

RICARDO LIMA DE CASTRO

**DIVERSIDADE GENÉTICA, ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DO
MORANGUEIRO (*Fragaria x ananassa* Duch.) EM CULTIVO ORGÂNICO**

**Tese apresentada à Universidade
Federal de Viçosa, como parte das
exigências do Programa de Pós-
Graduação em Genética e
Melhoramento, para obtenção do
título de “*Doctor Scientiae*”.**

**VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2002**

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

C355d
2002

Castro, Ricardo Lima de, 1973-

Diversidade genética, adaptabilidade e estabilidade do morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.) em cultivo orgânico / Ricardo Lima de Castro. – Viçosa : UFV, 2002.

145p. : il.

Orientador: Vicente Wagner Dias Casali

Tese (doutorado) – Universidade Federal de Viçosa

1. Morango - Cultivo orgânico. 2. Morango - Diversidade genética. 3. Morango - Adaptabilidade. 4. Morango - Estabilidade. 5. Morango - Melhoramento genético. I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 19.ed. 634.7584

CDD 20.ed. 634.7584

RICARDO LIMA DE CASTRO

**DIVERSIDADE GENÉTICA, ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DO
MORANGUEIRO (*Fragaria x ananassa* Duch.) EM CULTIVO ORGÂNICO**

**Tese apresentada à Universidade
Federal de Viçosa, como parte das
exigências do Programa de Pós-
Graduação em Genética e
Melhoramento, para obtenção do
título de “*Doctor Scientiae*”.**

APROVADA: 18 de junho de 2002.

Profa. Leila Trevisan Braz

Dra. Waldênia de Melo Moura

Prof. José Eustáquio de S. Carneiro

**Prof. Márcio H. Pereira Barbosa
(Conselheiro)**

**Prof. Vicente Wagner Dias Casali
(Orientador)**

O amor é o alicerce da vida.

À Cleunice, o amor de minha vida,

Dedico.

Aos meus Avós, Pais, Irmãos e Amigos,

Ofereço.

AGRADECIMENTO

A Deus, pela benção da vida.

Ao Professor Vicente Wagner Dias Casali, a minha sincera gratidão, pela amizade, confiança, pelos ensinamentos e pela orientação dedicada.

Ao Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento da UFV, pela oportunidade de realização deste curso e ao CNPq, pela concessão da bolsa de estudos.

Aos Professores Cosme Damião Cruz e Ricardo Henrique Silva Santos e à Pesquisadora Waldênia de Melo Moura, pela amizade, pelos ensinamentos e pelas valiosas sugestões na elaboração deste trabalho.

Ao bolsista de iniciação científica Lodovino Gemeli Júnior, pelo companheirismo e participação ativa na execução do trabalho.

Ao Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), nas pessoas dos pesquisadores Juarez Antônio Betti e Francisco Antônio Passos, pelas valiosas informações e fornecimento das plantas matrizes.

Aos Professores Márcio Henrique Pereira Barbosa, Tuneo Sedyama, Carlos Sigueyuki Sedyama, Luiz Fernando Finger e Cláudio Horst Bruckner, pelos ensinamentos e sugestões.

Aos estagiários Flávio, Tiago, Ana Paula e Vinícius e aos amigos do Grupo de Agricultura Orgânica (GAO) da UFV, em especial, Tatiana, pela preciosa colaboração.

À minha esposa Cleunice, por compartilhar cada momento desta conquista.

Aos meus avós, Alberto e Aida, pelo apoio e estímulo inestimáveis.

Aos meus pais, José Antônio e Marisa, e aos meus irmãos, Cristina, Filipe, José Antônio e Marcelo, pelo amor, compreensão e incentivo.

Ao Sr. Victor e à Sra. Adélia, pelo apoio e compreensão.

Ao meu tio avô, Aino Victor Ávila Jacques, pelo exemplo de dedicação ao ensino e à pesquisa.

Ao funcionário Ribeiro do Laboratório de Melhoramento de Hortaliças, aos funcionários da Horta Experimental da UFV, e às secretárias Conceição e Rita do Programa de Pós-graduação, pela ajuda e atenção.

Aos amigos, em especial, Aloísio & Luciane, Rogério & Fernanda, Nelson & Taís, Fábio & Alessandra, Devanir & Nair, Charles, Firmino, Frederico, Paulo, Patrícia, Ronaldo, Renan, Ubirajara e Virgínia, pelo agradável convívio.

Enfim, expresso meus sinceros agradecimentos a todas as pessoas que, de alguma forma, contribuíram na realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

RICARDO LIMA DE CASTRO, filho de José Antônio Jacques de Castro e Marisa Lima de Castro, nasceu em 6 de fevereiro de 1973, em Porto Alegre, Rio Grande do Sul.

Estudou na Escola Estadual Florinda Tubino Sampaio, onde completou seus estudos de primeiro e segundo graus. Em 1990, ingressou na Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, RS. Em 1991, durante o curso, foi monitor da disciplina Botânica Agrícola II. De março de 1992 a julho de 1995, exerceu atividades como bolsista de iniciação científica nos projetos 'Identificação e Informatização da Coleção de Gramíneas do Herbário ICN' (CNPq) e 'Processos Biotecnológicos na Propagação de Plantas Hortícolas' (RHAE/CNPq). Graduiu-se Engenheiro Agrônomo em julho de 1995.

Em março de 1996, iniciou o curso de Mestrado em Fitotecnia no Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), concluindo-o em setembro de 1998.

Em março de 1999, iniciou o curso de Doutorado em Genética e Melhoramento na Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa-MG, defendendo tese em 18 de junho de 2002. No mesmo mês, foi nomeado ao cargo de Pesquisador IV - Melhoramento Genético Vegetal, na Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Sul, exercendo suas atividades no Centro de Pesquisa de Cereais (FEPAGRO CEREAIS), São Borja-RS.

CONTEÚDO

	Página
RESUMO	viii
ABSTRACT	x
INTRODUÇÃO	01
REVISÃO DE LITERATURA	04
1. Origem do morangueiro	04
2. Aspectos relevantes da botânica e fisiologia do morangueiro	05
3. Melhoramento genético do morangueiro	06
3.1. Objetivos do melhoramento	07
3.1.1. Qualidade dos morangos	08
3.2 Métodos de melhoramento	10
4. Principais cultivares de morangueiro	11
5. Diversidade genética	13
6. Interação genótipo x ambiente	15
7. Adaptabilidade e estabilidade	16
8. Cultivo orgânico	19
8.1. Melhoramento genético visando o cultivo orgânico	21

	Página
CAPÍTULO 1	22
COMPORTAMENTO DE CULTIVARES DE MORANGUEIRO EM CULTIVO ORGÂNICO	22
1. INTRODUÇÃO	22
2. MATERIAL E MÉTODOS	25
2.1. Avaliação dos morangueiros ‘Campinas’, ‘Dover’ e ‘Princesa Isabel’ em cultivo orgânico com e sem adubação de cobertura..	25
2.2. Avaliação de dez cultivares de morangueiro em cultivo orgânico com alto nível de fertilização	27
2.2.1. Solo	28
2.2.2. Delineamento e condução do experimento	28
2.2.3. Características avaliadas	29
2.2.4. Análise estatística	32
2.3. Avaliação de dez cultivares de morangueiro em cultivo orgânico com baixo nível de fertilização	32
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
3.1. Avaliação dos morangueiros ‘Campinas’, ‘Dover’ e ‘Princesa Isabel’ em cultivo orgânico com e sem adubação de cobertura..	34
3.2. Avaliação de dez cultivares de morangueiro em cultivo orgânico com alto nível de fertilização	37
3.2.1. Desempenho das cultivares	37
3.2.2. Qualidade dos morangos	42
3.2.3. Conservação pós-colheita	45
3.2.4. Índice de desempenho	50
3.3. Avaliação de dez cultivares de morangueiro em cultivo orgânico com baixo nível de fertilização	52
4. RESUMO E CONCLUSÕES	56
CAPÍTULO 2	58
DIVERSIDADE GENÉTICA DO MORANGUEIRO E RESPOSTA AO COMPOSTO ORGÂNICO	58
1. INTRODUÇÃO	58

	Página
2. MATERIAL E MÉTODOS	60
2.1. Delineamento e condução do experimento	60
2.2. Avaliação	62
2.3. Análise estatística	64
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	67
3.1. Diversidade genética	67
3.2. Resposta ao composto orgânico	76
4. RESUMO E CONCLUSÕES	82
CAPÍTULO 3	84
ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DO MORANGUEIRO EM	
CULTIVO ORGÂNICO	84
1. INTRODUÇÃO	84
2. MATERIAL E MÉTODOS	86
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	95
4. RESUMO E CONCLUSÕES	106
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	107
APÊNDICES	123

RESUMO

CASTRO, Ricardo Lima de, D.S. Universidade Federal de Viçosa, junho de 2002. **Diversidade genética, adaptabilidade e estabilidade do morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.) em cultivo orgânico.** Orientador: Vicente Wagner Dias Casali. Conselheiros: Cosme Damião Cruz e Márcio Henrique Pereira Barbosa.

Realizaram-se ensaios de campo e em casa de vegetação, no município de Viçosa-MG, com os objetivos de: a) avaliar a diversidade genética entre cultivares de morangueiro; b) avaliar o comportamento das cultivares, na perspectiva de identificar genitores úteis em programas de melhoramento destinados à produção orgânica; e c) analisar a adaptabilidade e estabilidade de desempenho em cultivo orgânico. As cultivares estudadas foram Camarosa, Campinas, Dover, Oso Grande, Princesa Isabel, Selva, Sequóia, Sweet Charlie, Toyonoka e Tudla. A diversidade genética foi quantificada com base em características agronômicas, em seis doses de composto orgânico (0; 25; 50; 100; 200 e 400 g de matéria seca por 5 dm³ de solo), em experimento conduzido em casa de vegetação. O comportamento das cultivares em cultivo orgânico foi avaliado em ensaios de campo, compreendendo situações de alto e baixo nível de fertilização com composto orgânico. A análise de adaptabilidade e estabilidade foi realizada pelos métodos de Wricke (1962), Eberhart & Russell (1966) e por duas metodologias alternativas propostas por Carneiro (1998), considerando os ambientes de campo e em casa de

vegetação. Constatou-se variabilidade genética principalmente nas doses 50 e 400 g de composto / 5 dm³ de solo, sendo a dose 50 g recomendada nos estudos genéticos relacionados ao baixo nível de adubação orgânica. 'Selva', 'Princesa Isabel' e 'Oso Grande' foram mais efetivos no uso do composto. Os melhores desempenhos em cultivo orgânico foram obtidos por 'Camarosa', 'Oso Grande', 'Sweet Charlie', 'Toyonoka' e 'Tudla'. Os cruzamentos 'Oso Grande' x 'Princesa Isabel' e 'Princesa Isabel' x 'Selva' são recomendáveis, considerando somente a eficácia no uso de composto e a divergência genética das cultivares. No entanto, considerando também o comportamento geral em cultivo orgânico, os cruzamentos 'Sweet Charlie' x 'Oso Grande', 'Oso Grande' x 'Tudla' e 'Camarosa' x 'Oso Grande' são mais indicados. 'Selva' e 'Dover' foram consideradas com maior estabilidade de produção. 'Oso Grande', 'Sweet Charlie' e 'Princesa Isabel' são recomendáveis às condições gerais de cultivo orgânico; 'Camarosa' e 'Tudla' são recomendáveis às condições favoráveis; e 'Oso Grande', 'Selva' e 'Sweet Charlie' são recomendáveis às condições desfavoráveis de cultivo.

ABSTRACT

CASTRO, Ricardo Lima de, D.S. Universidade Federal de Viçosa, June, 2002. **Genetic diversity, adaptability and stability of the strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) in the organic cultivation.** Advisor: Vicente Wagner Dias Casali. Committee Members: Cosme Damião Cruz and Márcio Henrique Pereira Barbosa.

Field and greenhouse experiments were conducted in Viçosa-MG with the objectives of: a) to evaluate the genetic diversity among strawberry cultivars; b) to evaluate the performance of strawberry cultivars, in the perspective of identifying genitors useful in breeding programs for organic production; c) to analyze the adaptability and stability of the yield in organic cultivation. The strawberry cultivars studied were Camarosa, Campinas, Dover, Oso Grande, Princesa Isabel, Selva, Sequoia, Sweet Charlie, Toyonoka and Tudla. The genetic diversity was quantified with base in agronomic characteristics in six doses of organic compost (0; 25; 50; 100; 200 and 400 g of dry matter for 5 dm³ of soil), in greenhouse experiment. The performance of the strawberry cultivars in organic cultivation was evaluated in field experiments with high and low fertilization level of the organic compost. The adaptability and stability analysis were realized by the methods of Wricke (1962), Eberhart & Russell (1966) and for two alternative methodologies proposed by Carneiro (1998), considering the field and greenhouse environments. Genetic variability was verified mainly in the doses 50 and 400 g

of compost / 5 dm³ of soil, being the dose 50 g recommended in the genetic studies related to the low level of organic compost. 'Selva', 'Princesa Isabel' and 'Oso Grande' were more effective in the use of the compost. The best performance in organic cultivation were obtained for 'Camarosa', 'Oso Grande', 'Sweet Charlie', 'Toyonoka' and 'Tudla'. The 'Oso Grande' x 'Princesa Isabel' and 'Princesa Isabel' x 'Selva' crossings are advisable considering only the effectiveness in the use of compost and the genetic divergence of the cultivars. However, the 'Sweet Charlie' x 'Oso Grande', 'Oso Grande' x 'Tudla' and 'Camarosa' x 'Oso Grande' crossings are more suitable also considering the performance in organic cultivation. 'Selva' and 'Dover' were considered with greater production stability. 'Oso Grande', 'Sweet Charlie' and 'Princesa Isabel' are recommended to the general conditions of organic cultivation; 'Camarosa' and 'Tudla' are advisable to the favorable environments; and 'Oso Grande', 'Selva' and 'Sweet Charlie' are recommended to the unfavorable conditions of growing.

INTRODUÇÃO

O morangueiro é cultivado em todos os continentes, especialmente nos Estados Unidos, Espanha, Japão, Itália, Coréia do Sul e Polônia (Branzanti, 1989; Roudeillac, 1999; Resende et al., 1999). A sua popularidade se deve, dentre outros, aos esforços dos melhoristas que, desde o século XIX, têm desenvolvido cultivares adaptadas às mais diversas condições ambientais (Hancock et al., 1996).

No Brasil, a produção de morangos se expande a cada ano, destacando-se como maiores produtores os Estados de Minas Gerais, São Paulo e Rio Grande do Sul. As safras mineira de 1999 e gaúcha de 1996 ultrapassaram 29,6 e 10,3 mil toneladas de morango, respectivamente, segundo estimativas da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural - EMATER/MG e EMATER/RS. Em Minas Gerais, aproximadamente 1.173 hectares são cultivados com morangueiro, com produtividade média de 25 t.ha⁻¹ (Botelho, 1999a). A produção paulista, no período de 1992 a 1996, foi estimada em 28,3 mil toneladas anuais, em cerca de 757 hectares, resultando em receita anual próxima a U\$ 23,6 milhões (Tanaka et al., 2000).

