



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROECOSSISTEMAS



**ESTUDO DIALÉLICO DE COMPONENTES DE  
RENDIMENTO E CONSTITUINTES QUÍMICOS DO ÓLEO  
ESSENCIAL DE MANJERICÃO (*Ocimum basilicum* L.).**

**YVESMAR RESENDE SANTA ROSA**

**2010**



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROECOSSISTEMAS**



**YVESMAR RESENDE SANTA ROSA**

**ESTUDO DIALÉTICO DE COMPONENTES DE RENDIMENTO E  
CONSTITUINTES QUÍMICOS DO ÓLEO ESSENCIAL DE MANJERICÃO  
(*Ocimum basilicum* L.).**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Sergipe, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Agroecossistemas, área de concentração Sustentabilidade em Agroecossistemas, para obtenção do título de “Mestre”.

Orientador

Prof. Dr. Arie Fitzgerald Blank

SÃO CRISTÓVÃO  
SERGIPE-BRASIL  
2010

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**

Rosa, Yvesmar Resende Santa  
R788e      Estudo dialélico de componentes de rendimento e constituintes  
químicos do óleo essencial de manjeriço / Yvesmar Resende Santa  
Rosa. – São Cristóvão, 2010.  
21 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) – Programa de Pós-  
Graduação em Sustentabilidade em Agroecossistemas, Universidade  
Federal de Sergipe, 2010.

Orientador: Prof. Dr. Arie Fitzgerald Blank

1. Óleos essenciais. 2. Capacidade de combinação. 3. Manjeriço. 4.  
*Lamiaceae*. I. Título.

CDU: 665.347.4

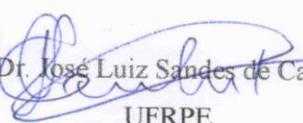
YVESMAR RESENDE SANTA ROSA

**ESTUDO DIALÉTICO DE COMPONENTES DE  
RENDIMENTO E CONSTITUINTES QUÍMICOS DO ÓLEO  
ESSENCIAL DE MANJERICÃO (*Ocimum basilicum* L.).**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Sergipe, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Agroecossistemas, área de concentração Sustentabilidade em Agroecossistemas, para obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 11/12/2010

  
Prof. Dra. Renata Silva Mann  
UFS

  
Prof. Dr. José Luiz Sandes de Carvalho Filho  
UFRPE

  
Prof. Dr. Anne Fitzgerald Blank  
UFS

SÃO CRISTÓVÃO  
SERGIPE-BRASIL

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, por guiar meus caminhos dando-me força, proteção e paz.

Aos meus pais, Ancílio Santa Rosa e Vanistela Menezes Rezende Santa Rosa, que serei sempre grato por tudo que eles fazem por mim.

Às minhas irmãs, Yonara, Ynaiara e Ytamara, aos meus tios e tias, primos e primas e, em especial, a minha namorada, Vivian, que me dá bastante força, coragem, ajudando demais durante esse período como mestrando, a qual me ajudou até em trabalhos de campo. Tenho muito que agradecer a esta grande companheira.

Agradeço aos professores Arie Fitzgerald Blank, Maria de Fátima Arrigoni-Blank por passarem seus conhecimentos àqueles que fazem parte do grupo de pesquisa e aos seus alunos desta Universidade que tenho bastante orgulho. Sempre serei grato pelo apoio recebido pelo professor Arie, meu muito obrigado.

Aos colegas de trabalho do Grupo de Plantas Mediciniais, Aromáticas, Condimentares e Olerícolas (GPMACO), por fazerem deste, um grupo de sucesso com excelentes publicações.

Também quero agradecer aos professores José Luiz Sandes de Carvalho Filho e Renata Silva Mann por aceitarem fazer parte da banca examinadora e contribuírem com o desenvolvimento de mais um projeto científico.

A CAPES, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, a qual tem relevante participação na propagação do conhecimento e formação acadêmica de diversas pessoas.

**SUMÁRIO**

	Página
RESUMO .....	viii
ABSTRACT .....	ix
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	2
2.1. Origem, Botânica e Usos .....	2
2.2. Capacidade Geral e Específica de Combinação.....	3
3. METODOLOGIA .....	7
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	9
4.1. Caracteres Morfológicos e Agronômicos .....	9
4.2. Constituintes Químicos dos Óleos Essenciais .....	14
5. CONCLUSÕES .....	16
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	16

## LISTA DE TABELAS

	Página
TABELA 1. Resumo do modelo da análise de variância .....	8
TABELA 2. Análise de variância (quadrados médios) e os componentes quadráticos da capacidade geral de combinação ( ), da capacidade específica de combinação ( ) e da relação para os caracteres altura de planta (A.P.), diâmetro de copa (D.P.), comprimento foliar (C.F.), largura foliar (L.F.), massa seca foliar (M.S.F.), rendimento de óleo essencial (R.O.), teor de óleo essencial (T.O.), linalol (LI), nerol (NE), neral (NER), geraniol (GE), geranial (GER), $\beta$ -cariofileno ( $\beta$ -CA), $\alpha$ -trans-bergamoteno ( $\alpha$ -TRANS-B), $\alpha$ -epi-cadinol ( $\alpha$ -EPI-CA), 1,8-cineol (1,8-CI), (Z)-cinamato de metila ((Z)-C.M.), (E)-cinamato de metila ((E)-C.M.), metil chavicol (M.CH.), no cruzamento dialélico 4 x 4 em manjeriço ( <i>Ocimum basilicum</i> ). São Cristóvão-SE, UFS, 2010.....	11
TABELA 3. Valor da Heterose (%) dos 19 caracteres avaliados em 4 parentais e 6 híbridos de manjeriço ( <i>Ocimum basilicum</i> L.) para as variáveis altura de planta(A.P.), diâmetro de copa (D.P.), comprimento foliar (C.F.), largura foliar (L.F.), massa seca foliar (M.S.F.), rendimento de óleo essencial (R.O.), teor de óleo essencial (T.O.), linalol (LI), nerol (NE), neral (NER), geraniol (GE), geranial (GER), $\beta$ -cariofileno ( $\beta$ -CA), $\alpha$ -trans-bergamoteno ( $\alpha$ -TRANS-B), $\alpha$ -epi-Cadinol ( $\alpha$ -EPI-CA), 1,8-cineol (1,8-CI), (Z)-cinamato de metila ((Z)-C.M.), (E)-cinamato de metila ((E)-C.M.), metil chavicol (M.CH.), no cruzamento dialélico 4 x 4 em manjeriço ( <i>Ocimum basilicum</i> ). São Cristóvão-SE, UFS, 2010.....	11
TABELA 4. Médias de quatro parentais e seis híbridos de manjeriço ( <i>O. basilicum</i> L.) para os caracteres altura de planta(A.P.), diâmetro de copa (D.P.), comprimento foliar (C.F.), largura foliar (L.F.), massa seca foliar (M.S.F.), rendimento de óleo essencial (R.O.), teor de óleo essencial (T.O.), linalol (LI), nerol (NE), neral (NER), geraniol (GE), geranial (GER), $\beta$ -cariofileno ( $\beta$ -CA), $\alpha$ -trans-bergamoteno ( $\alpha$ -TRANS-B), $\alpha$ -epi-Cadinol ( $\alpha$ -EPI-CA), 1,8-cineol (1,8-CI), (Z)-cinamato de metila ((Z)-C.M.), (E)-cinamato de metila ((E)-C.M.), metil chavicol (M.CH.), no cruzamento dialélico 4 x 4 em manjeriço ( <i>Ocimum basilicum</i> ). São Cristóvão-SE, UFS, 2010.....	12

TABELA 5.	Estimativas dos efeitos das capacidades geral e específica de combinação para os caracteres altura de planta(A.P.), diâmetro de copa (D.P.), comprimento foliar (C.F.), largura foliar (L.F.), massa seca foliar (M.S.F.), rendimento de óleo essencial (R.O.), teor de óleo essencial (T.O.), linalol (LI), nerol (NE), neral (NER), geraniol (GE), geranial (GER), $\beta$ -Cariofileno ( $\beta$ -CA), $\alpha$ -trans-bergamoteno ( $\alpha$ -TRANS-B), $\alpha$ - epi-Cadinol ( $\alpha$ -EPI-CA), 1,8-cineol (1,8-CI), (Z)-Cinamato de metila ((Z)-C.M.), (E)-Cinamato de metila ((E)-C.M.), Metil chavicol (M.CH.) , no cruzamento dialélico 4 x 4 em manjeriçãõ ( <i>Ocimum basilicum</i> ). São Cristóvão-SE, UFS, 2010 .....	13
-----------	--	----

## RESUMO

ROSA, Yvesmar Resende Santa. **Estudo dialélico de componentes de rendimento e constituintes químicos do óleo essencial de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.)**. São Cristóvão: UFS, 2010. 24p. (Dissertação – Mestrado em Agroecossistemas). Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE.

Este trabalho teve como objetivo estimar a Capacidade Geral e Específica de Combinação de manjeriço, analisando o teor de óleo essencial e dos principais compostos químicos no óleo essencial. O experimento foi conduzido na Estação Experimental "Campus Rural da UFS", localizado no município de São Cristóvão, Sergipe. Quatro cultivares com composição química divergentes foram escolhidas e realizou-se os cruzamentos dialélicos. As sementes F<sub>1</sub> e os parentais foram plantadas em blocos casualizados, com três repetições. Os dados foram submetidos à análise dialélica de Griffing modelo 2 e as médias foram agrupadas pelo teste de Skott-Knott ( $p \leq 0,05$ ). Avaliou-se as seguintes características: altura de planta, diâmetro de copa, comprimento e largura de folha, massa seca de folha, teor e rendimento de óleo essencial e o teor dos principais constituintes químicos. A análise de variância para a capacidade de combinação mostrou que os efeitos da Capacidade Geral de Combinação (CGC) apresentou diferenças significativas e que os efeitos da Capacidade Específica de Combinação (CEC) dos cruzamentos foram significativos, exceto para comprimento e largura de folha. Para quase todas as características ambos, efeitos aditivos e não aditivos, influenciaram a performance dos híbridos.

