality of essential oil of japanese mint as affected by N-rates and row-spacing. **Mandras Agri. J.**, v.70(7), p.454-457, 1983.

ZHELYAKOV, V TOPALOV, V. Effect of planting time and dencity on yields from rooted mint cuttings. **Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants.**, v.14, n.3, p.15-24, 1996.

ZHELYAKOV, V., MARGINA,A. Effect of increasing doses of fertilizer application on quantitative and qualitative characters of mint. **Acta Horticultural,** wageningen, v.14, p.579-592, 1996.

ANEXOS

TABELA A1- Precipitação anual e a média histórica dos últimos 29 anos,
PENTECOSTE-CE, 1999

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	SOMA	MÉDIA
70	44,5	24,5	220,1	134,3	17,6	10,5	10,5	0	0	0	17,1	1,9	481	40,08
71	40,8	99,4	152,4	159,8	140	85,3	57,3	4	1,4	17	0,5	2,6	760,5	63,38
72	34,1	102,1	125,2	175,2	105,6	77,6	34,5	13,3	0	1,5	0	5,9	675	56,25
73	71,6	225,3	231,3	309,7	107,9	67,9	70,5	3,3	14	0	1,1	14,2	1117	93,07
74	203,6	233,7	449,6	459,4	485,7	101,3	4,2	0	11,4	17,2	0	90,4	2057	171,38
75	31	121,8	152,8	210,7	194,3	60,2	102,8	3,4	22,4	1,2	3,4	39,1	943,1	78,59
76	43,6	168,8	129,4	112,4	21	9,2	15,6	4,2	0	6,8	17,8	0	528,8	44,07
77	216,2	206,6	163,2	145,2	82,6	101	49	5,2	1	0	4,4	24,8	999,2	83,27
78	8,6	120,6	388,6	163	52,6	30,6	91	11,2	0	3,3	6	6,8	882,3	73,53
79	80,4	56,4	143,8	118,8	108,2	26,8	4,2	4,8	6	0,2	2,4	2,8	554,8	46,23
80	63,6	176,5	110	49	34,4	21	3,4	0,4	1,8	8,4	0	1,6	470,1	39,18
81	40,8	32,6	327,6	64	33,8	3,8	0,2	0	0	0	0,4	52,4	555,6	46,30
82	49,8	64,4	230	163	60,4	41	19,1	0	0,7	3	0	1,3	632,7	52,73
83	4,4	59,2	110,4	84,2	16,7	11,8	0	0,8	0	7,4	0	2,2	297,1	24,76
84	21,8	104,8	198	190	182,2	86	43,2	3,8	2,6	10,2	0,2	25,4	868,2	72,35
85	232,6	310	301,8	290,6	98,2	94	51,4	0,8	14,8	0,8	0,4	90,4	1486	123,82
86	92	235,8	287,4	262	144,2	100,2	23,7	8,6	0	2,6	8,8	27	1192	99,36
87	10,8	44,8	273,1	47	4,8	149,4	15,7	0	5,6	0	0	0	551,2	45,93
88	75,5	98	241,1	280	157,2	37,8	20,6	1,2	0	1,2	6,8	25,2	944,6	78,72
89	29,8	106,2	170,9	424,6	108	100,2	190	11,2	1	0	3,2	116,6	1262	105,14
90	5,2	100,4	12,6	152,6	8,6	20,8	32,4	2,2	1	0	5	0,4	341,2	28,43
91	79,8	139	219	148,6	82	11,2	10,2	0,2	0	0	3,4	0	693,4	57,78
92	27,2	202,8	163,3	85,9	20	23,2	12,5	2,4	2,4	8,3	0	0	548	45,67
93	25,7	25,2	174,9	20,8	21,6	13,7	52,2	3,2	1,4	1	1	15,4	356,1	29,68
94	86,7	234,4	168	178,7	175,9	133,5	33	0	4,8	0	0,8	30	1046	87,15
95	67,7	55,4	165,6	236,2	178	17,9	39,7	0	0	0	0	0	760,5	63,38
96	110,8	87,2	253,4	240	120,8	10,4	17,4	18,6	0,8	2,8	0	0	862,2	71,85
97	7	35,2	117,1	196,6	84	0	0,4	14,6	0	0	3,2	19,5	477,6	39,80
98	50,8	59,8	142,6	107,4	26,4	10,6	18,8	2	0	2	0	5	425,4	35,45
99	0	169	194,2	84,4	137,8	0	0,1	0	9	1	0	20,6	616,1	51,34

FONTE: Departamento de Engenharia Agrícola do Centro de Ciências Agrárias da UFC

TABELA A2- Médias mensais da temperatura, umidade relativa e insolação nos anos de condução dos experimentos PENTECOSTE-CE, 1999

MESES	TEMPERATURA °C			UMIDADE RELATIVA (%)			INSOLAÇÃO (horas luz/dia)		
	97	98	99	97	98	99	97	98	99
Janeiro	28.7	27.6	27.9	67	78	55	8.17	5.49	7.54
Fevereiro	28.4	27.8	26.8	65	78	76	8.55	7.09	5.90
Março	27.9	28.0	25.9	73	78	87	7.04	6.87	5.10
Abril	26.4	28.5	26.0	84	75	86	6.38	8.26	5.63
Mai	25.8	28.7	25.6	81	92	88	6.43	7.79	5.88
Junho	26.3	28.1	25.4	69	80	77	9.08	7.27	7.93
Julho	27.1	28.0	26.7	62	61	64	8.88	11.45	8.47
Agosto	27.3	28.2	27.6	62	59	59	9.43	9.56	9.73
Setembro	27.4	27.4	27.8	63	56	60	10.20	10.36	10.07
Outubro	27.8	28.6	27.9	61	60	74	10.06	10.37	10.01
Novembro	28.1	27.6	27.4	64	61	57	9.60	9.12	8.74
Dezembro	28.2	28.3	28.1	68	65	69	8.99	8.60	7.35

FONTE: Departamento de Engenharia Agrícola do Centro de Ciências Agrárias da UFC

TABELA A3- Dados referentes às análises químicas do solo do experimento de adubação orgânica nas estações chuvosa e seca. Pentecoste, CE, 1998.

Determinações	Resultados nos diferentes níveis de adubo orgânico (kg.m ⁻²)									
	Estação chuvosa					Estação seca				
	0	2	4	6	8	0	2	4	6	8
Fósforo (µg/cm ³)	36 5	110	412	552	664	148	277	173	263	331
Potássio (µg/cm ³)	94	147	117	121	176	68	113	86	141	121
Cálcio+Magnésio (meq/100cm ³)	10. 6	17.5	11.6	11.4	13.6	5.9	7.6	6.7	7.5	7.7
Cálcio (meq/100cm ³)	8.0	10.6	8.4	8.2	9.5	3.3	4.2	4.0	4.5	4.8
Alumínio (meq/100cm ³)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sódio (µg/cm ³)	11 3	134	142	134	144	95	103	90	150	204
pH	7.4	6.7	7.6	7.7	7.0	7.5	7.5	7.7	7.6	7.6

FONTE: Laboratório de Solos do Centro de Ciências Agrárias da UFC.