A produção nacional tem sido destinada ao mercado interno. No entanto, nos últimos anos, tem havido pequena exportação da fruta *in natura* ou industrializada a países como Argentina e Chile (Padovani, 1991; Resende et al., 1999).

O número de produtores e pessoas envolvidas com a cultura é considerável, visto que o morangueiro é exigente em tratamentos culturais e

que, no Brasil, vem sendo predominantemente cultivado em pequenas áreas. Considerando tais aspectos, Resende et al. (1999) afirmam que a cultura do morangueiro tem caráter eminentemente social.

Contudo, há sérios problemas na cultura. Devido à suscetibilidade das principais cultivares a diversas doenças e pragas (Paulus, 1990; Dias, 1999; Fadini & Alvarenga, 1999; Tanaka et al., 2000), tem sido praticado o uso intensivo, muitas vezes indevido, de agrotóxicos.

A conscientização sobre os riscos decorrentes do uso de agrotóxicos tem levado ao desenvolvimento e aperfeiçoamento de sistemas de produção orgânicos (Paschoal, 1994). No entanto, os programas de melhoramento genético do morangueiro no Brasil (Camargo & Passos, 1993; Passos, 1999; Santos, 1999b), assim como nos demais países, caracterizam-se pela avaliação e seleção de clones em sistema de cultivo convencional. Dessa forma, as cultivares então recomendadas têm menor desempenho no cultivo orgânico (Gliessman et al., 1990; Gliessman et al., 1995).

Novos patamares de eficiência na agricultura sem agrotóxicos serão alcançados, se programas de melhoramento objetivarem o desenvolvimento de clones adaptados ao cultivo orgânico.

A escolha dos genitores e o planejamento dos cruzamentos são etapas importantes em qualquer programa de melhoramento genético. Cruzamentos envolvendo genitores com maior diversidade genética são indicados quando se deseja alto efeito heterótico e maior heterozigose nas populações segregantes, como é o caso do morangueiro (Hancock et al., 1996).

A eficiência no uso da adubação orgânica e a estabilidade de comportamento das cultivares frente às possíveis variações nas práticas culturais empregadas são aspectos relevantes a serem considerados nos programas de melhoramento destinados ao cultivo orgânico. Não menos importante, é a avaliação da capacidade das cultivares responderem à melhoria das condições de cultivo.

Em razão destas considerações, o presente trabalho foi desenvolvido visando os seguintes objetivos:

- 1) avaliar o comportamento de cultivares de morangueiro em cultivo orgânico, na perspectiva de identificar aquelas potencialmente úteis como genitores em programas de melhoramento (Capítulo 1);

2) estudar a diversidade genética e a eficiência no uso de composto orgânico em dez cultivares de morangueiro (Capítulo 2);

3) analisar a adaptabilidade e estabilidade de cultivares de morangueiro em cultivo orgânico (Capítulo 3).

REVISÃO DE LITERATURA

1. Origem do morangueiro

O morangueiro atualmente cultivado pertence à família Rosaceae, subfamília Rosoideae, tribo Potentilleae, gênero e espécie *Fragaria x ananassa* Duch. (Staudt, 1962; Branzanti, 1989; Harrison et al., 1997).

O gênero *Fragaria* compreende dezessete espécies silvestres, classificadas quanto ao nível de ploidia, com número cromossômico básico igual a sete ($x = 7$) (Staudt, 1989; Hancock, 1990; Hancock & Luby, 1993).

Espécies silvestres de morangueiro devem existir há cerca de cinquenta milhões de anos e seu uso pelo ser humano provavelmente remonta à Idade do Bronze (Staudt, 1953; Rochow, 1958, citados por Otterbacher & Skirvin, 1978). Segundo estudos históricos, o cultivo foi iniciado nas civilizações indígenas da América Pré-Colombiana. Tanto a espécie *Fragaria chiloensis* (L.) Duch., como *Fragaria virginiana* Duch., foram, provavelmente, cultivadas pelos índios (Seelig, 1975).

Na Europa, o cultivo do morangueiro ocorreu somente após o século XIV D.C., ainda assim, em jardins com finalidades ornamental e medicinal (Lesourd, 1931, citado por Otterbacher & Skirvin, 1978). Seelig (1975) menciona que a espécie *Fragaria vesca* L. foi extensivamente cultivada na França e na Inglaterra até o século XVII D.C.

Duchesne (1768) citado por Hancock et al. (1996), em seu clássico trabalho "L'Histoire Naturelle des Fraisiers", documentou a origem do

morangueiro atualmente cultivado. Em 1714, o oficial do exército francês Amedee François Frezier levou cinco plantas da espécie *Fragaria chiloensis* (L.) Duch. à França, por ocasião de sua viagem de retorno, após cumprir missão no Chile. Ao chegar na França, o oficial distribuiu as plantas, dando uma delas ao seu comandante em Brest. Plantas da espécie silvestre *Fragaria virginiana* Duch., procedente da América do Norte, também foram levadas à Europa (Staudt, 1962) e introduzidas na França em 1624, segundo relato de Jean Rodin, jardineiro de Louis XIII, citado por Seelig (1975). O morangueiro cultivado nos dias atuais, *Fragaria x ananassa* Duch., foi originado do cruzamento entre as espécies silvestres *F. chiloensis* e *F. virginiana*, ocorrido, casualmente, nas proximidades de Brest, na França, possivelmente por volta de 1750.

A espécie *Fragaria x ananassa* Duch. é octaplóide ($2n = 8x = 56$). Recentemente, Brighurst (1990) sugeriu a fórmula genômica AAA'A'BBB'B' (2A2A'2B2B') aos octaplóides *F. x ananassa*, *F. chiloensis* e *F. virginiana*, devido às evidências citológicas e genéticas de que estas espécies sejam poliplóides dissômicos, com comportamento meiótico similar ao dos diplóides (Sanford, 1983), conforme observado por Byrne & Jelenkovic (1976) e Arulsekar et al. (1981). O genoma A é considerado homólogo ao genoma do diplóide *F. vesca* (Senanayake & Brighurst, 1967; Brighurst, 1990).

2. Aspectos relevantes da botânica e fisiologia do morangueiro

O morangueiro é planta herbácea, estolonífera e perene (Branzanti, 1989), porém, seu plantio é feito anualmente como medida de controle de viroses (Betti, 1972; Betti et al., 1995-1998; Fachinello, 1999). Mudanças têm sido produzidas a partir de plantas matrizes isentas de vírus, obtidas por cultura de meristemas (Daniels & Assis, 1983; Teixeira, 1985; Assis, 1999; Calvete et al., 2000).

O morangueiro possui raízes fasciculadas, concentradas (90%) nos primeiros 25 cm de profundidade do solo. Seu caule é curto e em forma de coroa, devido ao reduzido comprimento dos entrenós. As folhas são trifolioladas, possuem pecíolo e estípulas e formam rosetas sobre a coroa. Os folíolos geralmente têm forma oval, coloração que varia entre verde-escuro e verde-claro, bordas mais ou menos serrilhadas e tricomas conforme a cultivar.

Das axilas das folhas, desenvolvem-se os estolões e as inflorescências. Os estolões, caules flexíveis e rastejantes que emitem raízes e parte aérea a espaços regulares, constituem-se no principal método de propagação. As inflorescências do morangueiro são cimeiras, constituídas por ramos bifurcados com uma flor hermafrodita em cada bifurcação. A flor individual geralmente é composta por cinco a dez sépalas verdes, cinco pétalas ovais brancas, numerosos pistilos e 24 a 36 estames. Os pistilos dispõem-se em espiral no centro da flor, sobre o receptáculo carnoso que depois se torna succulento, constituindo a parte comestível. Os estigmas estão receptivos antes da liberação de pólen da mesma flor (protoginia), o que favorece a polinização cruzada. Os frutos são aquênios, encontrados em número variável (geralmente entre 150 e 200) na superfície dos morangos. Cada aquênio contém uma única semente. O morango, popularmente denominado fruto, é, na verdade, pseudofruto formado pela hipertrofia do receptáculo floral (Wright, 1973; Branzanti, 1989; Padovani, 1996; Queiroz-Voltan et al., 1996).

A temperatura e o fotoperíodo são os fatores climáticos mais importantes no desenvolvimento do morangueiro (Maas & Cathey, 1987; Nicoll & Galletta, 1987). De acordo com a sensibilidade ao fotoperíodo, as cultivares são classificadas em três grupos: (1) sensíveis ao fotoperíodo curto; (2) sensíveis ao fotoperíodo longo (reflorescentes); e (3) insensíveis ao fotoperíodo (neutros). No Brasil, as cultivares são, em sua grande maioria, sensíveis ao fotoperíodo curto, ou seja, a indução floral ocorre nos dias em que o período de luz é inferior a 14 horas e as temperaturas são moderadas; por outro lado, o desenvolvimento de estolões ocorre em dias longos, com temperaturas mais elevadas (Rice Jr., 1990; Ronque, 1998; Duarte Filho et al., 1999).

Temperaturas abaixo de 10°C favorecem a floração (Duarte Filho et al., 1999). Contudo, a exigência de frio depende da cultivar, variando de 300 a 700 horas acumuladas com temperaturas entre 2 e 7°C (Ronque, 1998), e pode ser suprida antes do plantio, no viveiro ou mesmo pela conservação das mudas em câmaras frias (Branzanti, 1989; Duarte Filho et al., 1999).

3. Melhoramento genético do morangueiro

O melhoramento do morangueiro provavelmente foi iniciado quando índios desconhecidos que habitavam o Chile, ainda na América pré-

Colombiana, selecionaram plantas silvestres com frutos de excepcional tamanho (Costa & Pinto, 1977).

Os primeiros cruzamentos possivelmente foram realizados por Duchesne, em 1760, quando estudava e caracterizava as espécies de morangueiro existentes (Tessarioli Neto, 1982). Em 1817, Thomas Andrew Knight, horticultor inglês, obteve, por meio de cruzamentos controlados presumivelmente entre as espécies *F. chiloensis* e *F. virginiana*, os clones 'Downton' e 'Elton' (Hancock et al., 1996). Nos anos seguintes, assim como Thomas Knight, outros melhoristas amadores dedicaram esforços no melhoramento do morangueiro, sendo obtido considerável progresso (Sjulin & Dale, 1987; Johnson Jr., 1990). No entanto, a partir do século XX, com o envolvimento de instituições de pesquisa e universidades públicas nos programas de melhoramento, em vários países do mundo, o progresso tem sido muito maior (Galletta, 1980; Daubeney, 1990; Lawrence et al., 1990; Camargo & Passos, 1993; Hancock et al., 1996).

No Brasil, os trabalhos de melhoramento genético do morangueiro têm sido realizados especialmente pelo Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), Campinas-SP (Camargo & Passos, 1993; Passos, 1999), pelo Centro de Pesquisa Agropecuário de Clima Temperado (CPACT) - EMBRAPA Clima Temperado, localizado em Pelotas-RS (Santos, 1999b), e pelas universidades públicas (Cunha & Biaggioni, 1990).

3.1. Objetivos do melhoramento

Segundo Hancock et al. (1996), melhoristas norte-americanos, as características da planta comumente consideradas nos programas de melhoramento do morangueiro são: produtividade, vigor, hábito de frutificação (sensibilidade ao fotoperíodo), tempo e uniformidade de maturação, resistência ao frio, resistência a geadas (flores), tolerância a altas temperaturas, período de dormência e resistência a doenças e pragas. E as características do fruto são: flavor (sabor e aroma), tamanho, simetria, formato, firmeza e cor da polpa e da epiderme, brilho, fácil separação do cálice, teor de vitaminas, teor de sólidos solúveis, acidez e resistência a podridões.

A produção, em número e peso de morangos, a exigência de frio, a resposta ao fotoperíodo e à temperatura e o tamanho, a cor, o sabor, a firmeza

da polpa e a resistência da epiderme dos frutos são, segundo Santos (1999a), pesquisador do CPACT - EMBRAPA, as principais características alvo nos programas de melhoramento.

No julgamento de clones visando a produção de morangos *in natura*, as características desejáveis, de acordo com o programa do Instituto Agronômico de Campinas (IAC) (Camargo & Passos, 1993), são: (1) alta produtividade; (2) formação de morangos grandes, lisos, vermelhos, brilhantes, firmes, capazes de resistir ao transporte; (3) frutificação precoce e prolongada com regularidade por cerca de cinco meses; (4) morango com sabor adocicado e pouco ácido; (5) flores completas com estames bem desenvolvidos; (6) facilidade de propagação, mas sem excessiva produção de estolões; e (7) tolerância às pragas e moléstias.

No caso da produção ser destinada ao processamento industrial, são desejáveis aquênios pequenos, claros e em pouco número, fácil separação do cálice e morangos com intensa coloração vermelha e polpa firme (Camargo & Passos, 1993).

Cunha et al. (1995) estudaram o comportamento de híbridos de morangueiro desenvolvidos na Faculdade de Ciências Agrônomicas da Universidade Estadual Paulista (FCA-UNESP). Os caracteres avaliados pelos pesquisadores foram: número e peso de morangos comercializáveis, precocidade e resistência à *Mycosphaerella fragariae*; peso médio e teor de sólidos solúveis dos frutos.

3.1.1. Qualidade dos morangos

O morango exerce atração peculiar em decorrência de sua cor vermelho-brilhante, aroma envolvente e sabor característico, adocicado e levemente ácido (Lima, 1999). Os atributos sensoriais da qualidade dos morangos são flavor (sabor e aroma) e aparência (cor, formato, tamanho e textura) (Shamaila et al., 1992; Ferrari et al., 2001).

O sabor, principal característica que determina a aceitação pelo consumidor (Ford et al., 1997; Flores-Cantillano, 1999), é condicionado, em grande parte, pela relação de açúcares e ácidos orgânicos do fruto (Shaw, 1990; Wozniak et al., 1997). Os açúcares predominantes são glicose, frutose e sacarose, enquanto os principais ácidos orgânicos são os ácidos cítrico e

málico (Shaw, 1988; John & Yamaki, 1994; Lima, 1999). O morango tem alto conteúdo de água ($\approx 90\%$) e consideráveis teores de cálcio, fósforo e vitamina C, esta, na forma de ácido ascórbico (Ronque, 1998; Lima, 1999).

Os ácidos orgânicos, além de condicionarem o flavor, regulam o pH celular e influenciam a formação de pigmentos e, conseqüentemente, a coloração dos morangos (Sistrunk & Cash, 1978; Flores-Cantillano, 1999). A cor vermelha atrativa se deve à presença de pigmentos de antocianinas (Montero et al., 1996), que são compostos fenólicos, tais como os ácidos clorogênico, p-cumárico e neoclorogênico (Lima, 1999).

A modificação da cor, devida à destruição da clorofila e síntese de antocianinas, é o indicador mais claro do amadurecimento dos frutos (Montero et al., 1996). O conteúdo total de açúcares aumenta significativamente até o completo amadurecimento do morango; aumento considerável também é observado no teor de ácido ascórbico, no entanto, a acidez total diminui (Avigdori-Avidov, 1986).