Palavras-chaves: *Ocimum basilicum*, efeitos aditivos e não aditivos, capacidade geral de combinação, capacidade específica de combinação.

---

Comitê Examinador: Arie Fitzgerald Blank – UFS (Orientador), Renata Silva Mann – UFS e José Luiz Sandes de Carvalho Filho – UFRPE.

## ABSTRACT

ROSA, Yvesmar Resende Santa. **A diallel study of yield components and chemical constituents of the essential oil of basil (*Ocimum basilicum* L.)**. São Cristóvão: UFS, 2010. 24p. (Thesis - Master of Science in Agroecosystems). Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão-SE, Brazil)

The aim of this work was to estimate the General and Specific Combining Ability of basil, analyzing yield components and the main chemical compounds of the essential oil. The experiment was conducted at the Research Farm "Campus Rural da UFS", located in the São Cristóvão county, Sergipe. Four cultivars with different chemical compositions were chosen to realize diallel crosses. The F<sub>1</sub> seeds and the parents were planted in field using a complete randomized block design, with three replications. The data were submitted to the diallel analysis of Griffing model 2 and the means were grouped using the Scott-Knott test ( $p \leq 0.05$ ). The following characteristics were evaluated: plant height, crown diameter, length and width of leaves, dry weight of leaves, essential oil content and yield, and the content of the main chemical compounds. The analysis of variance for the combining ability showed that the General Combining Ability (GCA) effects presented significant differences and that the Special Combining Ability (SCA) effects of the crosses were significant, except for the length and width of leaves. For almost all characters both additive and non-additive effects influenced the performance of hybrids.

**Keywords:** *Ocimum basilicum*, additive effects, non additive effects, general combining ability specific combining ability.

---

Examination Committee: Arie Fitzgerald Blank – UFS (Orientador), Renata Silva Mann – UFS e José Luiz Sandes de Carvalho Filho – UFRPE.

## 1. INTRODUÇÃO

O manjeriço é subspontâneo em todo o Brasil, onde é um importante vegetal do qual extrai óleo essencial, ocupando um lugar preponderante nos mercados de farmácia, perfumaria, cosméticos, na indústria agroalimentícia e na medicina alternativa. Para esta espécie há uma grande variedade de manjeriços cultivados, levando-se a obter muitas vezes áreas com diferentes quimiotipos, ou seja, manjeriços com diferentes composições químicas. Apesar da alta variabilidade genética presente no gênero *Ocimum*, há poucos trabalhos com as espécies que compõem tal ordem taxonômica.

As maiores concentrações de espécies de *Ocimum basilicum* L. estão no Sudeste Asiático e na África Central, sendo que o manjeriço tipo Europeu é o quimiotipo considerado de melhor qualidade e do mais fino cheiro, tendo como componente majoritário o linalol (Simon, 1990). A qualidade da planta de manjeriço é definida pela composição de seu óleo essencial (Carvalho Filho et al., 2006).

O desenvolvimento de uma nova cultivar, com alto teor de linalol, por exemplo, é um dos principais objetivos de um programa de melhoramento genético. Desde o ano de 2000, o programa de melhoramento genético da Universidade Federal de Sergipe vem realizando ensaios de avaliação de acessos de manjeriço com o objetivo de identificar materiais com alta produção de óleo essencial rico em linalol e, no ano de 2007, foi lançada a cultivar Maria Bonita para cultivo no Nordeste brasileiro. (Blank et al., 2007).

O sucesso do programa de melhoramento está diretamente relacionado com a escolha criteriosa do material a ser cruzado. Entre outros fatores, essa decisão depende dos caracteres a serem melhorados, do tipo de herança dos caracteres e da fonte de germoplasma disponível. Depois da escolha dos parentais, devem-se identificar as melhores combinações híbridas para selecionar um híbrido superior aos pais para uma determinada característica. Parentais com grande diversidade genética, ao serem cruzados, tendem a mostrar alta heterose, enquanto que àqueles que possuem um estreitamento genético terá baixo efeito de heterose. Esses cruzamentos são realizados através de análises como a de cruzamentos dialélicos que auxilia na escolha dos genitores com base nos seus valores genéticos e, principalmente, considerando a sua capacidade de se combinarem em híbridos que produzam populações segregantes promissoras. Através desta análise, é possível conhecer o controle genético dos caracteres, que orienta na condução das populações segregantes e na seleção. Um cruzamento proveniente de parentais com os maiores valores para a capacidade geral de combinação deve ser potencialmente superior para a seleção de linhagens (Ramalho et al., 1993; Cruz e Regazzi, 1994).

O objetivo deste trabalho foi estimar a Capacidade Geral e Específica de Combinação determinando os cruzamentos promissores de manjeriço como primeiro passo para um programa de melhoramento genético a fim obter híbridos comerciais e populações segregantes para seleção de linhagens.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Origem, Botânica e Usos

O manjeriço (*Ocimum basilicum* L. - Lamiaceae) é originário do Sudeste da Ásia e África Central e é subespontâneo em todo o Brasil (Braga, 1976; Hertwig, 1986).

A nomenclatura botânica correta para as espécies e variedades do gênero *Ocimum*, do qual o manjeriço comercial está incluído, está sendo de grande interesse, já que mais do que 60 espécies e formas foram relatadas, tornando questionável a verdadeira identidade botânica do manjeriço citado em algumas literaturas. A dificuldade em classificar mais de 60 variedades de *Ocimum basilicum* L. pode ser atribuída à característica polimórfica da planta e polinização cruzada, resultando em grande número de subespécies, variedades e formas. A polinização cruzada pode variar entre 32% (Nation et al., 1992) a 66% (Krishnan, 1981). Por esse motivo a qualidade de uma planta de manjeriço é geralmente definida pelas características químicas do seu óleo essencial e pela origem geográfica da cultura.

De acordo com Oliveira et al. (1998) a espécie *O. basilicum* tem  $2n=54$  cromossomos, discordando de Nation et al. (1992) e Harley e Heywood (1992), onde foi relatada que essa espécie (manjeriço europeu ou doce) tem  $2n=48$  cromossomos. Assim, é possível notar as dificuldades existentes na classificação botânica de *O. basilicum*, que muitas vezes apresenta características morfológicas parecidas e quimiotipos diferentes.

*O. basilicum* é uma espécie herbácea, anual ou perene, aromática, até 1 m de altura de caule muito ramificado com ramos quadrangulares ou pubescentes, pilosos, podem ter o formato de sua copa como taça, arredondada ou irregular (Blank et al., 2004). As folhas são pecioladas, opostas, ovaladas ou ovadolanceoladas, denteadas ou quase inteiras, glabras, pequenas e de coloração verde ou púrpura. As flores numerosas e sésseis estão aglomeradas no ápice dos ramos e dispostas em espigas ou ráculos curtos, apresentando cores diversas de acordo com a variedade: brancas, branco-amareladas, róseas, purpúreas, avermelhadas, lilases. O fruto é um aquênio que resulta em sementes oblongas, preto-azuladas e pequenas (Hertwig, 1986).

De acordo com Morales e Simon (1996), o manjeriço pode ser cultivado como: planta medicinal, condimento ou tempero culinário; fonte de óleo essencial para uso em alimentos, aromatizantes e fragrâncias; e planta ornamental em jardins e vasos. A indústria de perfumes, sabonetes e shampoos consomem uma grande parte de óleo essencial produzido no mundo. As folhas verdes e aromáticas são utilizadas frescas ou dessecadas como aromatizantes ou condimentos em molhos, carnes cozidas, decoração de saladas, verduras, frango, vinagrete, confeitarias e licores.

O manjeriço é uma planta usada, hoje em dia, mais para fins aromáticos do que medicinais. Tanto para fins aromáticos como medicinais utilizam-se os ápices com inflorescência e as folhas retiradas dos ramos, frescas ou dessecadas. O óleo essencial obtido por destilação das plantas frescas ou secas é muito usado em perfumaria e para fins aromáticos (Hertwig, 1986).

As espécies do gênero *Ocimum* são muito utilizadas e valorizadas em razão de seu óleo essencial apresentar diversos constituintes de interesse. Entre as espécies e os quimiotipos mais desejados pelo mercado está o *O. basilicum*, manjeriço, do tipo Europeu, Francês ou Doce, considerado de melhor qualidade e do mais fino cheiro, tendo como componente majoritário o linalol (Simon, 1990), largamente utilizado como composto de partida para a síntese do acetato de linalila (Chaar, 2000) e testado como bactericida, fungicida (Belaiche et al., 1995) e acaricida (Prates et al., 1998). Na medicina tem sido aplicado, com sucesso, como sedativo (Elisabetsky et al., 1995;

Sugawara et al., 1998), anticonvulsivo (Elisabetsky et al., 1999), antinociceptiva (Venâncio, 2006) e mais recentemente foi comprovada sua potencial atividade anti-giardial (Almeida et al., 2007).

Vários fatores influenciam na produção do seu principal produto o óleo essencial, desde a cultivar utilizada até o método de plantio e colheita utilizados (Kamada et al., 1999). Estudos demonstram que acessos de *Ocimum* coletados no Brasil apresentam óleos essenciais com diferentes composições (Vieira e Simon, 2000), outros estudos demonstram a influência da cobertura morta (Loughrin e Hasperbauer, 2001), da altura da planta (Miele et al., 2001) e estágio de desenvolvimento da planta (Bahl et al., 2000), o tipo de cultivo, (Fernandes et al., 2004), e das épocas e dos horários de colheita (Silva et al., 2003) sobre o teor e a composição química do óleo essencial; nesse sentido, tem-se estudado todas as fases de desenvolvimento no sistema produtivo para obter resultados satisfatórios no menor espaço de tempo (Rosas et al., 2004).