A textura é determinada pela estrutura das substâncias pécticas (polissacarídeos), cujos teores também variam durante o amadurecimento dos frutos. As substâncias pécticas são constituídas por esqueletos básicos de α -1,4 galacturonana, entremeados com resíduos de ramnose em ligações 2 e 2,4. Estes resíduos podem servir de pontos de ramificação, em que se ligam cadeias laterais de açúcares neutros, principalmente galactose e arabinose. Estas cadeias formam partes muito ramificadas e ligam pectinas com hemiceluloses. (Mangas et al., 1992). A solubilização das substâncias pécticas conduz à perda da firmeza dos morangos, prejudicando sua conservação pós-colheita (Huber, 1983; Huber, 1984; Garnier et al., 1994; García et al., 1996b; Scaloni et al., 1996).

Apesar das excelentes características organolépticas, o morango é altamente perecível, com alta taxa respiratória e limitada conservação pós-colheita. Em virtude dos altos teores de água, açúcares e ácidos, ele se torna substrato ideal à proliferação de organismos patogênicos que causam consideráveis danos durante o transporte, comercialização e armazenamento à temperatura ambiente (Kader, 1992; Lima, 1999).

Várias técnicas vêm sendo pesquisadas e desenvolvidas objetivando minimizar e prevenir as perdas pós-colheita, garantir a manutenção da

qualidade e prolongar a vida útil dos morangos. Dentre elas estão a colheita nos estádios iniciais de maturação, o controle da atmosfera e da temperatura de armazenamento, a irradiação, o controle biológico e as práticas culturais (Li & Kader, 1989; Chéour et al., 1990; Mitchell, 1992; Larsen & Watkins, 1995a; García et al., 1996a; Ronque, 1998; Lima, 1999). O armazenamento em atmosfera modificada por filmes de polietileno, com espessuras controladas, constitui-se em técnica de baixo custo e promissora, pois prolonga a vida útil de frutas e hortaliças, limitando as trocas respiratórias e a degradação por microorganismos (Guichard et al., 1992; Smith & Skog, 1993; Larsen & Watkins, 1995b; Scalón et al., 1996; Flores-Cantillano, 1999).

A avaliação subjetiva da qualidade do morango é realizada por meio de painel de degustação. Neste, os julgadores provam os morangos e dão notas, em escalas previamente definidas, aos atributos sabor (doçura e acidez), aroma, formato, cor e textura (Reitmeier & Nonnecke, 1991; Wozniak et al., 1997). As cultivares normalmente são identificadas por códigos, evitando possíveis influências dos julgadores. Fatores como condições de cultivo, produtor, época de colheita, estágio de maturação, entre outros, também podem ser considerados na avaliação (Ford et al., 1997).

3.2. Métodos de melhoramento

As cultivares de morangueiro têm elevado nível de heterozigose e as plântulas obtidas via sementes, expressam ampla variabilidade. O cruzamento e subsequente seleção de indivíduos da progênie tem sido o método mais utilizado no melhoramento. Cultivares de expressiva importância foram assim desenvolvidas (Camargo, 1957; Bringhurst & Voth, 1980; Tessarioli Neto, 1982; Campinas, 1989; Johnson et al., 1990; Camargo & Passos, 1993; Martinelli et al., 1995; Hancock et al., 1996; Santos, 1999a). A propagação vegetativa possibilita que os genótipos selecionados, tão logo identificados, sejam lançados como novas cultivares.

A divergência genética entre os genitores é desejada a fim de evitar a endogamia que, freqüentemente, resulta na perda de vigor e redução da produtividade (Costa & Pinto, 1977; Melville et al., 1980; Hancock et al., 1996).

Hibridação interespecífica (Evans, 1982a; Evans, 1982b; Scott et al., 1984; Ahmadi & Bringhurst, 1992) e intergenérica (Senanayake & Bringhurst,

1967; Smith & Jones, 1985), mutação (Hancock et al., 1996), micropropagação (Boxus, 1974; Boxus et al., 1977; James & Newton, 1977; Kartha et al., 1980; Calvete et al., 2000), variação somaclonal (Jones et al., 1988; Nehra et al., 1992; Castro, 1998; Flores et al., 1999), seleção *in vitro* (Ferrer et al., 1993) e transformação genética (Nehra et al., 1990a; Nehra et al., 1990b) vêm sendo empregadas como técnicas auxiliares no melhoramento do morangueiro.

4. Principais cultivares de morangueiro

As principais cultivares plantadas no Estado de Minas Gerais são Campinas, Dover, Princesa Isabel, Oso Grande e Toyonoka (Botelho, 1999a; Botelho, 1999b). Em São Paulo, além desses, se destacam as cultivares Lassen, Tudla, Pajaro, Sweet Charlie e Aleluia, sendo que 'Oso Grande', 'Sweet Charlie' e 'Tudla', pela produtividade e qualidade dos frutos, são consideradas as mais promissoras (Cruz, 1999). No Rio Grande do Sul, até o final da década passada, 'Campinas' e 'Oso Grande' predominavam nos cultivos (Godoy, 1998).

A cultivar 'Campinas' foi desenvolvida no IAC (Instituto Agrônomo de Campinas) na década de cinquenta, causando considerável aumento na produtividade e qualidade dos morangos então produzidos no país. Após trinta anos do lançamento, 'Campinas' ainda era a cultivar mais plantada nos principais estados produtores (Camargo & Passos, 1993) e continua tendo expressiva importância até os dias de hoje (Godoy, 1998; Botelho, 1999a; Botelho, 1999b; Cruz, 1999).

Peche Filho & Luca (1997) recomendam as cultivares Campinas, Toyonoka, Dover e Sequóia nos plantios destinados à produção orgânica. Dentre sete cultivares avaliadas em cultivo orgânico no município de Domingos Martins, ES, 'Dover', 'Camarosa' e 'Princesa Isabel' foram as mais produtivas, sendo que 'Dover' e 'Camarosa' também se destacaram quanto à conservação pós-colheita dos frutos (Souza et al., 2001).

Algumas cultivares de morangueiro são consideradas promissoras no cultivo orgânico em Minas Gerais, com destaques:

Camarosa - Lançada nos Estados Unidos em 1992, originada do cruzamento entre 'Douglas' e o clone 'Cal 85.218-605', realizado em 1988 na "University of Califórnia", Davis. Planta sensível ao fotoperíodo curto, muito

vigorosa. Morango grande, firme, cônico-achatado, com sabor e aroma agradáveis. Alta produtividade. Moderadamente suscetível à micosferela (*Mycosphaerella fragariae*), resistente à oídio (*Sphaeroteca macularis*) e tolerante a viroses (Daubeny, 1994).

Campinas - Desenvolvida no IAC, a partir do cruzamento entre as cultivares norte-americanas Donner e Tahoe, realizado em 1955. Planta sensível ao fotoperíodo curto, vigorosa, semi-ereta, com folhas arredondadas e verde-escuras. Morango adocicado, cônico-alongado, vermelho-rosado e brilhante externamente e rosa internamente. Boa produtividade. Tolerante à murcha de *Verticillium* (*Verticillium alboatrum*), diplocarpom (*Diplocarpon earlianum*) e oídio (*Sphaeroteca macularis*) (Camargo & Passos, 1993; Santos, 1993).

Dover - Desenvolvida na “University of Florida”, Estados Unidos; lançada em 1979. Planta sensível ao fotoperíodo curto. Morango muito firme, com boa conservação pós-colheita, porém, com sabor ácido. Alta produtividade. Tolerante a fungos de solo (Passos, 1999; Multiplanta, 2002).

Oso Grande - Desenvolvido na “University of California”, Davis, a partir do cruzamento entre ‘Parker’ e o clone ‘Cal 77.3-603’ (‘Tioga’ x ‘Pajaro’); lançado em 1987. Planta sensível ao fotoperíodo curto, vigorosa, com folhas de coloração verde-escura intensa. Morango muito grande, firme, cônico, com flavor sub-ácido, vermelho brilhante externamente e mais claro internamente, muito resistente ao transporte. Alta produtividade. Suscetível à micosferela (*Mycosphaerella fragariae*) e tolerante a viroses (Daubeny, 1994; Godoy, 1998).

Princesa Isabel - Desenvolvida no IAC, a partir do cruzamento entre ‘Alemanha’ e ‘IAC Jundiá’; lançada em 1988. Planta sensível ao fotoperíodo curto, vigorosa, semi-ereta, com folhas verde-claras (levemente claras) e formato tendendo ao elíptico. Morango suavemente adocicado, grande, cônico-alongado, firme, vermelho-claro e brilhante externamente; exposto na planta, o que propicia maior facilidade de colheita. Alta produtividade. Suscetível à micosferela (*Mycosphaerella fragariae*) e à flor-preta (*Colletotrichum acutatum*), mas resistente à antracnose no rizoma (*Colletotrichum fragariae*) (Campinas, 1989; Camargo & Passos, 1993; Tanaka et al., 1995; Passos, 1999).

Selva - Desenvolvida na “University of California“, Davis. Planta insensível ao fotoperíodo, vigorosa, adaptada a baixa fertilidade do solo. Morango de tamanho médio, firme, cônico-achatado, vermelho brilhante externamente. Alta produtividade. (Llahhuen Agrícola, [ca. 1998]; Santos, 1999a).

Sequóia - Desenvolvida na “University of California“, Davis, a partir do cruzamento entre os clones ‘Cal 52.16-15’ e ‘Cal 51s1-1’. Planta sensível ao fotoperíodo curto, ereta, com folhas de coloração verde intermediário. Morango com aroma envolvente, grande, cônico a globular, vermelho-rosado externamente. Boa produtividade. (Queiroz-Voltan et al., 1996).

Sweet Charlie - Desenvolvida na “University of Florida“, Estados Unidos. Originado do cruzamento entre o clone ‘FI 80-456’ e ‘Pajaro’; lançada em 1994. Planta sensível ao fotoperíodo curto, vigorosa e precoce. Morango grande, moderadamente firme, vermelho-alaranjado externamente e alaranjado internamente, com flavor agradável e formato cônico (muito atrativo). Boa produtividade. Tolerante à antracnose (Daubeny, 1995).

Toyonoka - Desenvolvida no Japão; lançada em 1983. Planta sensível ao fotoperíodo curto e adaptada a regiões quentes. Morango grande, firme, globular, com flavor doce. Boa produtividade. Suscetível à oídio (*Sphaeroteca macularis*) e moderadamente suscetível à fusariose (Daubeny, 1995).

Tudla - Também chamada de ‘Milsei’. Desenvolvida em Tudela, Espanha, sendo lançada em 1992. Planta sensível ao fotoperíodo curto e precoce. Morango grande, firme, vermelho brilhante externamente. Alta produtividade. Sensível a fungos de solo (Llahhuen Agrícola, [ca. 1998]; Multiplanta, 2002).

5. Diversidade genética

A importância da diversidade genética está no fato de que cruzamentos que envolvem genitores geneticamente divergentes (com diferenças nas frequências alélicas) são os mais convenientes em produzir alto efeito heterótico na progênie e maior variabilidade genética nas gerações segregantes (Falconer, 1987).

Entretanto, a escolha de genitores com base apenas na diversidade pode não ser boa estratégia de melhoramento, sendo importante levar em

consideração o desempenho “per si” (Cruz et al., 1994b). O procedimento mais apropriado é a realização de cruzamentos entre genótipos divergentes, mas que tenham desempenho superior em relação às principais características.

A diversidade genética tem sido quantificada por métodos preditivos, que tomam por base as diferenças agronômicas, morfológicas, fisiológicas e/ou bioquímicas entre os genótipos e não requerem a obtenção prévia das combinações híbridas, que, em certas situações, é dificultada pelo grande número de genótipos disponíveis e/ou pela dificuldade de realização da polinização manual, como no caso de muitas espécies autógamas (Miranda et al., 1988).

Na análise da diversidade genética pelos métodos preditivos, vários procedimentos estatísticos multivariados podem ser aplicados, tais como a análise de agrupamento a partir de medidas de dissimilaridade (distância D^2 de Mahalanobis e distâncias euclidianas), análise por componentes principais e análise por variáveis canônicas. A escolha do método mais adequado tem sido determinada pela precisão desejada, pela facilidade de análise e pela forma como os dados foram obtidos (Cruz & Regazzi, 1997).

A vantagem das técnicas de análise multivariada em relação à univariada é que aquelas permitem identificar combinações mais promissoras em relação a várias características simultaneamente (Miranda et al., 1988). Neste aspecto, tem-se verificado maior eficiência na predição do comportamento de híbridos quanto à produtividade média, na medida em que é aumentado o número de características envolvidas no cálculo das distâncias entre genótipos (Cruz et al., 1994a).

A finalidade da análise por agrupamento é reunir, de acordo com algum critério de classificação, as amostras em grupos, de tal forma que haja homogeneidade dentro e heterogeneidade entre grupos (Mardia et al., 1979). Inicialmente, estima-se a dissimilaridade entre os genótipos, sendo a distância D^2 de Mahalanobis (Mahalanobis, 1936), por ter a vantagem de considerar correlações residuais entre os caracteres (maior precisão), recomendada em estudos de diversidade genética destinados à identificação de genitores em cruzamentos (Maluf et al., 1983; Cruz & Regazzi, 1997). A importância relativa dos vários caracteres utilizados na estimativa da distância generalizada de Mahalanobis pode ser avaliada pela metodologia de Singh (1981).

Obtidas as estimativas de distâncias entre as amostras, a etapa seguinte consiste na adoção de técnica de agrupamento visando a formação dos grupos. Dentre as diversas técnicas disponíveis, o método de otimização de Tocher (Rao, 1952) tem sido muito utilizado no melhoramento de plantas. Neste método, os grupos são estabelecidos adotando-se o critério da distância média intragrupo inferior a qualquer distância média intergrupos, sendo o valor médio máximo da distância intragrupo o valor máximo de D^2 obtido no conjunto de menores distâncias, envolvendo cada par de genótipos, ou estabelecido arbitrariamente.

Embora ganhos genéticos consideráveis tenham sido obtidos na cultura do morangueiro, ainda relativamente poucos genótipos têm sido utilizados nos programas de melhoramento. O total de cinquenta e três clones figuram na genealogia das cultivares norte-americanas lançadas desde 1960, mas, destes, apenas sete contribuíram com cerca de 50% dos genes nucleares (Sjulin & Dale, 1987; Galletta & Maas, 1990) e somente dezessete contribuíram na constituição citoplasmática das cultivares (Dale & Sjulin, 1990). Nos últimos anos, com o avanço da biotecnologia, técnicas moleculares têm sido empregadas na avaliação da diversidade genética em morangueiro (Hancock et al., 1994; Graham et al., 1996; Landry et al., 1997; Degani et al., 1998).

A avaliação da diversidade por métodos preditivos têm sido utilizada em diversas hortaliças, como alface (Rodrigues, 1995; Lédo, 1998), tomate (Maluf et al., 1983; Amaral Jr., 1996), pimentão (Miranda et al., 1988; Oliveira, 1997; Moura et al., 1999), pimenta (Schuelter, 1996), moranga (Amaral Jr. et al., 1996), feijão-vagem (Maluf & Ferreira, 1983), entre outros, com resultados satisfatórios.

6. Interação genótipo x ambiente

A manifestação fenotípica resulta da ação do genótipo sob influência das condições do meio. Entretanto, quando vários ambientes são considerados, além dos efeitos genéticos e ambientais detecta-se o efeito adicional proporcionado pela interação entre os mesmos (Cruz & Regazzi, 1997).

Robertson (1959) divide a interação genótipo x ambiente em partes simples e complexa. A parte simples é proporcionada pela variabilidade de comportamento dos genótipos nos ambientes, sem, contudo, haver alteração

em suas posições relativas. Já a parte complexa resulta da falta de correlação entre os desempenhos dos genótipos, de modo que tenham diferentes respostas às variações ambientais, havendo alterações em suas posições relativas nos ambientes.

A interação genótipo x ambiente tem sido minimizada por várias maneiras, entre as quais, se destacam: (1) a capitalização favorável da interação, ou seja, a identificação de cultivares específicos à cada tipo de ambiente; (2) o emprego de cultivares com ampla adaptabilidade e boa estabilidade; e (3) a estratificação da região em sub-regiões com características ambientais mais semelhantes (Allard & Bradshaw, 1964; Eberhart & Russell, 1966; Liang et al., 1966; Tai, 1971; Cordeiro et al., 1983; Ramalho et al., 1993; Cruz & Regazzi, 1997).

7. Adaptabilidade e estabilidade

Conceitualmente, adaptabilidade refere-se à capacidade dos genótipos responderem vantajosamente à melhoria do ambiente. Já estabilidade refere-se à capacidade dos genótipos terem comportamento altamente previsível em função das variações ambientais (Mariotti et al., 1976; Cruz & Regazzi, 1997). Morais (1980) associa esta definição de estabilidade como estabilidade de comportamento, que não deve ser confundida com estabilidade fenotípica, a qual refere-se à capacidade dos genótipos manifestarem pequenas variações no seu comportamento geral em diferentes ambientes (Finlay & Wilkinson, 1963; Allard & Bradshaw, 1964; Eberhart & Russell, 1966; Tai, 1971; Marshal & Brown, 1973).

Dentre os conceitos mais recentes, considera-se ideal o genótipo com alta capacidade produtiva, alta estabilidade, pouco sensível às condições adversas dos ambientes desfavoráveis, mas capaz de responder satisfatoriamente à melhoria do ambiente (Verma et al., 1978; Silva & Barreto, 1985; Cruz et al., 1989).

Atualmente, há mais de uma dezena de metodologias de análise da adaptabilidade e estabilidade destinadas à avaliação de genótipos em vários ambientes. Essas metodologias são fundamentadas na existência de interação genótipo x ambiente e distinguem-se nos conceitos de estabilidade adotados e em princípios estatísticos. A escolha do método de análise depende,

principalmente, do número de ambientes disponíveis, da precisão necessária e do tipo de informação desejada. Deve-se também considerar que alguns métodos são alternativos, enquanto outros são complementares, podendo ser utilizados conjuntamente (Cruz & Regazzi, 1997).

Wricke (1962) desenvolveu o método no qual o parâmetro de estabilidade foi denominado “ecoalência”, sendo obtido pela decomposição da soma de quadrados da interação genótipos x ambientes (SQGxA) nas partes devidas a genótipos isolados. O genótipo com maior ‘ecoalência’ é aquele que tem menor contribuição na soma de quadrados da interação genótipo x ambiente.

A metodologia proposta por Wricke (1962) tem a vantagem de ser aplicada a situações com baixo número de ambientes e as desvantagens da imprecisão do parâmetro de estabilidade, inerente a qualquer componente de variância, da falta de informações a respeito dos ambientes avaliados e do direcionamento da resposta dos genótipos à variação ambiental. Basicamente as mesmas vantagens e desvantagens da metodologia proposta por Plaisted & Peterson (1959), estando de certa forma inter-relacionadas, uma vez que as estimativas de Wricke são obtidas pela decomposição da SQGxA, enquanto as de Plaisted & Peterson são obtidas pela decomposição do componente de variância da interação genótipo x ambiente ($\hat{\sigma}_{ga}^2$) (Cruz & Regazzi, 1997).

A metodologia proposta por Eberhart & Russel (1966) se fundamenta na regressão linear do desempenho de cada genótipo em relação ao índice ambiental, obtido pela diferença entre a média de todos os genótipos, em dado ambiente, e a média geral. Os parâmetros de adaptabilidade e estabilidade estão relacionados com a média do genótipo (β_{0i}), com o coeficiente de regressão linear (β_{1i}) e com o componente de variância dos desvios da regressão (σ_{di}^2). Genótipos com maior desempenho são considerados adaptados, sendo que aqueles com coeficiente de regressão não diferente da unidade ($\beta_{1i} = 1$) são considerados de adaptabilidade geral; e aqueles cujos coeficientes de regressão diferem da unidade são considerados de adaptabilidade específica a ambientes favoráveis ou desfavoráveis, respectivamente, se o coeficiente de regressão for maior ($\beta_{1i} > 1$) ou menor (β_{1i}

< 1) que a unidade. O componente de variância dos desvios da regressão (σ_{di}^2) quantifica a estabilidade de comportamento. Genótipos com $\sigma_{di}^2 = 0$ são considerados de alta estabilidade ou previsibilidade; enquanto genótipos com $\sigma_{di}^2 > 0$ são considerados com baixa estabilidade ou previsibilidade.

Na metodologia de Eberhart & Russell (1966), assim como na de Finlay & Wilkinson (1963), o índice ambiental é quantificado pelo desempenho dos próprios genótipos estudados. Dessa forma, o estimador do coeficiente de regressão linear não é consistente, pois a variável independente está associada a erros (Tai, 1971). Além disso, o método não identifica genótipos pouco sensíveis às condições adversas dos ambientes desfavoráveis, mas capaz de responder satisfatoriamente à melhoria do ambiente (Verma et al., 1978; Silva & Barreto, 1985; Cruz et al., 1989). Contudo, o método fornece informações a respeito dos ambientes avaliados e do direcionamento da resposta dos genótipos à variação ambiental.

Lin & Binns (1988) definiram como medida de estabilidade, o quadrado médio da distância entre a média da cultivar e a média máxima em cada ambiente (estatística P_i). Visando o aprimoramento desta metodologia, Carneiro (1998) propôs algumas modificações, com base nos seguintes aspectos:

- a) o parâmetro expressa apenas a adaptabilidade geral, entretanto, há tendência de que as recomendações sejam feitas particularizando-se ambientes favoráveis e desfavoráveis;
- b) a distância entre a média do genótipo e os pontos máximos pode ser inadequada na análise de certas características;
- c) a distribuição das médias máximas nos ambientes pode não corresponder à expectativa ótima, portanto, é desejável que a distribuição dos pontos de referência sejam concordantes com a expectativa de desempenho do genótipo preconizado ideal, qual seja, produtivo e invariante em ambientes desfavoráveis, mas altamente responsivo à melhoria do ambiente;
- d) dados obtidos em ambientes com maior precisão experimental devem ter maior peso na estimação do parâmetro de adaptabilidade e estabilidade;

- e) a estimação do parâmetro deve considerar a similaridade entre os ambientes;
- f) a possibilidade de análise multivariada, considerando várias características simultaneamente.

Objetivando recomendações específicas aos ambientes favoráveis e desfavoráveis, Carneiro (1998) propôs a decomposição da estatística P_i , sugerindo sua estimação considerando as duas classes de ambientes separadamente. Entre outros métodos alternativos, Carneiro (1998) também propôs o método da distância em relação à cultivar ideal, definida com base no modelo estatístico de Cruz et al. (1989). Por esta metodologia, o genótipo mais próximo da cultivar ideal é aquele com a maior estimativa do parâmetro de adaptabilidade e estabilidade (denominado MAEC).

Trabalhos envolvendo a análise de adaptabilidade e estabilidade em morangueiro são raros na literatura, no entanto, o desempenho dos clones tem sido avaliado em diferentes locais e anos com o objetivo de identificar os mais promissores ao cultivo, considerando a região total de representatividade dos ensaios, ou sub-regiões específicas (Roudeillac et al., 1997; Santos, 1999a).

8. Cultivo orgânico

O termo agricultura orgânica é comumente usado com o sentido de agricultura alternativa. Prova disso é a IFOAM (International Federation of Organic Agriculture Movements), que apesar de ser federação de agricultura orgânica, reúne associações de todos os modelos não convencionais de agricultura (agricultura biodinâmica, biológica, bionômica, ecológica, natural, permacultura, etc); o sentido é, pois, de agricultura alternativa (Paschoal, 1994).

Segundo a Associação Mineira para Certificação de Produtos Orgânicos (Minas Orgânica, 2002) agricultura orgânica é o “conjunto de técnicas agrícolas e de preservação ambiental, adaptadas conforme a realidade local, de acordo com os princípios da qualidade de vida e do desenvolvimento sustentável”.

Paschoal (1990) define agricultura orgânica como “o método de agricultura que visa o estabelecimento de sistemas agrícolas ecologicamente equilibrados e estáveis, economicamente produtivos em grande, média e pequena escalas, de elevada eficiência quanto à utilização dos recursos

naturais de produção e socialmente bem estruturados, que resultem em alimentos saudáveis, de elevado valor nutritivo e livres de resíduos tóxicos, e em outros produtos agrícolas de qualidade superior, produzidos em total harmonia com a natureza e com as reais necessidades da humanidade”.

Na denominação alimentos orgânicos, incluem-se todos os produtos alimentícios (inclusive plantas medicinais) produzidos conforme técnicas e normas da agricultura orgânica, sendo processados, manufaturados, embalados, estocados e transportados sob critérios específicos, de modo a preservar o máximo de seus valores nutricionais e biológicos, não sendo permitido o uso de aditivos artificiais, nem de agrotóxicos sintéticos, de fertilizantes minerais altamente solúveis, de drogas veterinárias convencionais e de irradiações ionizantes (Paschoal, 1994).

A qualidade dos alimentos orgânicos é assegurada pela existência do selo oficial de garantia, fornecido pelas associações de agricultura orgânica. Estas associações são responsáveis pelo sistema de certificação de agricultores e de firmas, prestando assessoramento técnico e controle fiscalizador.

Embora existam regras gerais (Minas Orgânica, 2002), cada cultura tem suas particularidades em relação às práticas e produtos empregados na agricultura orgânica. No cultivo orgânico do morangueiro, é imprescindível a retirada de folhas senescentes e/ou com sintomas de doença, periodicamente, na lavoura (Peche Filho & Luca, 1997). Caldas protetoras e biofertilizantes têm sido aplicados, também periodicamente, visando o controle de doenças e pragas. Souza & Costa (2001) verificaram menor incidência de micosferela (*Mycosphaerella fragariae*) em plantas tratadas, semanalmente, com calda Viçosa (Abreu Júnior, 1998), independentemente de sua dosagem. Contudo, atualmente, a calda Viçosa, por conter uréia, tem restrição de uso no cultivo orgânico.

A calda bordalesa (Guazzelli, 1985) é recomendada no controle preventivo de doenças fúngicas e a calda sulfocálcica (Abreu Júnior, 1989), principalmente, no controle de insetos pragas. Peche Filho & Luca (1997) recomendam aplicações alternadas das caldas bordalesa (a 0,5%) e sulfocálcica (1,5 L de calda em 100 L de água) até a floração do morangueiro. Após a floração, somente a calda bordalesa. A calda sulfocálcica deve ser

aplicada somente 25 a 30 dias após a calda bordalesa. Porém, a bordalesa pode ser aplicada 15 dias após a sulfocálcica (Peche & Filho, 1997). A frequência de aplicação da calda bordalesa merece especial atenção, pois pode resultar em excesso de cobre na lavoura. O mercado europeu limita a aplicação de cobre à dose de 8 kg.ha⁻¹.

A adubação de cobertura, em seis aplicações espaçadas de um mês, conforme recomendado por Peche & Filho (1997) e tradicionalmente adotada na cultura do morangueiro, pode ser inadequada no cultivo orgânico, visto o desuso de adubos químicos de alta solubilidade.

8.1. Melhoramento genético visando o cultivo orgânico

Freqüentemente, a produtividade no cultivo orgânico tem sido inferior àquela obtida no cultivo convencional, tal como observado na cultura do morangueiro (Gliessman et al., 1990; Gliessman et al., 1995). As causas destas diferenças devem ser atribuídas ao efeito ambiental (devido às diferenças dos ambientes de cultivo) e do possível efeito da interação genótipos x ambientes.

Os programas de melhoramento genético no Brasil, assim como nos demais países, caracterizam-se, predominantemente, pela avaliação e seleção de genótipos em sistema de cultivo convencional. Dessa forma, as cultivares recomendadas têm menor desempenho no cultivo orgânico.

Pressupondo que os ambientes de cultivos sejam significativamente distintos em decorrência, principalmente, das diferenças no manejo da adubação e dos tratos fitossanitários (Guazzelli, 1985; Paschoal, 1994; Abreu Júnior, 1998), conclui-se que cultivares bem adaptadas ao cultivo convencional, não serão, necessariamente, bem adaptadas ao cultivo orgânico.

Os princípios e procedimentos do melhoramento genético que visa o cultivo orgânico não são alterados, somente é preciso considerar que o ambiente de cultivo, a que se destinam os genótipos a serem desenvolvidos, é outro. Assim, a seleção dos indivíduos de populações segregantes, bem como os ensaios de produtividade, devem ser realizados em cultivo orgânico ou em condições representativas.

CAPÍTULO 1

COMPORTAMENTO DE CULTIVARES DE MORANGUEIRO EM CULTIVO ORGÂNICO

1. INTRODUÇÃO

A escolha dos genitores e o planejamento dos cruzamentos são etapas importantes em qualquer programa de melhoramento genético. Assim, ao iniciar o programa de melhoramento do morangueiro visando o cultivo orgânico, as primeiras ações do melhorista devem ser no sentido de identificar recursos genéticos com características agronomicamente vantajosas nas condições de cultivo orgânico e na região de abrangência do respectivo programa.

Dentre as cultivares potencialmente úteis como genitores nos programas de melhoramento do morangueiro visando o cultivo orgânico em Minas Gerais, destacam-se aquelas adaptadas às condições edafoclimáticas do Estado e que vêm sendo utilizadas no cultivo orgânico, mesmo em outras regiões, além daquelas que manifestam resistência ou tolerância às principais doenças e pragas da cultura.

Resende et al. (1999) identificaram diversos fatores que afetam positiva ou negativamente o desenvolvimento da cultura do morangueiro em Minas

Gerais. Quanto ao recurso genético, os autores citaram os seguintes fatores positivos: (1) disponibilidade de germoplasma com maior produtividade, aliada à maior qualidade dos frutos; e (2) existência de lei de proteção de cultivares, que estimula a pesquisa; e como negativos: (1) pequena disponibilidade de cultivares adaptadas às condições edafoclimáticas do Estado; (2) dependência da criação de novas cultivares obtidas em outras regiões; e (3) carência de programas públicos de geração e desenvolvimento de novos clones.