Para extrair o óleo essencial da planta poderão ser utilizados três métodos: a hidrodestilação, destilação a vapor e extração por solventes (Guenther, 1972). No trabalho realizado por Charles e Simon (1990), os teores dos constituintes químicos foram semelhante quando usaram a hidrodestilação e a destilação a vapor, aumentando ligeiramente a quantidade de óleo essencial na destilação a vapor. Esses autores chegaram a recomendar a hidrodestilação para extração de óleo essencial em manjeriço por causa da maior facilidade em relação à extração por vapor. A extração de óleo essencial de manjeriço por solventes mostrou-se ineficiente, tanto na quantidade inferior de óleo essencial extraída, como nos teores diferenciados dos componentes químicos no óleo.

## 2.2. Capacidade Geral e Específica de Combinação

A decisão mais importante do melhorista é a escolha dos genitores para o programa de hibridação (Ramalho et al., 1993). Isto porque o sucesso do programa está diretamente relacionado com a escolha criteriosa do material a ser cruzado. Entre outros fatores, essa decisão depende dos caracteres a serem melhorados, do tipo de herança dos caracteres e da fonte de germoplasma disponível (Fehr, 1987). A variabilidade genética, fonte primária dos estudos genéticos, causa da adaptação e evolução das espécies, e base para o sucesso de qualquer programa de melhoramento foi constatada por Blank et al. (2004) ao caracterizar 55 acessos de *Ocimum* sp. Esses autores observaram variações genóticas em relação ao teor e rendimento do óleo essencial com genótipos promissores para um programa de melhoramento. O conhecimento da variabilidade genética existente, através de parâmetros genéticos como herdabilidade, coeficiente de correlação genética e as implicações dos efeitos ambientais sobre estas estimativas, refletidas na interação genótipo x ambiente, é de fundamental importância em qualquer programa de melhoramento.

O manjeriço é uma planta autógama, mas por possuir certa polinização cruzada, apresenta elevada variabilidade genética. Entretanto, para que esta variabilidade possa ser utilizada com maior eficiência, é necessário o conhecimento das relações genéticas entre genótipos para servir de base para a tomada de decisões na escolha das melhores combinações genéticas. Tais combinações dão origem às populações segregantes, que são o alvo de seleção. A escolha dos genitores apenas com base em caracteres desejáveis (“per se” só) é insuficiente para assegurar a obtenção de progênies com elevada frequência de segregantes transgressivos. É necessário, portanto, que os genótipos utilizados nos cruzamentos evidenciem capacidade combinatória em nível expressivo para produzirem, em alta frequência, recombinações favoráveis (Allard, 1999).

Normalmente, a obtenção de híbridos experimentais é feita a partir de cruzamentos entre diversas linhagens em um esquema denominado de cruzamentos dialélicos, ou seja, quando se realizam todos os cruzamentos possíveis entre um conjunto de  $n$  linhagens. No entanto, quando o pesquisador tem interesse em cruzar um conjunto de materiais com um ou mais testadores, deve utilizar o cruzamento dialélico parcial que é como um delineamento genético fatorial que permite o cruzamento entre grupos e não dentro de grupos. (Vencovsky e Barriga, 1992; Miranda e Gorgulho, 2001). Esta forma de cruzamento se baseia no método dois e modelo I proposto por Griffing (1956), onde genitores e híbridos  $F_1$ , são incluídos na análise e o material experimental é considerado um conjunto fixo de linhagens (Marchesan, 2008).

A técnica de cruzamentos dialélicos auxilia na escolha dos genitores com base nos seus valores genéticos e, principalmente, considerando a sua capacidade de se combinarem em híbridos que produzam populações segregantes promissoras. Através deste método, é possível conhecer o controle genético dos caracteres, que orienta na condução das populações segregantes e na seleção. Assim, um cruzamento proveniente de parentais com os maiores valores para a capacidade geral de combinação deve ser potencialmente superior para a seleção de linhagens (Ramalho et al., 1993; Cruz e Regazzi, 1994).

As metodologias de análise dialélica têm por finalidade analisar o delineamento genético, fornecendo estimativas de parâmetros úteis na seleção de parentais para a hibridação e no entendimento dos efeitos gênicos envolvidos na herança dos caracteres (Cruz e Regazzi, 1994), o que leva ao conhecimento das relações genéticas entre os genitores envolvidos nos cruzamentos, que certamente serão válidos para a escolha adequada de métodos de melhoramento e seleção a serem aplicados, bem como para a determinação do potencial genético de futuros materiais.

Para a análise dos cruzamentos dialélicos, existem vários métodos que possibilitam estimar a Capacidade Geral de Combinação (CGC), como a metodologia proposta por Gardner e Eberhart (1966), na qual são avaliados os efeitos de variedades e heterose varietal; a proposta por Hayman (1954), que dá informações sobre o mecanismo básico de herança do caráter em estudo, dos valores genéticos dos genitores utilizados e do limite de seleção, no entanto, um dos mais empregados é o de Griffing (1956), que gera informações a respeito da concentração de genes predominantemente aditivos em seus efeitos (CGC) e da Capacidade Específica de Combinação (CEC), que gera informações dos genes de efeito basicamente não-aditivo (dominância e epistasia). Além disso, pelo método de Griffing (1956) os parentais podem ser clones, linhas puras, linhas endogâmicas ou populações de autofecundação ou de cruzamento, considerando-se ainda as facilidades de análise e interpretação (Viana, 2000).

As avaliações de Capacidade Geral de Combinação (CGC), Capacidade Específica de Combinação (CEC) e dos efeitos de heteroses resultantes de sistemas de cruzamentos dialélicos são importantes na constituição das populações-base nos programas de melhoramento, uma vez que são bastante eficientes na avaliação de cultivares e na indicação das melhores combinações híbridas, auxiliando na escolha de parentais mais promissores (Ramalho et al., 1993).

As estimativas dos efeitos da Capacidade Geral de Combinação ( $\hat{g}_i$ ) fornecem informações a respeito das potencialidades do parental em gerar combinações favoráveis à formação de genes predominantemente aditivos em seus efeitos. Quanto mais altas forem essas estimativas, positivas ou negativas, determinado parental será considerado muito superior ou inferior aos demais incluídos no dialelo, e, se próximas de zero, seu comportamento não difere da média geral dos cruzamentos (Cruz e Regazzi, 1994). Segundo Viana (2000), se os parentais forem populações de polinização aberta, linhas endogâmicas ou linhas puras, quanto maior for o valor do efeito de CGC

de determinado parental, maiores serão as frequências dos genes que aumentam a expressão do caráter e maiores serão as diferenças entre as frequências gênicas desse parental e as frequências médias de todos os parentais do dialelo. Considera-se ainda que o efeito de CGC é um indicador da superioridade do parental e de sua divergência relativa entre os demais parentais. Genes de efeitos aditivos são fixados ao longo das sucessivas gerações de autofecundação, sendo, sobretudo, importantes para espécies autógamas, enquanto que genes de efeitos dominantes são mais expressivos em populações alógamas.

A combinação híbrida mais favorável deve ser, portanto, aquela que apresentar maior estimativa de CEC ( $\hat{s}_{ij}$ ) e que seja resultante de um cruzamento em que pelo menos um dos parentais apresente elevada CGC (Cruz e Regazzi, 1994). Contudo, nem sempre dois genitores de alta CGC e divergentes, quando cruzados, originam o melhor híbrido em um dialelo, em virtude, principalmente, da dominância não-unidirecional envolvida no controle dos caracteres. A presença de valores significativos para a CGC indica que efeitos gênicos aditivos estão envolvidos no controle da característica em questão, ao passo que valores significativos para CEC indicam que houve desvio de híbridos em relação ao que seria esperado com base na CGC de seus parentais e que efeitos gênicos dominantes e/ou epistáticos estão presentes (Griffing, 1956). Portanto, baixos valores absolutos de CEC significam que os híbridos  $F_1$  entre os parentais em questão comportaram-se como esperado com base na CGC dos parentais, enquanto altos valores absolutos de CEC demonstram que o comportamento de um cruzamento particular é relativamente melhor (CEC positivo) ou pior (CEC negativo) do que o esperado com base na CGC dos parentais.

O desempenho de híbridos em plantas autógamas, entre elas o pimentão, tem sido normalmente avaliado em modelos alternativos de cruzamentos, como por exemplo, em dialelos parciais (Bernardo, 2003). Gomide et al (2003) avaliando a massa média do fruto de pimentão, evidenciou a importância dos efeitos gênicos aditivos na expressão dessa característica, indicando, dessa forma, que pode se prever a performance média dos híbridos baseando-se, apenas, na dos parentais, embora também se tenha sugerido a ocorrência de efeitos epistáticos, de natureza não-aditiva. Já Solanki e Joshi (2000), também analisando dados de linhas de macho e de fêmea de mamoneira obtidos de cruzamentos dialélicos através do Método 2 e Modelo 1 de Griffing (1956), verificaram predominância de genes de efeitos aditivos para número de internódios, comprimento efetivo do racemo primário, número de racemos por planta, número de cápsulas no racemo primário, peso de 100 sementes e produção de sementes aos 120 e 240 dias após a semeadura. As variáveis comprimento efetivo do racemo primário, número de cápsulas no racemo primário e peso de 100 sementes foram avaliadas por Mehta (2002) em dialelo envolvendo dez parentais e seus 45 híbridos, cujas estimativas de capacidades de combinação foram obtidas também através do Método 2 e Modelo 1 de Griffing (1956), permitindo a indicação da predominância dos efeitos aditivos sobre estas variáveis.