Ensaio de competição em Minas Gerais, reunindo cultivares potencialmente úteis ao melhoramento visando o cultivo orgânico, contribuiriam significativamente na identificação de genitores e no planejamento de cruzamentos, colaborando, também, na solução dos principais problemas encontrados no Estado.

Pressupondo que os ambientes de cultivo orgânico e convencional sejam distintos em decorrência, principalmente, das diferenças no manejo da adubação e dos tratamentos fitossanitários (Guazzelli, 1985; Paschoal, 1994; Abreu Júnior, 1998), entende-se que estes fatores merecem especial atenção.

Na produção de morangos orgânicos, a adubação de cobertura deve ser repensada quanto à frequência de aplicações. A recomendação de seis aplicações espaçadas de um mês, a partir do plantio (Pêche Filho & Luca, 1997), pode ser inadequada visto o desuso de adubos químicos de alta solubilidade. O modo de aplicação da adubação de cobertura também pode ser aprimorado. O uso de adubo orgânico na forma líquida possibilitaria a aplicação nos furos do filme plástico (cobertura de solo) onde se localizam os morangueiros, evitando perfurar a cobertura nas entrelinhas.

Outro aspecto referente à adubação que vem sendo alvo nos programas de melhoramento, com grandes perspectivas de ênfase num futuro próximo, diz respeito à eficiência nutricional das plantas. A grande maioria dos solos brasileiros são ácidos e com baixa fertilidade. Além disso, o uso intensivo de insumos tem sido questionado não só por suas contradições econômicas e ecológicas, mas também por desprezar aspectos qualitativos importantes da produção vegetal (Santos et al., 1994). Assim, tem-se intensificado a busca de genótipos adaptados às condições adversas de fertilidade do solo, ou seja, genótipos com resposta agrônômica a baixas doses de fertilização (Lédo et al., 2000; Moura et al., 2001).

Os objetivos deste trabalho foram (1) avaliar a produtividade das cultivares Campinas, Dover e Princesa Isabel no sistema de cultivo orgânico, sem e com adubação de cobertura (sólida e líquida) e (2) avaliar o comportamento de dez cultivares de morangueiro em cultivo orgânico, com alto e baixo nível de fertilização, em Viçosa-MG, na perspectiva de identificar potenciais genitores em programas de melhoramento.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram conduzidos três experimentos na horta orgânica do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa-MG, no período de maio de 2000 a dezembro de 2001.

2.1. Avaliação dos morangueiros ‘Campinas’, ‘Dover’ e ‘Princesa Isabel’ em cultivo orgânico com e sem adubação de cobertura

O ensaio foi realizado em solo classe argissolo vermelho amarelo distrófico. Mudanças (certificadas) das cultivares Campinas e Princesa Isabel foram doadas pela empresa Multiplanta, com sede em Andradas-MG, enquanto mudas (não fiscalizadas) da cultivar Dover foram obtidas na região. Embora havendo origens distintas, procurou-se a uniformidade de vigor e de sanidade entre as mudas utilizadas. O delineamento experimental foi blocos casualizados (DBC) com cinco repetições. Os tratamentos foram arranjos em fatorial (3 x 3) com dois fatores, quais sejam: cultivares (Campinas, Dover e Princesa Isabel) e adubação de cobertura (sem adubação, com adubação sólida e com adubação líquida). A adubação sólida consistiu na aplicação de 40 g.planta⁻¹ de composto orgânico (cama de frango e capim Napier, enriquecido com torta de mamona e farinha de ossos). A adubação líquida consistiu na aplicação de 250 mL.planta⁻¹ do mesmo composto orgânico em solução (160 g.L⁻¹), efetuada três dias após o seu preparo (mistura do composto com a água). A adubação de cobertura, sólida ou líquida, foi

realizada mensalmente durante seis meses após o plantio, conforme recomendações técnicas de Peche Filho & Luca (1997).

A adubação de plantio consistiu na aplicação de 40 t.ha⁻¹ de composto orgânico (com ≈50% de umidade; ≈20 t.ha⁻¹ de matéria seca), cujos teores de nutrientes constam no Quadro 1. O plantio foi feito em 16/05/2000, em canteiros com 0,8 m de largura e espaçamento entre plantas de 0,4 x 0,4 m. Os canteiros foram previamente cobertos com filme de polietileno preto de 150 µm de espessura. As parcelas com área de 1,28 m² (0,8 m x 1,6 m), continham quatro plantas úteis e oito plantas no total. Os tratamentos fitossanitários consistiram na retirada de folhas senescentes e/ou com sintomas de doença, periodicamente, e na pulverização de calda sulfocálcica, 1,5 L de calda em 100 L de água (Peche Filho & Luca, 1997), após o primeiro mês do plantio e calda bordalesa a 0,5% (Guazzelli, 1985) e Supermagro a 4% (Abreu Júnior, 1998) a cada três semanas, aproximadamente, a partir do segundo mês de cultivo. O sistema de irrigação adotado foi por aspersão.

Quadro 1 - Teores de nutrientes na matéria seca do composto orgânico (cama de frango e capim Napier, enriquecido com torta de mamona e farinha de ossos).

N	P	K	Ca	Mg	S	C.O	C/N*	Zn	Fe	Mn	Cu
g.dm ⁻³								mg.dm ⁻³			
14,6	15,3	7,4	48,4	6,3	3,5	135	9,2	237	3.952	505	67

* muito próxima da relação ideal (10/1).

O desempenho das cultivares foi avaliado pela média do número e peso de morangos comercializáveis, não comercializáveis e total por planta e pelo peso médio do fruto colhido no período entre 18/07 e 03/11/2000. Foram realizadas duas colheitas por semana. Os dados foram submetidos à análise de variância complementada por comparações múltiplas de médias, pelo teste de Tukey, utilizando-se o programa computacional GENES (Cruz, 2001).

2.2. Avaliação de dez cultivares de morangueiro em cultivo orgânico com alto nível de fertilização

Plantas matrizes isentas de vírus das cultivares Camarosa (clone S2535), Campinas (clone S0001), Dover (clone S2474), Oso Grande (clone S2500), Princesa Isabel (clone S2332), Selva (clone S2515), Sequóia (clone S1861), Sweet Charlie (clone S2528), Toyonoka (clone S2300) e Tudla (clone S2534), doadas pelo Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), Campinas-SP, foram plantadas em vasos plásticos com volume de 6 L, previamente preenchidos com solo e composto orgânico misturados na proporção de 3 : 1, respectivamente, e mantidas sobre estrado, a 1 m do solo, em casa de vegetação do Departamento de Fitotecnia da UFV. O resultado da análise química do substrato consta no Quadro 2.

Quadro 2 - Análise do substrato utilizado no processo de produção das mudas.

pH H ₂ O	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H + Al	SB	CTC(t)	CTC (T)	P	K
	cmol _c .dm ⁻³						mg.dm ⁻³		
6,2	6,0	2,9	0,0	2,3	10,33	10,33	12,63	256,3	560
V	m	Zn	Fe	Mn	Cu	B	MO		
%		mg.dm ⁻³					dag.kg ⁻¹		
82	0	18,6	53,2	69,0	1,5	0,72	4,35		

pH em água, KCl e CaCl₂ - relação 1:2,5;

P - K - Zn - Fe - Mn - Cu – Extrator Mehlich 1;

B – Extrator água quente;

H + Al – Extrator Acetado de Cálcio 0,5 mol/L - pH 7,0;

SB = Soma de Bases Trocáveis;

CTC (t) = Capacidade de Troca Catiônica Efetiva;

CTC (T) = Capacidade de Troca Catiônica a pH 7,0;

V = Índice de Saturação de Bases;

m = Índice de Saturação de Alumínio;

MO (Matéria Orgânica) = C Org. x 1,724 – Walkley-Black.

De dezembro de 2000 a março de 2001, as mudas provenientes dos estolões das plantas matrizes foram enraizadas em sacos plásticos (350 mL) contendo o mesmo substrato dos vasos (Quadro 2). Devido ao manejo orgânico empregado no processo de produção, as mudas foram consideradas orgânicas e utilizadas no ensaio de competição.

2.2.1. Solo

A análise do solo da área experimental, classificado como argissolo vermelho amarelo distrófico, encontra-se no Quadro 3.

Quadro 3 - Análise do solo do ensaio com dez cultivares de morangueiro em cultivo orgânico.

Profundidade	pH H ₂ O	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H + Al	P	K
		cmol _c .dm ⁻³				mg.dm ⁻³	
0 a 20 cm	6,1	4,2	1,1	0,0	3,1	91,4	70
20 a 40 cm	6,2	3,7	1,1	0,0	2,8	54,1	50

Profundidade	V	m	SB	CTC(t)	CTC (T)	MO
	%		cmol _c .dm ⁻³			dag.kg ⁻¹
0 a 20 cm	64	0	5,48	5,48	8,58	1,95
20 a 40 cm	64	0	4,93	4,93	7,73	1,26

pH em água, KCl e CaCl₂ - relação 1:2,5;

P - K - Extrator Mehlich 1;

H + Al - Extrator Acetado de Cálcio 0,5 mol/L - pH 7,0;

SB = Soma de Bases Trocáveis;

CTC (t) = Capacidade de Troca Catiônica Efetiva;

CTC (T) = Capacidade de Troca Catiônica a pH 7,0;

V = Índice de Saturação de Bases;

m = Índice de Saturação de Alumínio;

MO (Matéria Orgânica) = C Org. x 1,724 - Walkley-Black.

2.2.2. Delineamento e condução do experimento

O delineamento experimental foi blocos ao acaso (DBC) com quatro repetições. O plantio no campo foi realizado em 21/05/2001, em canteiros com 0,8 m de largura e 0,2 m de altura. O espaçamento entre plantas foi de 0,4 x 0,4 m. Os canteiros foram previamente cobertos com filme de polietileno preto de 150 µm de espessura. As parcelas com área de 1,28 m² (0,8 m x 1,6 m), continham oito plantas.

A adubação de plantio consistiu na aplicação de 40 t.ha⁻¹ de composto orgânico, com aproximadamente 50% de umidade (cama de frango e capim Napier, enriquecido com torta de mamona e farinha de ossos - Quadro 1). Em 10/08/2001, foram aplicados 40 g.planta⁻¹ do mesmo composto, em cobertura.

Os tratamentos fitossanitários consistiram na retirada de folhas senescentes e/ou com sintomas de doença, periodicamente, e nas pulverizações de calda sulfocálcica, 1,5 L de calda em 100 L de água (Peche Filho & Luca, 1997), após o primeiro mês do plantio e calda bordalesa a 0,5% (Guazzelli, 1985) e Supermagro a 4% (Abreu Júnior, 1998) a cada três semanas, aproximadamente, entre o segundo e o quinto mês de cultivo. O sistema de irrigação adotado foi por aspersão.

Em decorrência dos freqüentes ataques por pássaros, a área experimental foi cercada com rede de nylon (malha 20 mm) e, na parte superior, protegida com organza branca. Segmentos de bambus serviram como suporte à rede colocada no contorno da área e fios de arame serviram como sustentação da organza disposta aproximadamente a 80 cm do solo. A organza era facilmente manejada, retirada ou mantida, conforme a necessidade.

2.2.3. Características avaliadas

Foram realizadas duas colheitas por semana no período entre 14/07 e 02/12/2001. O comportamento das cultivares foi avaliado segundo as seguintes características:

- Número de morangos comercializáveis produzidos por planta: considerou-se morangos comercializáveis aqueles com massa fresca superior a 3,5 g, desprovidos de injúrias e doenças;
- Número de morangos não comercializáveis produzidos por planta;
- Número total de morangos produzidos por planta;
- Massa (g) de morangos comercializáveis produzidos por planta,
- Massa (g) de morangos não comercializáveis produzidos por planta;
- Massa total (g) de morangos produzidos por planta;
- Massa média (g) dos morangos comercializáveis;
- Massa média (g) dos morangos não comercializáveis;
- Massa média (g) total dos morangos;
- Número de folhas por planta no terceiro e sexto meses após o plantio;
- Área foliar ($\text{cm}^2 \cdot \text{folha}^{-1}$): a área de duas folhas (lâmina trifoliolada) por planta, aleatoriamente escolhidas, foi medida em aparelho portátil, marca *LI-COR*, modelo LI-3000A, no sexto mês após o plantio;

- Incidência de micosferela (*Mycosphaerella fragariae*): a severidade de micosferela foi avaliada por meio de escala de notas variando de 1 (ausência de sintomas visíveis) a 6 (forte coalescência de lesões e morte generalizada de folhas) (Figura 1A), no sexto mês após o plantio;
- Incidência de formiga-lava-pé (*Solenopsis saevissima*): avaliada seis meses após o plantio, por meio de escala de notas variando de 1 (ausência de formigas) a 4 (alta incidência de formigas), em que as notas 2 e 3 referem-se, respectivamente, à baixa e média incidência;
- Qualidade dos morangos: frutos comercializáveis colhidos na última semana de agosto (próximo ao pico de produção) e na segunda semana de novembro (próximo ao final do período produtivo) foram submetidos, *in natura*, a análises químicas de laboratório (pH, sólidos solúveis totais e acidez total titulável) e avaliados sensorialmente quanto ao flavor (sabor e aroma) e aceitação (flavor e aparência).
- Conservação pós-colheita: morangos comercializáveis, colhidos nos meses de agosto e novembro, foram conservados em refrigerador doméstico a aproximadamente 10° C por 1, 3 e 6 dias (após a colheita) e submetidos à percepção sensorial quanto aos atributos acidez, doçura, sabor, aroma, cor, formato e textura.

As análises de pH, sólidos solúveis totais (SST) e acidez total titulável (ATT) foram realizadas no Laboratório de Melhoramento de Hortaliças do Departamento de Fitotecnia da UFV, utilizando-se duas amostras por parcela experimental. Cada amostra foi constituída por 10 g de morango homogeneizados em 100 mL de água destilada com o auxílio do homogeneizador de tecidos Omni, modelo Mixer ES. Na determinação do pH, o homogeneizado foi levado ao potenciômetro Digimed, modelo DM 21. Visando a quantificação dos ácidos tituláveis, foram acrescentadas, ao homogeneizado, três gotas de fenolftaleína a 1%, procedendo-se, a seguir, a titulação com solução de hidróxido de sódio (NaOH) 0,1N. O cálculo da acidez total foi feito pela fórmula:

$$ATT (\%) = \frac{(VB) \times (N) \times (0,1) \times (100)}{(Pa)}$$

em que

V_b = volume da base (mL);

N = normalidade da base (Eq.g.L⁻¹);

0,1 = fator de conversão, correspondente a 1L x 1000 mL⁻¹ x 100;

P_a = peso da amostra (g).

Na análise dos sólidos solúveis totais, os morangos foram partidos ao meio e pressionados manualmente, de forma a deixar cair duas a três gotas do suco sobre o refratômetro manual ATAGO, modelo N1, onde os sólidos solúveis foram medidos em °Brix.

A avaliação sensorial dos atributos acidez, doçura, sabor, aroma, cor, formato e textura foi realizada por quatro julgadores sem treinamento, sendo atribuídas notas (escala de 1 a 5) a cada característica (Figura 2A). As amostras de morango foram acondicionadas em bandejas plásticas transparentes, vedadas com filme plástico e codificadas. A relação entre as notas atribuídas à doçura e à acidez (relação doçura/acidez) também foi considerada na avaliação. A média das notas atribuídas ao sabor e ao aroma foi adotada como estimativa do flavor. Da mesma forma, a média das notas da cor, do formato e da textura serviu como estimativa da aparência. Já a aceitação geral do morango foi estimada pela média dos valores referentes ao flavor e à aparência.

Os dados de produtividade (massa de morangos comercializáveis), qualidade do morango (flavor e aparência), aceitação geral após conservação em refrigerador (a aproximadamente 10°C por até 6 dias) e resistência a doenças foram utilizados no cálculo do índice de desempenho das cultivares. O nível de resistência foi estimado pela média ponderada entre a nota referente à severidade de micosferela (peso 4) e a porcentagem de morangos comercializáveis em relação ao total (peso 6), já que os morangos com sintomas de doença foram considerados não comercializáveis. Os dados foram padronizados, sendo divididos pelo desvio padrão respectivo de cada característica, e transformados em escala de 5 a 15, na qual o valor 10 correspondeu à média da característica. O índice de desempenho foi estimado atribuindo-se peso 4 à produtividade; 1 à resistência a doenças; 1,5 tanto ao flavor, quanto à aparência dos morangos; e 2 à qualidade pós-colheita.

2.2.4. Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância complementada por comparações múltiplas de médias, pelo teste de Duncan, utilizando-se o programa computacional GENES (Cruz, 2001).

2.3. Avaliação de dez cultivares de morangueiro em cultivo orgânico com baixo nível de fertilização

As mudas e cultivares utilizadas foram idênticas ao descrito no item 2.2. O experimento também foi delineado em blocos casualizados com quatro repetições. Porém, as parcelas experimentais continham seis plantas no total, correspondendo à área de 0,96 m² (0,8 m x 1,2 m). O plantio, tratos fitossanitários e irrigação foram idênticos aos descritos no ensaio 2.2. Devido à produção baixa e tardia, não houve necessidade da proteção contra pássaros.

Tendo em vista o objetivo de analisar o comportamento das dez cultivares em cultivo orgânico com baixo nível de fertilização, a adubação de plantio foi reduzida a 20 t.ha⁻¹ de composto orgânico (com ≈50% de umidade - Quadro 1). A adubação de cobertura foi realizada em 09/08/2001 com a aplicação de 40 g.planta⁻¹ do mesmo composto.

A localização do experimento foi em área adjacente à horta orgânica (Departamento de Fitotecnia da UFV), cultivada com capim Napier há mais de vinte anos. A escolha da área foi em função dos menores teores de nutrientes disponíveis (Quadro 4). A disponibilidade dos nutrientes foi limitada também pela imobilização causada pela ação dos microorganismos decompositores, já que os resíduos do capim Napier foram incorporados ao solo cerca de duas semanas antes do plantio.

Foram realizadas duas colheitas por semana no período entre 14/07 e 02/12/2001. O desempenho das cultivares foi determinado pelo número e massa fresca de morangos comercializáveis, não comercializáveis e total por planta e pela massa fresca média dos frutos. O número de folhas, a área foliar (cm².folha⁻¹) e a incidência de micosferela, assim como de formiga-lava-pé, também foram avaliados após seis meses do plantio, conforme metodologia descrita no item 2.2.3. Os dados foram submetidos à análise de variância complementada por comparações múltiplas de médias, pelo teste de Duncan, utilizando-se o programa computacional GENES (Cruz, 2001).

Quadro 4 - Análise do solo onde foi realizado o ensaio de competição com dez cultivares de morangueiro, em cultivo orgânico com baixo nível de fertilização.

Profundidade	pH H ₂ O	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H + Al	P	K
		cmol _c .dm ⁻³				mg.dm ⁻³	
0 a 20 cm	5,6	2,8	0,9	0,0	4,6	31,9	67
20 a 40 cm	5,8	2,0	0,3	0,0	3,8	16,6	20

Profundidade	V	m	SB	CTC(t)	CTC (T)	MO
	%			cmol _c .dm ⁻³		dag.kg ⁻¹
0 a 20 cm	46	0	3,87	3,87	8,47	3,67
20 a 40 cm	38	0	2,35	2,35	6,15	2,30

pH em água, KCl e CaCl₂ - relação 1:2,5;

P - K – Extrator Mehlich 1;

H + Al – Extrator Acetado de Cálcio 0,5 mol/L - pH 7,0;

SB = Soma de Bases Trocáveis;

CTC (t) = Capacidade de Troca Catiônica Efetiva;

CTC (T) = Capacidade de Troca Catiônica a pH 7,0;

V = Índice de Saturação de Bases;

m = Índice de Saturação de Alumínio;

MO (Matéria Orgânica) = C Org. x 1,724 – Walkley-Black.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Avaliação dos morangueiros 'Campinas', 'Dover' e 'Princesa Isabel' em cultivo orgânico com e sem adubação de cobertura

O efeito da interação cultivar x adubação de cobertura não foi significativo nos caracteres avaliados, exceto para massa fresca média de morangos não comercializáveis (Quadro 1A). A adubação de cobertura não afetou a produtividade (Quadro 1A). A disponibilidade de fósforo e potássio foi considerada muito boa, segundo a Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais - CFSEMG (1999). E a incorporação pré-plantio de 40 t.ha⁻¹ de composto orgânico (\cong 20 t.ha⁻¹ de matéria seca) forneceu ao solo aproximadamente 292 kg.ha⁻¹ de nitrogênio, 306 kg.ha⁻¹ de fósforo e 148 kg.ha⁻¹ de potássio, além dos demais macronutrientes e dos micronutrientes (Quadro 1). Portanto, a disponibilidade de nutrientes no solo sem adubação de cobertura supriu suficientemente as exigências em todo o ciclo, conforme relatado por Castellane (1993) e Grassi Filho et al. (1999).

Souza (1976) estimou a extração máxima de nutrientes de quatro cultivares de morangueiro, incluindo 'Campinas', cujos valores em kg.ha⁻¹ foram: 241,55 de N; 54,05 de P; 280,77 de K; 109,73 de Ca; 44,52 de Mg; e 31,04 de S. No cálculo, o autor considerou a população de 150.000 plantas/ha, muito acima das 80.000 plantas/ha (espaçamento de 0,3 x 0,3 m) apontadas por Groppo et al. (1997) como ótima (máximo rendimento por área). E mais acima ainda da densidade utilizada neste trabalho (aproximadamente 45.000 plantas/ha; espaçamento de 0,4 x 0,4 m).

Gliessman et al. (1995) avaliaram a extração de nutrientes pela cultivar Chandler no primeiro ano de conversão ao sistema de produção orgânico. Os pesquisadores usaram a densidade de 48.600 plantas.ha⁻¹ e obtiveram os seguintes resultados, em kg.ha⁻¹: 77,4; 19,6; e 105; respectivamente de N, P e K.

Verona et al. (1999) estudaram o efeito da adubação química e orgânica no solo, suplementada ou não com adubação foliar, no desempenho das cultivares Campinas, Dover e Tangi. A adubação de cobertura não foi realizada. Os autores concluíram que o efeito da adubação orgânica (20 m³/ha de esterco de aves) no plantio, foi maior que da adubação química. Segundo os autores, a adubação foliar com biofertilizantes aplicada quinzenalmente no decorrer do ciclo, não causou aumento na produtividade.

Os níveis de extração avaliados por Gliessman et al. (1995) e o efeito da adubação orgânica verificado por Verona et al. (1999) auxiliam na compreensão dos resultados obtidos no presente trabalho quanto à necessidade da adubação de cobertura.

O número e produção de morangos comercializáveis e totais por planta, assim como a massa fresca média dos morangos comercializáveis e total diferiram entre as cultivares (Quadro 1A). Na 'Dover', detectou-se maior produção em número de morangos comercializáveis (Quadro 5). Entretanto, a produção total de morangos das cultivares Dover e Campinas não diferiu significativamente (Quadro 5). 'Princesa Isabel', embora com a menor produção tanto em número, quanto em massa de morangos comercializáveis, produziu frutos com massa fresca média significativamente maior (Quadro 5) durante, praticamente, todo o ciclo (Figura 1).

Os picos de produção das três cultivares foram concomitantes, entre a décima nona e vigésima semana a contar do plantio (Figura 2).

Quadro 5 - Produção média em número (Nº MC) e massa fresca (Massa MC) de morangos comercializáveis por planta e massa fresca média de morangos comercializáveis (Massa \bar{x} MC), no cultivo orgânico de morangueiro 'Campinas', 'Dover' e 'Princesa Isabel'. Viçosa-MG, 2000.

Cultivar	Nº MC	Massa MC	Massa \bar{x} MC
Campinas	42,58 b	331,83 ab	7,76 b
Dover	54,88 a	423,14 a	7,74 b
Princesa Isabel	28,20 c	267,70 b	9,50 a

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

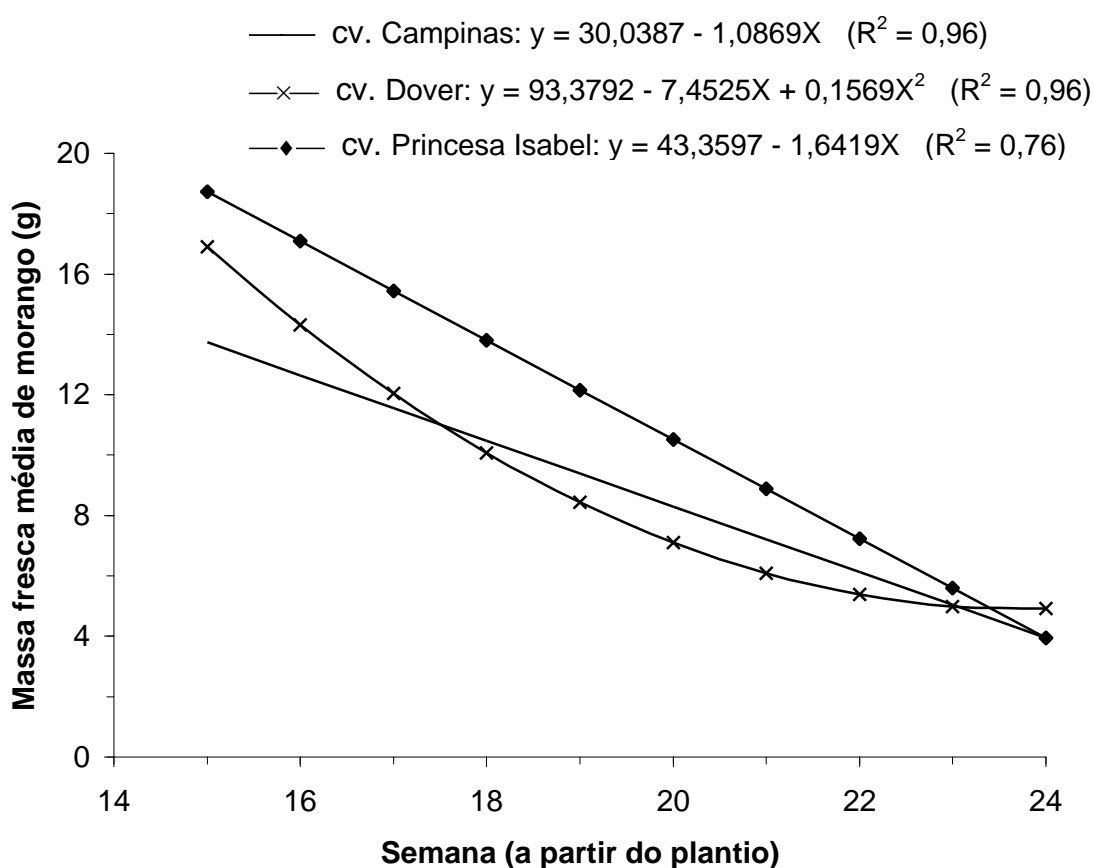


Figura 1. Massa fresca média (g) dos morangos comercializáveis produzidos no cultivo orgânico das cultivares Campinas, Dover e Princesa Isabel, ao decorrer da 15ª a 24ª semana a partir do plantio. Viçosa-MG, 2000.

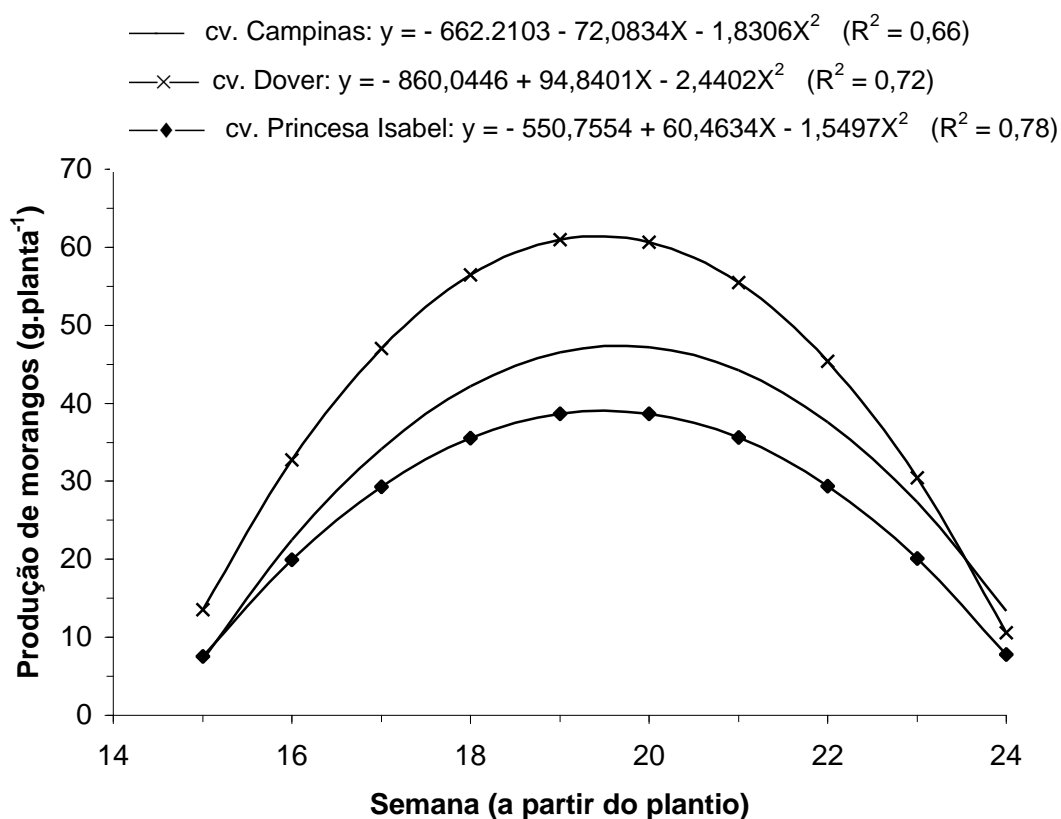


Figura 2. Produção (g) de morangos comercializáveis por planta no cultivo orgânico das cultivares Campinas, Dover e Princesa Isabel, ao decorrer da 15^a a 24^a semana a partir do plantio. Viçosa-MG, 2000.