Coimbra et al (2008) ao estudar a CGC e CEC em genótipos de milho detectou diferenças significativas nos efeitos de capacidade geral e específica de combinação para os caracteres altura de planta, peso de espiga e peso de grãos. Neste caso, o controle destes caracteres é determinado por interações gênicas aditivas e não aditivas. Entretanto, de acordo com o componente quadrático do caractere peso de grãos, houve predominância dos efeitos não aditivos sobre os aditivos. Para o caractere peso da espiga ocorreu o mesmo, os efeitos não aditivos foram predominantes. De acordo com Fuzatto (2003), resultados de trabalhos com dialelo na cultura do milho têm mostrado que, em geral, os efeitos da CGC são mais expressivos que os de CEC, independentemente do nível de significância. Entretanto, os efeitos de CEC são muito

importantes em combinações híbridas específicas. Para a característica altura de planta, os efeitos aditivos e não aditivos foram similares.

Teixeira et al. (2001) também encontraram significância para CGC e CEC avaliando peso total de espigas, o que mostra a existência de variabilidade tanto para efeitos gênicos aditivos quanto não aditivos. Já Jung et al. (2006) ao estudar a capacidade geral e específica de combinação de caracteres do fruto do maracujazeiro doce, revelou a inexistência de diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos para os caracteres peso do fruto, peso da polpa e grau Brix. Duas razões devem estar envolvidas com os resultados: a relativa similaridade genética (meio-irmãos) entre os genitores utilizados e a variabilidade genética de magnitude similar dentro das famílias geradas. Estes fatores provavelmente ocasionaram grande similaridade entre as médias das populações segregantes e dos genitores. Ou seja, como os genitores eram muito similares, os mesmos não propiciaram uma variação de magnitude tal que permitisse a detecção de diferenças significativas para tais caracteres. Fidelis (2003) encontrou resultados semelhantes para a produção de grãos de milho, cuja CGC do grupo melhorado não foi significativa, indicando que as cultivares melhoradas tinham variância genética aditiva semelhante entre si.

O termo heterose foi originalmente proposto por Shull (1908) com o propósito de tornar o fenômeno livre de implicações genéticas e evitar confusão com o termo vigor de híbrido, que estava relacionado apenas com o Mendelismo. O nome “heterose” é aplicado ao valor médio do comportamento do híbrido em relação à média de seus genitores, para uma ou mais características, manifestando-se quando o caráter avaliado no híbrido é maior (heterose positiva) ou menor (heterose negativa) do que a média dos genitores. Do ponto de vista comercial, considera-se como heterose aquela resultante de um híbrido cuja média é superior à média do genitor de melhor desempenho (Borém, 2005).

É importante destacar que trabalhos com análise dialélica em plantas medicinais são raros, havendo então a necessidade de se investir em mais pesquisas científicas. O mesmo foi evidenciado por Silva et al. (2000), que ao trabalhar com feijão-de-vagem observou que além de poucos trabalhos sobre análise dialélica, há divergência quanto aos resultados obtidos.

### 3. METODOLOGIA

Os ensaios foram realizados em estufa agrícola com tela clarite no Horto de Plantas Medicinais da Estação Experimental Campus Rural da Universidade Federal de Sergipe. Os genótipos que foram usados para realização dos cruzamentos são, 'Sweet Dani', 'Canela', 'Genovese' e 'Maria Bonita', sendo que este último foi caracterizado por Blank et al. (2007). De acordo com a caracterização morfológica e agrônômica feita por estes autores, o Sweet Dani teve diâmetro de copa de 29,5 cm, Genovese 34 cm, Canela 39,75 cm e Maria Bonita 45,7 cm. Para teor e rendimento de óleo essencial verificou-se, respectivamente, que o Sweet Dani teve 0,61% e 2,27 ml, o Genovese 0,44% e 1,81 ml, Canela 1,27% e 10,41 ml, e a Maria Bonita 2,53% e 21,81 ml. Foram produzidos seis híbridos e a autofecundação dos quatro genótipos, totalizando 10 genótipos para o ensaio.

Por planta foram selecionadas inflorescências, que serviram como receptoras de pólen (feminina), as quais são marcadas com fios de lã, com cores diferentes para cada genitor masculino, e como doador de pólen. Para realizar os cruzamentos, todos os dias, na parte da manhã, foram colhidas flores das inflorescências reservadas como doadores de pólen, e logo em seguida foi feita a emasculação dos botões florais que estão quase se abrindo, situadas nas inflorescências reservadas como receptores de pólen. As flores colhidas (contendo pólen) eram encostadas aos estigmas das flores emasculadas. Após a polinização manual, as inflorescências, funcionando como órgãos femininos, eram protegidas com sacos de papel, os quais também protegem as inflorescências para realizar a autofecundação.

As sementes dos 10 tratamentos foram semeadas para obtenção de mudas que foram transplantadas em vasos de 5,5 litros. Essas matrizes forneceram estacas para produção de mudas para o ensaio em campo. O ensaio foi instalado utilizando-se o delineamento experimental de blocos casualizados, com três repetições. Cada parcela foi constituída por uma linha de cinco plantas. O espaçamento entre fileiras foi de 0,50 m e entre plantas de 0,50m.

Por ocasião da plena floração foram avaliadas altura de planta, diâmetro de copa, comprimento e largura de folha. Posteriormente, quando colhidas, massa seca de folhas e inflorescências, teor e rendimento de óleo essencial nas folhas e inflorescências secas e teor dos principais componentes químicos no óleo essencial.

Os dados foram submetidos a uma análise de variância com teste de F (Tabela 1). Posteriormente foi realizada a comparação das médias de todos os caracteres quantitativos através do teste de Scott-Knott ( $P \leq 0.05$ ) (1974). Através da análise dialélica modelo 2 do Griffing (1956), foram feitas as estimativas das capacidades geral e específica de combinação, envolvendo os híbridos experimentais e os parentais. O modelo matemático usado foi:  $Y_{ij} = \mu + g_i + g_j + s_{ij} + \bar{\epsilon}_{ij}$  onde:

$Y_{ij}$  = é o valor médio do híbrido ij ( $i \neq j$ ) ou do genitor ( $i = j$ ) ( $i, j = 1, 2, \dots, p$ );

$\mu$  = é a média geral;

$g_i, g_j$  : são os efeitos da capacidade geral de combinação do i-ésimo e j-ésimo genitor, respectivamente;

$s_{ij}$  : é o efeito da capacidade específica de combinação para os cruzamentos entre os genitores de ordem i e j;

$\bar{\epsilon}_{ij}$  é o erro experimental médio.

$\bar{\sigma}_g^2$  = estimativa do componente quadrático associado a CGC.

$\bar{\sigma}_s^2$  = estimativa do componente quadrático associado a CEC.

**TABELA 1.** Resumo do modelo da análise de variância.

Fonte de Variação	GL	QM	Teste de F
Bloco	2	—	—
Tratamento	9	Q <sub>1</sub>	Q <sub>1</sub> /Q <sub>4</sub>
CGC	4	Q <sub>2</sub>	Q <sub>2</sub> /Q <sub>4</sub>
CEC	5	Q <sub>3</sub>	Q <sub>3</sub> /Q <sub>4</sub>
Erro	18	Q <sub>4</sub>	

Foram calculados os valores da heterose dos 6 híbridos em relação a média dos genitores. Os valores expressos em porcentagem (%) foram obtidos através da aplicação da seguinte fórmula:  $F_1 - (P_1 + P_2)/2$ , onde:

F<sub>1</sub> : valor médio do caráter avaliado no híbrido F<sub>1</sub>;

P<sub>1</sub> : valor médio do caráter para um pai;

P<sub>2</sub> : valor médio do caráter para outro pai;

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A significância para a CGC e a CEC indicam a existência de efeitos gênicos aditivos e efeitos não aditivos, respectivamente.

Houve significância a 1% ou a 5% de probabilidade de erro, pelo teste F na análise de variância para os quadrados médios de todas as variáveis analisadas, exceto para os caracteres relacionados aos efeitos não aditivos de comprimento e largura foliar. Entre os 19 caracteres avaliados, constatou-se diferenças significativas entre os genótipos avaliados. Essa significância pressupõe a existência de diferenças genéticas entre os acessos utilizados nos cruzamentos dialélicos o que é um alento quanto à possibilidade de ganhos genéticos no desenvolvimento de futuros trabalhos de melhoramento genético. Carvalho et al. (1999) avaliando os efeitos genéticos atuantes em oito caracteres agronômicos utilizaram as cultivares de feijão Alessa, Andra, Cota e Cascade como genitores em esquema de cruzamento dialélico sem a inclusão de recíprocos e, constataram a ocorrência de significância em todas as características para capacidade específica de combinação, indicando o envolvimento de efeito epistático e, ou de dominância no controle gênico (Tabela 2). Com relação a Heterose, pode-se verificar valores positivos, quando o caráter avaliado no híbrido é maior do que a média dos genitores, e negativos, quando é inferior (Tabela 3).

Vale ressaltar as diferenças das estimativas da CGC e da CEC, evidenciando que para todos os caracteres analisados, exceto diâmetro de copa e metil chavicol, a CGC foi superior a CEC, enfatizando, deste modo, uma grande contribuição da ação gênica aditiva no controle dos caracteres estudados. O mesmo fato foi relatado por Lorencetti et al. (2005) que ao estudarem a capacidade combinatória e heterose em cruzamento dialélico de aveia evidenciaram grande magnitude entre a CGC e a CEC, com exceção da variável rendimento de grãos. Rego et al (2009) ao fazerem um estudo dialélico sobre rendimento e qualidade dos frutos de pimenta também constataram que os efeitos da capacidade geral de combinação foram mais importantes que os efeitos da capacidade específica de combinação em variáveis como diâmetro e comprimento dos frutos e massa seca dos frutos. Este fato é esperado, segundo Allard (1999), quando se trabalha com constituições heterogêneas. Entretanto, para diâmetro de copa e metil chavicol a estimativa de CEC foi superior a CGC permitindo estabelecer a hipótese de que os efeitos gênicos não aditivos revelados foram de maior importância na determinação do caráter do que os aditivos.