3.2. Avaliação de dez cultivares de morangueiro em cultivo orgânico com alto nível de fertilização

3.2.1. Desempenho das cultivares

O número e produção de morangos comercializáveis, não comercializáveis e total por planta, assim como massa fresca média dos morangos, diferiram entre as cultivares (Quadro 2A). Na comparação das médias dos tratamentos, optou-se pelo teste de Duncan devido ao número relativamente alto de médias envolvidas e pelo maior poder de discriminação em relação aos testes de Tukey (Pimentel-Gomes, 2000) e de Scott-Knott (Scott & Knott, 1974).

As cultivares Princesa Isabel e Dover se destacaram quanto ao número de morangos comercializáveis (médias de 70,1 e 62,5 , respectivamente) e

total (médias de 84,6 e 82,6 , respectivamente) produzidos por planta. 'Dover' também produziu maior número de morangos não comercializáveis (Quadro 6).

Quadro 6 - Médias do número de morangos comercializáveis (N^o MC), não comercializáveis (N^o MNC) e total (N^o TM) por planta, da produção (g) de morangos comercializáveis (Massa MC), não comercializáveis (Massa MNC) e total (Massa TM) por planta e da massa fresca média dos frutos comercializáveis (Massa \bar{x} MC), não comercializáveis (Massa \bar{x} MNC) e total (Massa \bar{x} TM), no cultivo orgânico de dez cultivares de morangueiro. Viçosa-MG, 2001.

Cultivar	N ^o MC	N ^o MNC	N ^o TM
Camarosa	60,13 ab	12,67 bc	72,79 ab
Campinas	45,60 bcd	12,72 bc	58,32 bc
Dover	62,49 a	20,14 a	82,64 a
Oso Grande	40,79 d	5,46 d	46,25 c
Princesa Isabel	70,09 a	14,47 b	84,56 a
Selva	57,44 abc	9,03 cd	66,47 abc
Sequóia	42,39 cd	9,54 cd	51,93 bc
Sweet Charlie	60,53 ab	9,50 cd	70,04 abc
Toyonoka	44,22 bcd	7,36 d	51,58 bc
Tudla	54,97 abcd	6,44 d	61,41 abc

Cultivar	Massa MC	Massa MNC	Massa TM
Camarosa	761,42 a	36,43 bc	797,85 a
Campinas	365,27 d	38,98 abc	404,24 c
Dover	541,85 bcd	43,86 ab	585,70 abc
Oso Grande	567,63 abcd	20,90 d	588,53 abc
Princesa Isabel	660,46 abc	50,59 a	711,06 ab
Selva	522,15 bcd	32,40 bcd	554,55 abc
Sequóia	384,28 d	29,47 cd	413,75 c
Sweet Charlie	600,62 abc	31,19 bcd	631,80 abc
Toyonoka	471,91 cd	27,51 cd	499,42 bc
Tudla	698,37 ab	29,09 cd	727,45 ab

Continua...

Quadro 6 - Continuação.

Cultivar	Massa \bar{x} MC	Massa \bar{x} MNC	Massa \bar{x} TM
Camarosa	12,40 b	3,21 b	10,79 ab
Campinas	8,04 e	3,04 bc	6,94 d
Dover	8,57 de	2,17 c	7,00 d
Oso Grande	13,88 a	3,94 ab	12,68 a
Princesa Isabel	9,38 cde	3,44 b	8,37 cd
Selva	9,14 de	3,49 ab	8,36 cd
Sequóia	9,08 de	3,07 bc	7,98 cd
Sweet Charlie	9,88 cd	3,59 ab	9,02 bcd
Toyonoka	10,60 c	3,57 ab	9,60 bc
Tudla	12,77 ab	4,54 a	11,91 a

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Duncan.

A produção, em massa de morangos comercializáveis e total por planta, foi maior na cultivar Camarosa (médias de 761,4 g e 797,8 g, respectivamente) e menor nas cultivares Campinas (365,3 g e 404,2 g, respectivamente) e Sequóia (384,3 g e 413,7 g, respectivamente). Contudo, a produção das cultivares Tudla, Princesa Isabel, Sweet Charlie e Oso Grande não diferiu significativamente da obtida em 'Camarosa'. 'Princesa Isabel' teve a maior massa de frutos não comercializáveis produzidos por planta, não diferindo apenas de 'Campinas' e 'Dover' (Quadro 6).

Maior massa fresca média de morangos comercializáveis foi detectada nas cultivares Oso Grande (13,9 g) e Tudla (12,8 g), que também obtiveram massas médias de frutos não comercializáveis elevadas (3,9 e 4,5 g, respectivamente). 'Campinas' produziu frutos comercializáveis com massa média pequena (8 g) (Quadro 6).

Souza et al. (2001) avaliaram o comportamento de sete cultivares de morangueiro em cultivo orgânico na área experimental do INCAPER (Instituto Capixaba de Pesquisa e Extensão Rural), localizada no município de Domingos Martins - ES. Dentre as cultivares estudadas, estavam 'Camarosa', 'Dover',

'Oso Grande' e 'Princesa Isabel'. Os pesquisadores constataram maior número de frutos nas parcelas de 'Dover' (média de 35,4 frutos por planta); maior produção, em massa fresca de morangos, nas cultivares 'Dover', 'Camarosa' e 'Princesa Isabel' (médias de 333, 319, e 280 g por planta, respectivamente); e maior massa média nos frutos das cultivares Oso Grande (14,7 g) e Camarosa (14 g). Souza et al. (2001) utilizaram o espaçamento de 30 cm entrelinhas e 25 cm entre plantas, que correspondeu, segundo os autores, à densidade de plantio próxima a 93.300 plantas.ha⁻¹.

A severidade de micosferela variou entre as cultivares (Quadro 2A). 'Princesa Isabel' foi uma das mais afetadas pela doença, manifestando grande número de lesões. Já na cultivar Selva, a ocorrência das lesões causadas por *Mycosphaerella fragariae* foi baixa, com média de 2,19, em escala de avaliação variando de 1 a 6, sendo 1 referente à ausência de sintomas visíveis (Quadro 7). No entanto, o grau de manifestação da doença não foi correlacionado fenotipicamente, nem genotipicamente, com quaisquer das demais variáveis analisadas.

Na escala de avaliação de 1 a 4, a incidência de formiga-lava-pé (com média igual a 1,6) não foi significativa (Quadro 2A).

As plantas de 'Dover' tiveram o maior número de folhas no terceiro mês após o plantio (média de 15,2 folhas). No sexto mês, 'Tudla' teve a maior média, com 45,6 folhas por planta (Quadro 7), todavia, diferindo significativamente apenas das cultivares Sweet Charlie, Oso Grande e Dover. Maior área foliar média foi verificada nas cultivares Toyonoka e Sequóia (121,3 e 101,3 cm² por folha, respectivamente) (Quadro 7).

A área foliar total da planta (AFT) foi estimada multiplicando-se o número de folhas pela área foliar média. A cultivar Toyonoka teve a maior estimativa de área foliar total, verificou-se, ainda, que esta variável foi negativamente correlacionada com o número de morangos produzidos por planta (correlação genotípica entre as duas variáveis foi -0,98). Entretanto, as correlações fenotípicas e genotípicas entre AFT e produção em peso de morangos produzidos por planta e entre AFT e peso médio dos morangos, foram de baixa magnitude, quais sejam 0,16 a 0,57.

A importância das características de crescimento vegetativo (massa da coroa, massa das folhas, número de folhas, área foliar, etc) nos componentes

do rendimento do morangueiro parece ser maior em situação de alta competitividade entre as plantas (Strik & Proctor, 1988). Esta não é a situação deste ensaio, onde o espaçamento entre plantas foi 0,4 x 0,4m, além das condições de cultivo terem sido otimizadas.

Quadro 7 - Médias da severidade de *Mycosphaerella fragariae*, do número de folhas por planta e da área foliar ($\text{cm}^2.\text{folha}^{-1}$), no cultivo orgânico de dez cultivares de morangueiro. Viçosa-MG, 2001.

Cultivar	Micosferela ¹	Nº Folhas		Área Foliar ($\text{cm}^2.\text{folha}^{-1}$)
		3º mês	6º mês	
Camarosa	4,66 ab	9,25 b	28,13 ab	72,31 bc
Campinas	4,13 ab	8,75 b	30,63 ab	55,30 c
Dover	4,45 ab	15,25 a	19,25 b	59,90 c
Oso Grande	3,43 bc	8,63 b	25,50 b	78,98 bc
Princesa Isabel	5,23 a	9,63 b	31,38 ab	70,23 bc
Selva	2,19 c	7,63 b	28,00 ab	70,83 bc
Sequóia	3,25 bc	6,00 b	34,25 ab	101,28 ab
Sweet Charlie	3,85 ab	7,38 b	25,63 b	79,38 bc
Toyonoka	3,08 bc	3,58 b	31,00 ab	121,34 a
Tudla	4,54 ab	8,38 b	45,63 a	61,87 bc

¹ - escala de avaliação variando de 1 (ausência de sintomas visíveis) a 6 (forte coalescência de lesões e morte generalizada de folhas); Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Duncan.

A importância relativa dos componentes de rendimento pode variar em função da cultivar (Mason & Rath, 1980; Hancock et al., 1983; Strik & Proctor, 1988). Neste ensaio, as cultivares Oso Grande e Dover tiveram produções, em massa (g) de morangos comercializáveis por planta, muito semelhantes (567,6 e 541,8 g.planta^{-1} , respectivamente) (Quadro 6). No entanto, a massa média dos morangos comercializáveis em 'Oso Grande' (13,9 g) foi expressivamente maior que na 'Dover' (8,6 g) (Quadro 6). Contudo, o maior número de

morangos em 'Dover' (62,5 frutos por planta), em relação à 'Oso Grande' (40,8 frutos por planta) (Quadro 6), compensou a diferença observada na massa média dos morangos. Enquanto o número de frutos foi mais importante na determinação da produtividade de 'Dover', a massa média do fruto teve maior importância na produtividade de 'Oso Grande'.

Considerando o desempenho (Quadro 6), as cultivares Camarosa, Dover, Oso Grande, Princesa Isabel e Tudla são indicadas nos cruzamentos em programas de melhoramento visando o cultivo orgânico.

A produtividade média da cultura do morangueiro em Minas Gerais situa-se em torno de 25 t.ha⁻¹ (Botelho, 1999a). Neste ensaio, a produtividade média das cultivares, em t.ha⁻¹, considerando a densidade de 45.000 plantas.ha⁻¹, foi, em ordem decrescente: Camarosa – 34,4; Tudla – 31,4; Princesa Isabel – 29,7; Sweet Charlie – 27,0; Oso Grande – 25,5; Dover – 24,4; Selva – 23,5; Toyonoka – 21,2; Sequóia – 17,3; e Campinas – 16,4. Na comparação dos valores, deve-se levar em conta a densidade do plantio. Em Minas Gerais, predominam densidades entre 65.000 e 80.000 plantas.ha⁻¹. Segundo Groppo et al. (1997), o máximo rendimento por área é obtido com a densidade de 80.000 plantas.ha⁻¹ (espaçamento de 0,3 x 0,3 m).

O desempenho das cultivares evidencia a potencialidade do cultivo orgânico e reforça a perspectiva de obtenção de ganhos por meio do melhoramento genético.

3.2.2. Qualidade dos morangos

Verificou-se efeito significativo de cultivar no teor de sólidos solúveis totais (SST), na relação sólidos solúveis / acidez titulável (SST/ATT), no flavor e na aceitação geral dos morangos. Destas, as três últimas características (relação SST/ATT, flavor e aceitação) também foram influenciadas pela época de colheita, se próxima ao pico de produção ou no final do período produtivo (Quadro 3A). A acidez titulável dependeu do efeito da interação cultivar x época de colheita. Não houve variação significativa em relação ao caráter pH (Quadro 3A).

Os teores de sólidos solúveis totais, em °Brix, observados nos morangos das cultivares Tudla, Sweet Charlie, Oso Grande, Toyonoka, Sequóia e Campinas foram relativamente altos e muito similares (médias variando entre

10,45 e 10,01 °Brix). O destaque, em relação a este caráter, foi a cultivar Dover, cuja média foi apenas 7,2 °Brix (Quadro 8). Ferrari et al. (2001) detectaram médias iguais a 7,07; 7,87; 7,87 e 9,57 °Brix, respectivamente, em morangos *in natura* das cultivares Camarosa, Campinas, Sweet Charlie e Toyonoka, produzidos na região de Ponta Grossa - PR. Mosca et al. (2001) observaram valores médios de 10,6 e 7,7 °Brix, respectivamente, em morangos das cultivares Toyonoka e Sweet Charlie colhidos na região de Piedade-SP. Provavelmente, a procedência dos morangos analisados por Ferrari et al. (2001) e Mosca et al. (2001) foi de cultivo convencional, já que cultivos orgânicos de morangueiro ainda são pouco freqüentes no Brasil.

Quadro 8 - Médias dos sólidos solúveis totais (SST) em °Brix, relação SST / ATT (sólidos solúveis totais, em °Brix / acidez total titulável, em porcentagem) e das notas (escala de 1 a 5) atribuídas ao flavor e à aceitação geral dos morangos colhidos nos meses de agosto e novembro, em função da cultivar de morangueiro cultivado organicamente. Viçosa-MG, 2001.

Cultivar	SST	SST / ATT	Flavor	Aceitação
Camarosa	8,41 ab	6,20 bc	3,50 ab	4,25 ab
Campinas	10,01 a	7,34 abc	3,94 ab	4,20 ab
Dover	7,20 b	5,01 c	3,38 b	4,13 ab
Oso Grande	10,22 a	7,94 ab	3,69 ab	4,23 ab
Princesa I.	9,44 ab	8,15 ab	3,38 b	3,83 b
Selva	8,76 ab	7,66 abc	3,75 ab	4,20 ab
Sequóia	10,09 a	7,10 abc	3,81 ab	4,08 ab
Sweet Charlie	10,31 a	9,16 a	4,25 a	4,63 a
Toyonoka	10,13 a	7,65 abc	4,13 ab	4,35 ab
Tudla	10,45 a	6,34 abc	3,75 ab	4,30 ab

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Duncan.

A maior relação SST/ATT (média igual a 9,16) foi verificada em 'Sweet Charlie' e a menor, em 'Dover' (média igual a 5,01) (Quadro 8). A relação SST/ATT tem grande importância por estar diretamente associada com a qualidade organoléptica dos morangos (Wozniak et al., 1997). Os frutos de 'Sweet Charlie', portadores da maior relação SST/ATT, foram os preferidos quanto ao flavor e aceitação geral nos testes sensoriais (Quadro 8).

No final do período produtivo, constatou-se significativo aumento na relação SST/ATT (Quadro 9), evidenciando a influência da época de colheita nesta característica. O aumento foi devido, principalmente, à redução dos ácidos tituláveis, no final do período produtivo, manifestada nos frutos das cultivares Camarosa, Campinas, Toyonoka e Tudla (Quadro 10).