As estimativas dos efeitos da CGC para as variáveis analisadas variaram entre os genótipos (Tabela 5). Se o valor do efeito for alto e positivo, indica que o genótipo é superior aos demais envolvidos no dialelo. Já se for baixo e negativo, o genótipo é inferior aos demais e contribui negativamente para a variável.

### 4.1. Caracteres Morfológicos e Agronômicos

Avaliando as características morfológicas, verificou-se grande diversidade para as variáveis analisadas. Essa grande diversidade também foi relatada por Blank et al. (2004) ao estudarem a caracterização morfológica e agronômica de acessos de manjeriço e alfavaca. Suchorska e Osinsk (2001), avaliando cinco acessos de manjeriço, observaram variação genotípica na determinação dos caracteres da planta, em que o acesso da Alemanha apresentou plantas mais baixas e o menor número de inflorescências, enquanto o egípcio apresentou as plantas mais altas e obteve um maior número de inflorescências.

Para as variáveis altura de planta e massa seca foliar, os efeitos aditivos (CGC) e não aditivos (CEC) foram significativos ( $P \leq 0,05$ ) pelo teste F. Para diâmetro de copa, apenas a CEC foi significativa a ( $P \leq 0,05$ ). Para o comprimento e largura foliar a capacidade específica de combinação não foi significativa (Tabela 2). A maior taxa de CGC sobre CEC indica a predominância de genes com efeitos aditivos.

Pode-se observar diferenças significativas entre os genótipos, sendo que o híbrido Sweet Dani x Genovese, devido ao seu vigor híbrido e apresentando heterose de 32,67% , apresentou maior altura de planta com 79,58 cm, pois houve a ação aditiva dos dois genótipos (Tabela 4). Esse resultado sugere a possibilidade da exploração do vigor híbrido fato que também foi evidenciado por Rego et al (2009) os quais sugeriram a exploração do híbrido para características de largura do fruto, sólidos solúveis totais e espessura da parede em pimenta. Entre os genótipos, o Sweet Dani apresentou maior diâmetro de copa diferindo significativamente dos demais, enquanto que o Genovese obteve maior comprimento foliar. Para largura foliar, Genovese e Genovese x Canela diferenciaram significativamente dos outros genótipos obtendo as maiores médias. A cultivar Maria Bonita apresentou maior massa seca foliar e possui alto e positivo efeito de CGC, logo essa cultivar quando utilizada em cruzamentos contribuirá com alelos favoráveis. Não existiu relação entre altura de planta e massa seca foliar, ao contrário, o genótipo que obteve menor altura de planta, a cultivar Maria Bonita, foi quem teve maior massa seca foliar. Isso pode ser explicado devido ao número de folhas, tamanho das folhas e do diâmetro de copa. Dentro das cultivares comerciais de manjeriço, o Italian Large Leaf e o Fino Verde se destacam com pesos de 63,05 e 52,10 g.planta<sup>-1</sup> (Blank et al., 2004).

Já o genótipo Canela, obteve valores de  $G_i$  baixos e negativos para as variáveis altura de planta, diâmetro de copa, massa seca foliar.

Verificou-se que para as variáveis rendimento e teor de óleo essencial, a CGC e a CEC foram significativos ( $P \leq 0,05$ ) pelo teste F. Também pode ser observado que há, para estes caracteres, mais alelos com efeitos aditivos do que dominantes, pois a CGC é maior que a CEC (Tabela 5).

Houve diferença significativa entre os genótipos, sendo que entre os parentais a cultivar Maria Bonita obteve maior teor e rendimento de óleo essencial. Já entre os híbridos, o Sweet Dani x Canela foi superior aos demais genótipos. Para teor de óleo essencial, a heterose verificada foi a maior entre os híbridos com 171,59% (Tabela 2). A cultivar Maria Bonita obteve teor de 3,18 ml.100g<sup>-1</sup>, enquanto em estudo realizado por Blank et al. (2004) os genótipos PI197442 e PI358472 apresentaram os maiores teores de óleo essencial com 2,536 e 1,957 ml.100g<sup>-1</sup> e o acesso de *O. gratissimum* mais produtivo foi PI211715 com teor de óleo essencial de 1,350 ml.100g<sup>-1</sup> e produtividade de 26,295 L.ha<sup>-1</sup>.

Estimativa dos efeitos das capacidades geral e específica de combinação, mostra que o parental Maria Bonita possui maior efeito da CGC para teor e rendimento de óleo essencial mostrando-se superior aos demais para essas variáveis, enquanto que o híbrido Sweet Dani x Genovese obteve maior efeito da CEC para rendimento e o Sweet Dani x Canela para teor de óleo essencial (Tabela 5). Para teor de óleo essencial os valores de efeitos da capacidade específica de combinação apresentaram variação de 1,68 a -0,58. Já para rendimento de óleo essencial a variação do efeito da CEC foi de 0,23 a -0,38. Segundo Pank et al. (2002) o desempenho do híbrido pode ser explicado na maioria dos casos pela capacidade de combinação dos pais. Estes autores ao estudarem a capacidade de combinação de *Origanum majorana* também verificaram valores positivos e negativos de efeitos da CEC para teor e rendimento de óleo essencial.

**TABELA 2.** Análise de variância (quadrados médios) e os componentes quadráticos da capacidade geral de combinação ( ), da capacidade específica de combinação ( ) e da relação para os caracteres altura de planta (A.P.), diâmetro de copa (D.P.), comprimento foliar (C.F.), largura foliar (L.F.), massa seca foliar (M.S.F.), rendimento de óleo essencial (R.O.), teor de óleo essencial (T.O.), linalol (LI), nerol (NE), neral (NER), geraniol (GE), geranial (GER),  $\beta$ -cariofileno ( $\beta$ -CA),  $\alpha$ -trans-bergamoteno ( $\alpha$ -TRANS-B),  $\alpha$ - epi-cadinol ( $\alpha$ -EPI-CA), 1,8-cineol (1,8-CI), (Z)-cinamato de metila ((Z)-C.M.), (E)-cinamato de metila ((E)-C.M.), metil chavicol (M.CH.), no cruzamento dialélico 4 x 4 em manjeriço (*Ocimum basilicum*). São Cristóvão-SE, UFS, 2010.

F.V.	G.L.	A.P.	D.P.	C.F.	L.F.	M.S.F.	R.O.	T.O.	LI	NE	NER	GE	GER	$\beta$ -CA	$\alpha$ -TRANS-		1,8-CI	(Z)-C.M.	(E)-C.M.	M.CH.
															B	$\alpha$ -EPI-CA				
Tratamentos	9	313,73	285,11	2,21	0,77	207,07	0,31	2,69	1799,74	6,16	301,69	61,86	518,51	1,53	9,14	7,05	22,72	33,63	2200,74	69,78
C.G.C.	3	411,03**	206,22*	4,99**	2,00**	260,77**	0,66**	2,74**	4347,17**	11,46**	692,96**	104,81**	1203,53**	3,16**	20,42**	13,97**	56,16**	76,29**	5428,45**	26,23**
C.E.C.	6	265,07**	324,55**	0,82ns	0,16ns	180,22**	0,14**	2,67**	526,02**	3,51**	106,06**	40,38**	176,00**	0,72**	3,51**	3,58**	6,01**	12,30**	586,88**	91,56**
Resíduo	18	52,95	54,84	0,54	0,07	31,89	0,01	0,21	11,58	0,12	1,68	0,16	2,52	0,02	0,05	0,1	0,43	0,2	5,08	0,39
	-	19,89	8,41	0,24	0,1	12,71	0,03	0,14	240,86	0,63	38,4	5,81	66,72	0,17	1,13	0,77	3,09	4,22	301,29	1,43
	-	70,7	89,9	0,09	0,02	49,44	0,04	0,81	171,47	1,12	34,79	13,4	57,82	0,23	1,15	1,16	1,85	4,03	193,93	30,39
	-	0,28	0,09	2,67	5	0,26	0,75	0,17	1,4	0,56	1,1	0,43	1,15	0,74	0,98	0,66	1,67	1,05	1,55	0,05

\*\* Significativo a 1% , \* Significativo a 5%, ns-Não Significativo a 1% e 5% pelo Teste F.

**TABELA 3.** Valor da Heterose (%) dos 19 caracteres avaliados em 4 parentais e 6 híbridos de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.) para as variáveis altura de planta(A.P.), diâmetro de copa (D.P.), comprimento foliar (C.F.), largura foliar (L.F.), massa seca foliar (M.S.F.), rendimento de óleo essencial (R.O.),teor de óleo essencial (T.O.), linalol (LI), nerol (NE),neral (NER), geraniol (GE), geranial (GER),  $\beta$ -cariofileno ( $\beta$ -CA),  $\alpha$ -trans-bergamoteno ( $\alpha$ -TRANS-B),  $\alpha$ - epi-Cadinol ( $\alpha$ -EPI-CA), 1,8-cineol (1,8-CI), (Z)-cinamato de metila ((Z)-C.M.), (E)-cinamato de metila ((E)-C.M.), metil chavicol (M.CH.), no cruzamento dialélico 4 x 4 em manjeriço (*Ocimum basilicum*). São Cristóvão-SE, UFS, 2010.

Híbridos	A.P.	D.P.	C.F.	L.F.	M.S.F.	R.O.	T.O.	LI	NE	NER	GE	GER	$\beta$ -CA	$\alpha$ -TRANS-B	$\alpha$ -EPI-CA	1,8-CI	(Z)-	(E)-	M.CH.
																	C.M.	C.M.	
Canela x Maria Bonita	10,86	16,38	10,56	15,05	-8,98	9,09	29,12	-37,27	.	-98,67	-99,98	-99,17	.	132,43	-99,95	23,15	169,25	82,33	147,76
Genovese x Canela	7,6	1,41	1,36	6,61	-20,14	-3,5	30,34	-32,76	.	.	.	.	.	-99,96	-22,69	-20,31	73,47	87,96	202,33
Genovese x Maria Bonita	43,41	48,14	-10,81	3,01	-31,95	-63,75	-31,31	-15,59	.	3890,72	-99,98	3512,69	.	-19,85	-99,95	-9,89	.	.	1319130
Sweet Dani x Canela	-1,52	-27,59	-2,42	3,99	-63,15	1,95	171,59	12,29	-99,95	-96,34	-99,89	-95,92	-99,9	.	-99,94	149,21	137,01	131,51	483,01
Sweet Dani x Genovese	32,67	10,07	-9,14	-2,12	5,53	59,42	52,05	52,23	-99,95	-62,02	6,24	-58,66	28,92	26,07	7,57	45,83	.	.	1084070
Sweet Dani x Maria Bonita	22,27	16,87	1,73	9,04	-28,98	-25,83	14,24	59,51	-70,9	-26,33	-81,25	-23,36	-99,9	78,68	-99,75	61,43	.	.	.

**TABELA 4.** Médias de quatro parentais e seis híbridos de manjeriço (*O. basilicum* L.) para os caracteres altura de planta(A.P.), diâmetro de copa (D.P.), comprimento foliar (C.F.), largura foliar (L.F.), massa seca foliar (M.S.F.), rendimento de óleo essencial (R.O.), teor de óleo essencial (T.O.), linalol (LI), nerol (NE), neral (NER), geraniol (GE), geranial (GER),  $\beta$ -cariofileno ( $\beta$ -CA),  $\alpha$ -trans-bergamoteno ( $\alpha$ -TRANS-B),  $\alpha$ -epi-Cadinol ( $\alpha$ -EPI-CA), 1,8-cineol (1,8-CI), (Z)-cinamato de metila ((Z)-C.M.), (E)-cinamato de metila ((E)-C.M.), metil chavicol (M.CH.), no cruzamento dialélico 4 x 4 em manjeriço (*Ocimum basilicum*). São Cristóvão-SE, UFS, 2010.

Cultivares/Híbridos	A.P.	D.P.	C.F.	L.F.	M.S.F.	R.O	T.O.	LI	NE	NER	GE	GER	$\beta$ -CA	$\alpha$ -TRANS-B	$\alpha$ -EPI-CA	1,8-CI	(Z)-C.M.	(E)-C.M.	M.CH.
Canela	54,30b	56,38b	7,23c	4,32b	25,13c	0,46d	1,88c	27,25e	0,00b	0,00e	0,00c	0,00e	0,00c	0,00e	3,38 <sup>a</sup>	3,49d	5,76c	51,94b	1,09d
Genovese	52,41b	48,33b	9,83a	5,23a	22,63c	0,29d	1,45c	67,33b	0,00b	0,00e	0,00c	0,00e	0,00c	5,22a	3,67 <sup>a</sup>	10,43a	0,00d	0,00c	0,00e
Sweet Dani	67,55 a	70,22a	7,07c	3,84c	32,67b	0,38d	1,22c	0,00g	4,55 <sup>a</sup>	31,69a	1,93b	41,44a	2,00a	0,00e	0,00e	0,00e	0,00d	0,00c	0,00e
Maria Bonita	45,66b	46,00b	8,06c	3,60c	41,33a	1,30a	3,18b	75,40a	0,00b	0,15e	14,67a	0,24e	0,00c	1,41d	0,81d	5,24c	0,00d	0,00c	0,00e
Canela x Maria Bonita	55,41b	59,58a	8,45b	4,55b	30,25b	0,95b	3,27b	32,19e	0,00b	0,00e	0,00c	0,00e	0,00c	1,64d	0,00e	5,37c	7,76a	47,35b	1,35d
Genovese x Canela	57,41b	53,10b	8,65b	5,10a	19,07c	0,36d	2,17c	31,79e	0,00b	0,00e	0,00c	0,00e	0,00c	0,00e	2,72b	5,54c	5,00c	48,81b	1,65d
Genovese x Maria Bonita	70,33 a	69,87a	7,98c	4,55b	21,76c	0,29d	1,59c	60,24c	0,00b	3,01d	0,00c	4,35d	0,00c	2,65c	0,00e	7,06b	0,00d	0,00c	13,19a
Sweet Dani x Canela	60,00b	45,83b	6,98c	4,25b	10,65d	0,43d	4,22 <sup>a</sup>	15,30f	0,00b	0,58e	0,00c	0,84e	0,00c	0,00e	0,00e	4,35d	6,83b	60,12a	3,19c
Sweet Dani x Genovese	79,58 a	65,25a	7,68c	4,44b	29,18b	0,55c	2,02c	51,25d	0,00b	6,01c	1,03b	8,56c	1,29b	3,29b	1,97c	7,60b	0,00d	0,00c	10,84b
Sweet Dani x Maria Bonita	69,22 a	67,91a	7,70c	4,06c	26,27c	0,62c	2,51c	60,14c	0,66b	11,73b	1,55b	15,97b	0,00c	1,26d	0,00e	4,23d	0,00d	0,00c	0,00e
CV(%)	11,89	12,71	9,22	6,3	21,81	20,1	19,9	8,09	68	24,41	21	22,23	52,28	14,44	25,52	12,41	17,73	10,83	19,94

Médias seguidas pelas mesmas letras, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Skott-Knott ( $p \leq 0,05$ ).

**TABELA 5.** Estimativas dos efeitos das capacidades geral e específica de combinação para os caracteres altura de planta(A.P.), diâmetro de copa (D.P.), comprimento foliar (C.F.), largura foliar (L.F.), massa seca foliar (M.S.F.), rendimento de óleo essencial (R.O.), teor de óleo essencial (T.O.), linalol (LI), nerol (NE), neral (NER), geraniol (GE), geranial (GER),  $\beta$ -Cariofileno ( $\beta$ -CA),  $\alpha$ -trans-bergamoteno ( $\alpha$ -TRANS-B),  $\alpha$ -epi-Cadinol ( $\alpha$ -EPI-CA), 1,8-cineol (1,8-CI), (Z)-Cinamato de metila ((Z)-C.M.), (E)-Cinamato de metila ((E)-C.M.), Metil chavicol (M.CH.) , no cruzamento dialélico 4 x 4 em manjericão (*Ocimum basilicum*). São Cristóvão-SE, UFS, 2010.

Cultivares	A.P.	D.P.	C.F.	L.F.	M.S.F	R.O	T.O.	LI	NE	NER	GE	GER	$\beta$ -CA	$\alpha$ -TRANS-B	$\alpha$ -EPI-CA	1,8-CI	(Z)-C.M.	(E)-C.M.	M.CH.
Efeitos da CGC																			
Canela	-4,09*	-3,33*	-0,21	0,95**	-3,21*	-0,03	0,28**	-12,78**	-0,44**	-4,34**	-1,6**	-5,8**	-0,3**	-1**	0,5**	-0,7**	3,1**	26**	-1,2**
Genovese	1,03	-1,06	0,69**	0,43**	-2,36	-0,17**	-0,51**	11,25**	-0,44**	-2,93**	-1,4**	-3,8**	-0,1	1,4**	1**	2,4**	-1,3**	-9,2**	1,7**
Maria Bonita	-3,27*	-0,31	0,07	-0,27**	5,24**	0,27**	0,33**	15,49**	-0,32**	-1,93**	3,5**	-2,5**	-0,3**	0,1*	-0,8**	0,1	-0,8**	-9,5**	-0,2
Sweet Dani	6,33**	4,7**	-0,55**	-0,26**	0,33	-0,07**	-0,09	-13,96**	1,19**	9,19**	-0,5**	12,1**	0,6**	-0,5**	-0,7**	-1,7**	-1**	-7,3**	-0,3*
Efeitos da CEC																			
Canela x Maria Bonita	1,59	4,97	0,63	0,34*	2,31	0,15*	0,31	-12,61**	0,24	0,94	-3,87**	1,15	0,22*	1**	-1,02**	0,7*	2,97**	9,98**	-0,38
Genovese x Canela	-0,72	-0,76	0,21	0,18	-1,25	0	0,05	-8,77**	0,35	1,94**	1,11**	2,47**	0	-1,97**	-0,03	-1,45**	0,67**	11,2**	-1,94**
Genovese x Maria Bonita	11,38**	13**	-0,75	-0,01	-7,01*	-0,38**	-0,58*	-8,59**	0,24	2,55**	-4,04**	3,49**	0	-0,44**	-1,44**	-0,75*	-0,44	-2,15	8,57**
Sweet Dani x Canela	-3,43	-13,79**	-0,22	0,01	-12,37**	-0,03	1,68**	-0,05	-1,28**	-9,59**	0,2	-12,58**	-0,67**	0	-1,07**	1,5**	2,2**	20,63**	1,54**
Sweet Dani x Genovese	11,03**	3,36	-0,42	-0,13	5,33	0,23**	0,28	11,87**	-1,28**	-5,56**	1,06**	-6,87**	0,41**	0,83**	0,48**	1,62**	-0,28	-4,27**	6,31**
Sweet Dani x Maria Bonita	4,98	5,28	0,22	0,19	-5,19	-0,14	-0,07	16,52**	-0,73**	-0,85	-3,39**	-0,78	-0,67**	0,14	0,24	0,56	-0,74**	-4,03**	-2,67**

\*, \*\*Significativo a 5% e 1% de probabilidade pelo teste t ( $H_0: s_{ij} = 0$ ) respectivamente.

## 4.2. Constituintes Químicos dos Óleos Essenciais

As capacidades geral e específica de combinação de todos os compostos químicos foram significativos ( $P \leq 0,05$ ) pelo teste F. Fato importante a ser observado está relacionado com as diferenças entre os valores dos quadrados médios das CGC e CEC das variáveis linalol, geranial e (E)-cinamato de Metila, a CGC foi bastante superior a CEC, ou seja, houve maior contribuição da ação gênica aditiva no controle destes caracteres (Tabela 2).

Houve diferença significativa entre os genótipos para todos os compostos (Tabela 4). Diante de uma grande diversidade genética, o cruzamento de parentais resultará em híbridos cujas características dependem da ação de genes com efeitos aditivos ou de dominância. Dentre os híbridos e cultivares analisadas, a “Maria Bonita” é que possui maior média do teor de linalol, enquanto que o Sweet Dani não apresenta tal composto químico. Isso explica a estimativa do efeito da capacidade geral de combinação entre os dois genótipos para esse composto químico, sendo de 15,49 para Maria Bonita e -13,96 para Sweet Dani. Vale ressaltar a importância da Maria Bonita, uma vez que a mesma possui mais de 70% de linalol, tornando-se uma cultivar comercial e cruzamentos com este genótipo possuem grande probabilidade de ter altos teores deste composto químico, pois tem alto e positivo valor do efeito da capacidade geral de combinação. Ainda falando de linalol, o maior efeito da CEC foi observado no cruzamento Sweet Dani x Maria Bonita, indicando grande dominância de um genótipo sobre o outro, sendo que, o uso desses dois genitores em programas de melhoramento genético poderá produzir linhagens superiores. Além disso, a Maria Bonita diferenciou significativamente dos outros genótipos quanto ao teor de Geraniol tendo a maior média. Analisando a produção de óleo essencial em genótipos de manjerição, Phippen e Simon (2000) disseram que os quatro constituintes químicos mais importantes das variedades “Purple Ruffles” e “Green Purple Ruffles” são 1,8-cineol, linalol, metil chavicol e metil eugenol e, que quando o “Green Purple Ruffles” se desenvolvia em casa de vegetação havia um aumento no teor de linalol de 28% e um decréscimo de 70% em metil chavicol. Já plantas que se desenvolveram no campo tiveram menores níveis de linalol e aumento de metil chavicol.

Analisando o composto químico nerol, constatou-se a presença de teores em apenas dois genótipos, o “Sweet Dani”, entre os parentais, e o “Sweet Dani” x “Maria Bonita” entre os híbridos. Para este composto químico, alguns parentais tiveram estimativas dos efeitos da CGC negativos, ou seja, contribuem negativamente para que em cruzamentos, os híbridos possuam baixos teores ou não tenham este composto químico (Tabela 4).

Para todos os compostos químicos as maiores médias dos teores foram constatadas em um parental, exceto em (Z)-cinamato de metila, (E)-cinamato de metila e metil chavicol, nos respectivos cruzamentos, Canela x Maria Bonita, Sweet Dani x Canela e Genovese x Maria Bonita (Tabela 4).

Observando as médias dos genótipos para geranial, constatou-se diferenças significativas, sendo que o Sweet Dani possui maior valor e, verificou-se que este genótipo tem alto e positivo valor do efeito da capacidade geral de combinação, contribuindo favoravelmente para cruzamentos que pretendam ter o geranial em sua composição química (Tabela 3). Verificou-se, também, diferença significativa entre os genótipos para o (E)-cinamato de metila, em que o híbrido Sweet Dani x Canela obteve a maior média. A presença deste composto no híbrido deve-se aos alelos favoráveis presentes no Canela, uma vez que possui valor alto e positivo do efeito da capacidade geral de combinação.

A maior variação das estimativas dos efeitos da capacidade geral de combinação entre os compostos químicos foi constatada entre Canela e Maria Bonita para (E)-cinamato de metila, com valores de 26 e -9,5. Já para a capacidade específica de combinação a maior variação aconteceu entre os híbridos Sweet Dani x Maria Bonita e Canela x Maria Bonita com 16,52 e -12,61, respectivamente.

## 5. CONCLUSÕES

Para a análise de Griffing o genitor Maria Bonita foi um bom parental apresentando efeito da CGC positivo para oito variáveis, sendo que além de positivo, possui alto valor para teor de linalol. Possui efeito da capacidade geral de combinação positiva para comprimento foliar, massa seca foliar, rendimento e teor de óleo essencial, teor de geraniol, de  $\alpha$ -trans-bergamoteno e de 1,8-cineol. O genitor Genovese também apresentou efeito positivo da CGC para oito variáveis, entre elas, 1,8-cineol e metil chavicol. Também, o genótipo Sweet Dani apresentou altos e positivos efeitos da CGC podendo ser selecionado para programas de melhoramento genético. Em geral, os genitores Sweet Dani, Maria Bonita e Genovese estão envolvidos em quase todas as combinações híbridas como os maiores valores da capacidade específica de combinação. Portanto, para características morfológicas, os resultados mostram que os híbridos Sweet Dani x Genovese e Genovese x Canela podem ser usados para obter populações segregantes para obtenção de linhagens superiores.

Para aumento de rendimento e teor de óleo essencial, o híbrido Sweet Dani x Canela pode ser usado para obter cultivares superiores. Já para aumento do teor de linalol, os híbridos Sweet Dani x Maria Bonita e Genovese x Maria Bonita poderão produzir indivíduos superiores após a segregação.

Pelos resultados deste estudo as variedades vegetais podem ser desenvolvidas através de combinações híbridas e que o conhecimento da capacidade geral e específica de combinação e de seus efeitos facilitam a escolha de genótipos para futuros programas de melhoramento genético e obtenção de cultivares.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLARD, R.W. **Principles of plant breeding**. 2.ed. New York: John Wiley & Sons, 1999. 254p.

ALMEIDA, I de; ALVIANO, D.S.; VEIEIRA, D.P.; ALVES, P.B.; BLANK, A.F.; LOPES, A.H.C.S.; ALVIANO, C.S; ROSA, M. do S.R. Antigiardial activity of *Ocimum basilicum* essential oil. **Parasitology Research**, v.101, n.2, p. 443-452, 2007.

BAHL, J.R.; GARG, S.N.; BANSAL, R.P. Yield and quality of school essential oil from the vegetative flowering and fruting stage crops of *Ocimum basilicum* c. Kusumohak. **Journal of Medicinal and Aromatic Plant Sciences**, v. 22, n. 1B, p. 743-746, 2000.

BELAICHE, T.; TANTAOUI-ELARAKI, A.; IBRAHIMY, A. Application of a two levels factorial design to the study of the antimicrobial activity of three terpenes. **Sciences Aliments**, v. 15, p. 571-8, 1995.

BERNARDO, R. **Breeding for quantitative traits in plants**. Woodbury: Stemma Press, 2003. 369p.

BLANK, A.F.; SOUZA, E.M; ARRIGONI-BLANK, M.F; PAULA, J.W.A; ALVES,PB; Maria Bonita: cultivar de manjeriço tipo linalol. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n.12, p. 1811-1813, 2007.

BLANK, A.F.; CARVALHO FILHO, J.L.S.; SANTOS NETO, A.L.; ALVES, P.B.; ARRIGONI-BLANK, M.F.; SILVA-MANN, R.; MENDONÇA, M.C. Caracterização morfológica e agrônômica de acessos de manjeriço e alfavaca. **Horticultura Brasileira**, v.22, n.1, p.113-116, 2004.

BRAGA, R. **Plantas do nordeste, especialmente do Ceará**. Fortaleza: Escola de Agronomia da UFC, 1976. 540p.

BORÉM, A.; MIRANDA, G.V. **Melhoramento de plantas**. 4. ed. Viçosa: UFV, 2005.547p.

CARVALHO, A.C.P.P.; LEAL, N.R.; RODRIGUES, R.; COSTA, F.A. Capacidade de combinação para oito caracteres agrônômicos em cultivares rasteiras de feijão-de-vagem. **Horticultura Brasileira**, v.17, n.2, p.102- 105, 1999.

CARVALHO FILHO, J.L.S.; ALVES, P.B.; EHLERT, P.A.D.; MELO, A.S.; CAVALCANTI, S.C.H.; ARRIGONI-BLANK, M.F.; SILVA-MANN, R.; BLANK, A.F. Influence of the harvesting time, temperature and drying period on basil (*Ocimum basilicum* L.) essential oil. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.16, p.24-30, 2006.

CHAAR, J. da S. **Estudos analíticos e modificação química por acetilação do linalol contido no óleo essencial da espécie *Aniba duckei* Kostermans**. São Carlos: USP. 2000. 150p. Tese (Doutorado em Ciências - Química Analítica)

CHARLES, D.J.; SIMON, J.E. Comparison of extraction methods for the rapid determination of essential oil content and composition of basil (*Ocimum* spp.). **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.115, n.3, p.458-462, 1990.

COIMBRA, R.R.; MARTINS, E.C.A.; MIRANDA, G.V.; NAOE, L.K.; CARDOSO, E.A.; ARCHANGELO, E.R.; Capacidade de combinação de genótipos de milho para solos com baixos níveis de fertilidade. **Revista de Ciência Agrárias**, n.50, p.23-33, 2008.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 1994. 390p.

DIAS, L.A.S.; KAGEYAMA, P.Y. Multivariate genetic divergence and hibrid performance of cacao (*Theobroma cacao* L.). **Revista Brasileira de Genética**, v.20, n.1, p.63-70, 1997.

ELISABETSKY, E.; BRUM, L.F.S.; SOUZA, D.O. Anticonvulsant properties of linalool in glutamate-related seizure models. **Phytomedicine**, v.6, p.107-113, 1999.

ELISABETSKY, E.; MARSCHNER L.; SOUZA, D.O. Effects of linalool on glutamatergic system in the rat cerebras-cortex. **Neurochemical Research**, v.20, p.461-465, 1995.

FEHR, W.R. **Principles of cultivar development: theories and techniques**. New York: Macmillan, 1987. 536p.

- FERNANDES, P.C.; FACANALI, R.; TEIXEIRA, J.P.F.; FURLANI, P.R.; MARQUES, M.O.M. Cultivo de manjeriço em hidroponia e em diferentes substratos sob ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v.22, n.2, p.260-264, 2004.
- FIDELIS, R.R. **Metodologias de seleção para eficiência quanto ao uso e resposta à aplicação do nitrogênio em germoplasma de milho**. Viçosa: UFV, 2003. 37p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal).
- FUZATTO, S.R. **Dialelo parcial circulante interpopulacional em milho (*Zea mays* L.): efeito do número de cruzamentos**. Piracicaba: USP/ESALQ, 2003. 131p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento).
- GARDNER, C.O.; EBERHART, S.A. Analysis and interpretation of the variety cross diallel and related populations. **Biometrics**, n.22, p.439-452, 1966.
- GOMIDE, M.L.; MALUF, W.R.; GOMES, L.A.A.; Heterose e capacidade combinatória de linhagens de pimentão (*Capsicum annuum* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, v.27, n.5, p.1007-1015, 2003.
- GRIFFING, B. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. **Australian Journal of Biological Sciences**, v.9, n.4, p.463-493, 1956.
- GUENTHER, E. **The essential oils: volume one - history, origin in plants, production, analysis**. Malabar: Krieger Publishing Company, 1972. 427p.
- HARLEY, R.M.; HEYWOOD, C.A. **Chromosome numbers in tropical american Labiatae**. In: HARLEY, R.M.; REYNOLDS, T. (eds.). *Advances in Labiatae science*. Kew: Royal Botanic Gardens, 1992. p.211-246.
- HAYMAN, B.I. The theory and analysis of diallel crosses. **Genetics**, v.39, p.789-809, 1954.
- HERTWIG, I.F. von. **Plantas aromáticas e medicinais: plantio, colheita, secagem e comercialização**. São Paulo: Icone, 1986. 449p.
- JUNG, M.S.; VIEIRA, E.A.; BRANCKER, A.; NODARI, R.O. Capacidade geral e específica de combinação de caracteres do fruto do maracujazeiro doce (*Passiflora alata* Curtis). **Ciência Rural**, v.37, n.4, p.963-969, 2007.
- KAMADA, T.; CASALI, V.W.D.; BARBOSA, L.C.A.; FORTES, I.C.P.; FINGER, F.L. Plasticidade fenotípica de óleo essencial em acessos de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.). **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v.1, n.2, p. 13-22, 1999.
- KRISHNAN, R. Natural outcrossing in sweet basil (*Ocimum basilicum* L.). **Indian Perfumer**, v.25, n.6, p. 74-77, 1981.
- LORENCETTI, C.; CARVALHO, F.I. F. de; BENIN, G.; MARCHIORO, V.S.; OLIVEIRA, A.C. de; SILVA, J.A. G. da; HARTWIG, I.; SCHMIDT, D.A.; Capacidade

combinatória e heterose em cruzamento dialélico de aveia (*Avena sativa* L.). **Revista Brasileira Agrociência**, v.11, n.2, p.143-148, 2005.

LOUGHRIN, J.H.; KASPERBAUER, M.J. Light reflected from coloured mulches affects aroma and phenol content of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) leaves. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.49, n.3, p.1331-1335, 2001.

MARCHESAN, C.B. **Análise genética de um cruzamento dialélico parcial em pimentão visando resistência ao oídio [*Leveillula taurica* (Lév.) Arn.]**. Capinas: IAC, 2008. 60p. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical)

MIELE, M.; LEDDA, B.; FALUGI, C. Methyleugenol and eugenol variation in *Ocimum basilicum* L. Cv. Genovese Gigante grown in greenhouse and in vitro. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.77, n.4-6, p.43-50, 2001.

MIRANDA FILHO, J.B.; GORGULHO, E.P. **Cruzamentos com testadores e dialelos**. In: NASS, L.L.; VALOIS, A.C.C.; MELO, I.S.; VALADARES, M.C. (Ed.) Recursos genéticos e melhoramento: plantas. Rondonópolis: Fundação MT, 2001. p.650-671.

MORALES, M.R.; SIMON, J.E. New basil selections with compact inflorescences for the ornamental market. In: JANICK, J. (ed.). **Progress in new crops**. Arlington: ASHS Press, 1996. p.543-546.

NATION, R.G.; JANICK, J.; SIMON, J.E. Estimation of outcrossing in basil. **HortScience**, v.27, n.11, p.1221-1222, 1992.

OLIVEIRA, A.L.P.C. de; ASSIS, J.G.A.; GUEDES, M.L.S.; BARRETO, E.C. Número de cromossomos de 5 espécies de *Ocimum* (Labiatae). In: ENCONTRO DE GENÉTICA DO NORDESTE, 13. **Anais...** Feira de Santana: UEFS/SBG, 1998. p.328 (Resumo, A5).

PANK, F.; VENDER, C.; NIEKERK, L.V.; JUNGHANNS, W.; LANGBEHN, J.; BLÜTHNER, W.D.; NOVAK, J.; FRANZ, C. Combining ability of *Origanum majorana* L. strains - agronomical traits and essential oil content: results of the field experiment series in 1999. **Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants**, v.9, n. 2, p. 31-37, 2002.

PHIPPEN, W.B.; SIMON, J.E.; Anthocyanin Inheritance and Instability in Purple Basil (*Ocimum basilicum* L.). **The American Genetic Association**, n.91, p.289-296, 2000.

PRATES, H.T.; LEITE, R.C.; CRAVEIRO, A.A.; OLIVEIRA, A.B. Identification of some chemical components of the essential oil from molasses grass (*Melinis minutiflora* Beauv.) and their activity against Cattle-tick (*Boophilus microplus*). **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v.9, n.5, p.193-197, 1998.

RAMALHO, M.P.; SANTOS, J.B.; ZIMMERMANN, M.J. de O. **Genética quantitativa em plantas autógamas: aplicações ao melhoramento do feijoeiro**. Goiânia: UFG, 1993. 271p.

- RÊGO, E.R.; RÊGO M.M.; FINGER, F.L.; CRUZ, C.D.; CASALI, V.W.D. A diallel study of yield components and fruit quality in chilli pepper (*Capsicum baccatum*). **Euphytica**, n.168, p.275-287, 2009.
- ROSAS, J.F.; SILVA, A.C.M.; ZOGHBI, M.G.B.; ANDRADE, E.H.A. Comparação dos voláteis das folhas de *Ocimum micranthum* Willd. obtidos por hidrodestilação e destilação-extração simultânea. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**. v.7, n.1, p. 26-29, 2004.
- SCOTT A.J.; KNOTT M.A. Cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, n. 30, p. 507-512, 1974.
- SHULL, G.H. The composition of a Field of maize. **American Breeding Association Report**, v.4, p.296-301, 1908.
- SILVA, F da; DINIZ, E.R.; BARBOSA, L.C.A.; CASALI, V.W.D.; LIMA, R.R. de. Teor e composição do óleo essencial de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.) em dois horários e duas épocas de colheita. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.6, n.1, p. 33-38, 2003.
- SILVA, M.P.; JÚNIOR, A.T.A.; RODRIGUES R.; DAHER, R.F.; LEAL, N.R.; SCHUELTER, A.R.; Análise dialélica da capacidade combinatória em feijão-de-vagem. **Horticultura Brasileira**, v.22, n.2, p.278, 2004.
- SIMON, J.E. **Basil**. West Lafayette: Purdue University, 1995. 6p.
- SIMON, J.E.; QUINN, J.; MURRAY, R.G. Basil: a source of essential oils. In: JANICK, J.; SIMON, J.E. (eds.). **Advances in new crops**. Portland: Timber Press, 1990. p.484-489.
- SUGAWARA, Y.; HARA, S.; TAMURA, K.; FUJII, T.; NAKAMURA, K.; MASUJIMA, T.; AOKI, T. Sedative effect on humans of inhalation of essential oil of linalool: sensory evaluation and physiological measurements using optically active linalools. **Analytica Chimica Acta**, v. 365, p. 293-299, 1998.
- SUCHORSKA, T.K.; OSINSK, A.E. Morphological developmental and chemical analyses of 5 forms of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.). **Annals of Warsaw Agricultural University**, n.22, p.17-22, 2001.
- TEIXEIRA, F.F.; SOUZA, I. R.P.; GAMA, E.E.G.; PACHECO, C.A.P.; PARENTONI, S. N.; SANTOS, M.X.; MEIRELLES, W.F.; Avaliação da capacidade de combinação entre linhagens de milho doce. **Ciência e Agrotecnologia**, v.25, n.3, p.438-488, 2001.
- VENÂNCIO, A.M. **Toxicidade aguda e atividade antinociceptiva do óleo essencial do *Ocimum basilicum* L. (manjeriço), em *Mus musculus* (camundongos)**. São Cristóvão: UFS, 2006.108p. Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde).
- VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. Genética biométrica no fitomelhoramento. Ribeirão Preto: **Revista Brasileira de Genética**, 1992. 496p.

VIANA, J. M. S. The parametric restrictions of the Gardner and Eberhart diallel analysis model: heterosis analysis. **Genetics and Molecular Biology**, v. 23, n. 4, p. 869-875, 2000.

VIEIRA, R.F., SIMON, J.E. Chemical characterization of basil (*Ocimum* spp) found in the markets and used in traditional medicine in Brazil. **Economic Botany**, v.54, n.2, p.207-216, 2000.