Embora a relação SST/ATT tenha aumentado no final do período produtivo, as notas atribuídas ao flavor e à aceitação geral dos morangos declinaram (Quadro 9). Próximo ao pico de produção, os frutos são maiores e mais vistosos, portanto, a melhor aparência contribuiu na maior aceitação verificada nesta época.

Quadro 9 - Médias da relação SST / ATT (sólidos solúveis totais, em °Brix / acidez total titulável, em porcentagem) e das notas (escala de 1 a 5) atribuídas ao flavor e à aceitação geral dos morangos de dez cultivares, cultivadas organicamente, em função da época de colheita. Viçosa-MG, 2001.

Época de Colheita	SST / ATT	Flavor	Aceitação
Agosto	6,95 b	3,93 a	4,44 a
Novembro	7,56 a	3,59 b	3,99 b

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Duncan.

Quadro 10 - Acidez total titulável (%) média dos morangos, cultivados organicamente, em função da cultivar e da época de colheita. Viçosa-MG, 2001.

Cultivar	Época de Colheita	
	Agosto	Novembro
Camarosa	1,58 abc A	1,28 bc B
Campinas	1,60 abc A	1,18 bc B
Dover	1,37 cd A	1,53 a A
Oso Grande	1,37 cd A	1,20 bc A
Princesa Isabel	1,18 d A	1,16 bc A
Selva	1,24 d A	1,07 c A
Sequóia	1,50 bc A	1,35 ab A
Sweet Charlie	1,17 d A	1,12 bc A
Toyonoka	1,64 ab A	1,10 c B
Tudla	1,80 a A	1,52 a B

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Duncan.

3.2.3. Conservação pós-colheita

A qualidade dos morangos conservados em refrigerador a aproximadamente 10°C dependeu da cultivar quanto aos atributos acidez, doçura, relação doçura/acidez, sabor, aroma, formato, textura, aparência, flavor e aceitação geral (Quadro 4A e 11); dependeu do tempo de conservação (1, 3 ou 6 dias) quanto à doçura, sabor, aroma, aparência, flavor e aceitação geral (Quadro 4A e 12); dependeu da época de colheita (próximo ao pico de produção ou final do período produtivo) quanto à doçura, formato, aparência e aceitação geral (Quadro 4A e 13); dependeu da interação tempo de conservação x época de colheita quanto à cor, textura e relação doçura/acidez (Quadro 4A e 14); e dependeu das interações cultivar x tempo de conservação e cultivar x época de colheita quanto à cor (Quadro 4A, 5A e 6A). Em nenhuma das variáveis estudadas, o efeito da interação tríplice cultivar x tempo de conservação x época de colheita foi significativo (Quadro 4A).

Os frutos de 'Dover' e de 'Tudla' foram considerados mais ácidos na avaliação sensorial, não diferindo significativamente apenas de 'Princesa

Isabel' e 'Selva'. Já os morangos de 'Oso Grande' e 'Toyonoka' se destacaram em relação à doçura. Além de doces e com a maior relação doçura/acidez, os morangos de 'Toyonoka' foram considerados os mais saborosos (Quadro 11). 'Toyonoka', juntamente com 'Sweet Charlie', também foi destaque quanto ao flavor. Em relação ao formato e ao aroma, os morangos do 'Sweet Charlie' foram preferidos. A nota média atribuída à textura dos frutos de 'Camarosa' e 'Oso Grande' foi 4,58, muito próxima da nota máxima (5) (Quadro 11).

Por outro lado, os morangos de 'Sequóia', 'Campinas' e 'Princesa Isabel' tiveram a pior aparência e aceitação geral (Quadro 11). A aceitação geral foi estimada com base na média das notas de flavor (sabor e aroma) e aparência (cor, formato e textura). Ford et al. (1997) estimaram a aceitação geral com base no modelo matemático:

$$[5,48 \times (\text{nota aparência})] + [0,32 \times (\text{nota acidez})] + [0,63 \times (\text{nota doçura})] - 16,5$$

O modelo foi determinado segundo análise de regressões múltiplas com procedimento de eliminação das variáveis em dois sentidos (normal e inverso).

O avanço do tempo de conservação pós-colheita (de 1 a 6 dias) prejudicou a doçura, o sabor, o aroma, a aparência e, conseqüentemente, o flavor e a aceitação geral dos morangos, independentemente da cultivar e da época de colheita (Quadro 12). Morangos sem condição de consumo no sexto dia após a colheita foram observados nas cultivares Campinas, Princesa Isabel, Sequóia e Sweet Charlie. O índice de perdas dos frutos de 'Sequóia' atingiu 50%, sendo que no terceiro dia após a colheita já havia morangos sem condições de consumo.

A aceitação foi maior próximo ao pico de produção, quando as notas atribuídas à doçura, formato e aparência foram maiores, independentemente da cultivar ou do tempo de conservação (Quadro 13).

O tempo de conservação pós-colheita afetou a relação doçura/acidez (D/A) no pico de produção, mas não afetou no final do período produtivo (Quadro 14). No primeiro dia após a colheita, os morangos produzidos em agosto tiveram maior D/A em relação aos produzidos em novembro, no entanto, a época de colheita não afetou D/A no terceiro e sexto dia após a colheita (Quadro 14).

Nota-se que enquanto a acidez dos morangos foi influenciada apenas pela cultivar, a doçura foi influenciada pela cultivar, tempo de conservação e

Quadro 11 - Notas médias (escala de 1 a 5) atribuídas à acidez, doçura, relação doçura / acidez, sabor, aroma, formato, textura, aparência, flavor e aceitação geral dos morangos, colhidos nos meses de agosto e novembro e conservados em refrigerador a $\approx 10^{\circ}\text{C}$ por 1, 3 e 6 dias, em função da cultivar de morangueiro, cultivado organicamente. Viçosa-MG, 2001.

Cultivar	Acidez	Doçura	Doçura/Acidez	Sabor	Aroma
Camarosa	3,04 bc	3,46 abc	1,20 bcd	3,71 bcd	3,38 ab
Campinas	2,88 bcd	2,96 de	1,07 cde	3,58 cd	3,33 abc
Dover	3,58 a	2,58 e	0,77 f	3,25 d	3,25 bc
Oso Grande	2,96 bcd	3,71 a	1,30 abc	4,13 ab	3,38 ab
Princesa I.	3,17 ab	2,92 de	0,99 def	3,42 d	3,00 c
Selva	3,29 ab	3,29 abcd	1,07 cde	3,67 cd	3,25 bc
Sequóia	2,58 d	3,00 cde	1,14 bcd	3,33 d	3,46 ab
Sweet Charlie	2,67 cd	3,50 ab	1,37 ab	4,00 abc	3,67 a
Toyonoka	2,67 cd	3,71 a	1,46 a	4,21 a	3,50 ab
Tudla	3,58 a	3,08 bcd	0,88 ef	3,42 d	3,25 bc

Cultivar	Formato	Textura	Aparência	Flavor	Aceitação
Camarosa	4,25 abc	4,58 a	4,43 a	3,54 abc	4,08 ab
Campinas	3,75 d	3,42 c	3,61 b	3,46 bcd	3,55 c
Dover	4,13 abcd	4,33 ab	4,26 a	3,25 cd	3,86 b
Oso Grande	4,13 abcd	4,58 a	4,42 a	3,75 ab	4,15 a
Princesa I.	4,00 bcd	3,67 c	3,75 b	3,21 d	3,53 c
Selva	4,00 bcd	4,13 b	4,13 a	3,46 bcd	3,86 b
Sequóia	3,83 cd	3,29 c	3,53 b	3,40 cd	3,48 c
Sweet Charlie	4,46 a	4,38 ab	4,44 a	3,83 a	4,20 a
Toyonoka	4,08 abcd	4,25 ab	4,15 a	3,85 a	4,03 ab
Tudla	4,38 ab	4,42 ab	4,39 a	3,33 cd	3,97 ab

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Duncan.

época de colheita (Quadros 4A, 11, 12 e 13). Shaw (1988) verificou ineficiência do processo de seleção para conteúdo total de açúcares, em função da grande

influência do ambiente na expressão deste caráter. O conteúdo de açúcares oscilou ao decorrer do período produtivo, entretanto, o conteúdo de ácidos cítrico e málico foram estáveis diante das variações ambientais. Como a relação doçura/acidez está diretamente relacionada com o flavor dos morangos (Wozniak et al., 1997), segundo Shaw (1988), a seleção com base no conteúdo de ácidos orgânicos é potencialmente mais útil aos programas de melhoramento.

Quadro 12 - Notas médias (escala de 1 a 5) atribuídas à doçura, sabor, aroma, aparência, flavor e aceitação geral dos morangos de dez cultivares, cultivados organicamente e colhidos nos meses de agosto e novembro, em função do tempo de conservação pós-colheita em refrigerador a $\approx 10^{\circ}\text{C}$. Viçosa-MG, 2001.

Tempo de Conservação	Doçura	Sabor	Aroma	Aparência	Flavor	Aceitação
1 dia	3,40 a	3,90 a	3,53 a	4,27 a	3,71 a	4,05 a
3 dias	3,25 a	3,70 a	3,29 b	4,13 a	3,49 b	3,88 b
6 dias	3,01 b	3,41 b	3,23 b	3,93 b	3,32 c	3,69 c

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Duncan.

Quadro 13 - Notas médias (escala de 1 a 5) atribuídas à doçura, formato, aparência e aceitação geral dos morangos de dez cultivares, cultivados organicamente e conservados em refrigerador a $\approx 10^{\circ}\text{C}$ por 1, 3 e 6 dias, em função da época de colheita. Viçosa-MG, 2001.

Época de Colheita	Doçura	Formato	Aparência	Aceitação
Agosto	3,39 a	4,26 a	4,22 a	3,95 a
Novembro	3,05 b	3,94 b	4,00 b	3,79 b

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Duncan.

Quadro 14 - Notas médias (escala de 1 a 5) atribuídas à cor, textura e relação doçura / acidez dos morangos de dez cultivares, cultivados organicamente, em função do tempo de conservação em refrigerador a $\approx 10^{\circ}\text{C}$ (1, 3 e 6 dias) e da época de colheita. Viçosa-MG, 2001.

Cor			
Época de Colheita	Tempo de Conservação Pós-colheita		
	1 dia	3 dias	6 dias
Agosto	4,33 aA	4,35 aA	4,10 aA
Novembro	4,33 aA	3,90 bB	3,78 bB

Textura			
Época de Colheita	Tempo de Conservação Pós-colheita		
	1 dia	3 dias	6 dias
Agosto	4,28 aA	4,13 aA	4,03 aA
Novembro	4,45 aA	4,05 aB	3,70 bC

Relação Doçura / Acidez			
Época de Colheita	Tempo de Conservação Pós-colheita		
	1 dia	3 dias	6 dias
Agosto	1,34 aA	1,14 aB	1,08 aB
Novembro	1,04 bA	1,08 aA	1,06 aA

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Duncan.

Em novembro, a textura e a cor dos morangos foram prejudicadas com o passar dos dias de conservação em refrigerador a aproximadamente 10°C (Quadro 14).

A cor constitui-se importante componente da qualidade dos frutos, sendo alvo em grande parte dos programas de melhoramento do morangueiro (Sacks & Shaw, 1994; Shaw & Sacks, 1995). Neste estudo, a cor dos morangos foi a característica mais variável (Quadro 4A, 5A, 6A e 14) no teste sensorial.

Contudo, atualmente, dispõe-se de aparelhos, os colorímetros, de fácil manuseio que permitem mensurações precisas quanto aos descritores da cor (McGuire, 1992).

3.2.4. Índice de desempenho

A cultivar 'Sweet Charlie' teve a maior estimativa do índice de desempenho (13; em escala de 5 a 15); seguido por 'Camarosa' (12,7) e 'Tudla' (12,1) (Figura 3).

'Sweet Charlie' teve desempenho acima da média em todas as características consideradas na estimação do índice. No entanto, sua superioridade foi acentuada quanto à qualidade dos morangos (flavor, aparência e conservação pós-colheita) (Figura 3).

O desempenho de 'Tudla' e, principalmente, de 'Camarosa' foi abaixo da média apenas em relação ao flavor (sabor e aroma) dos morangos (Figura 3).

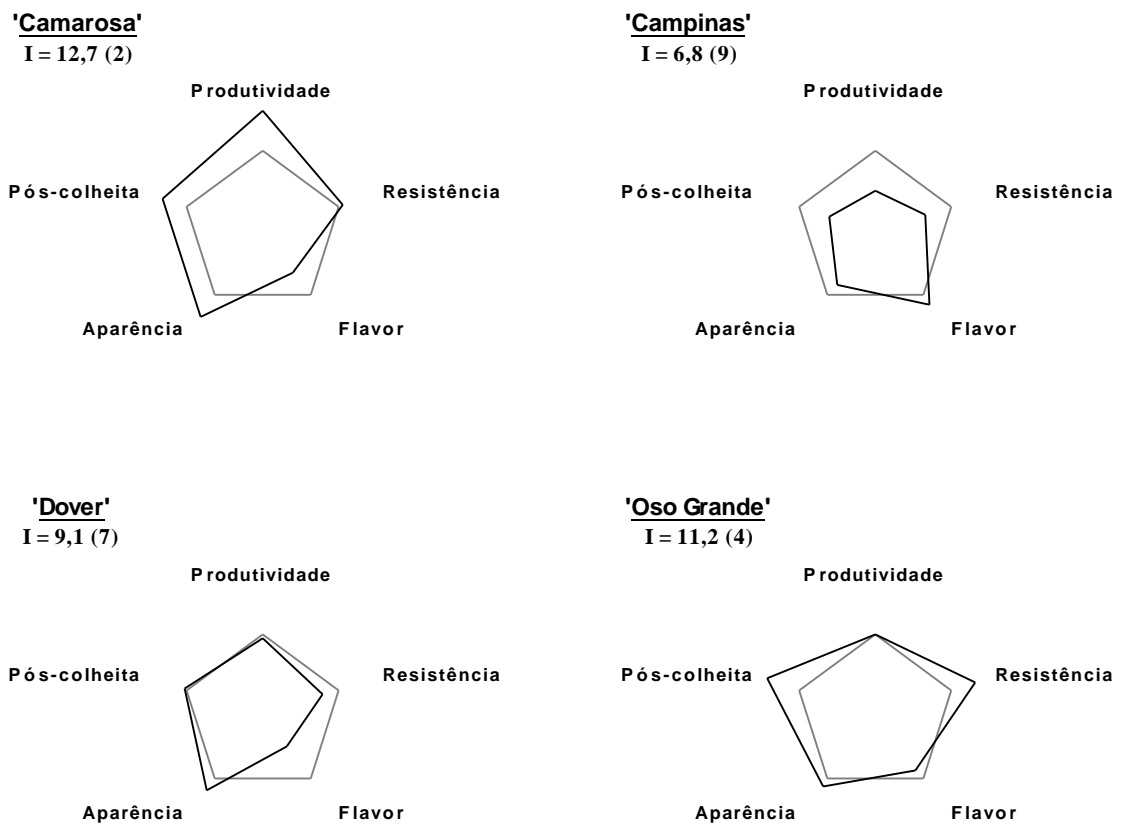


Figura 3 - Continua...

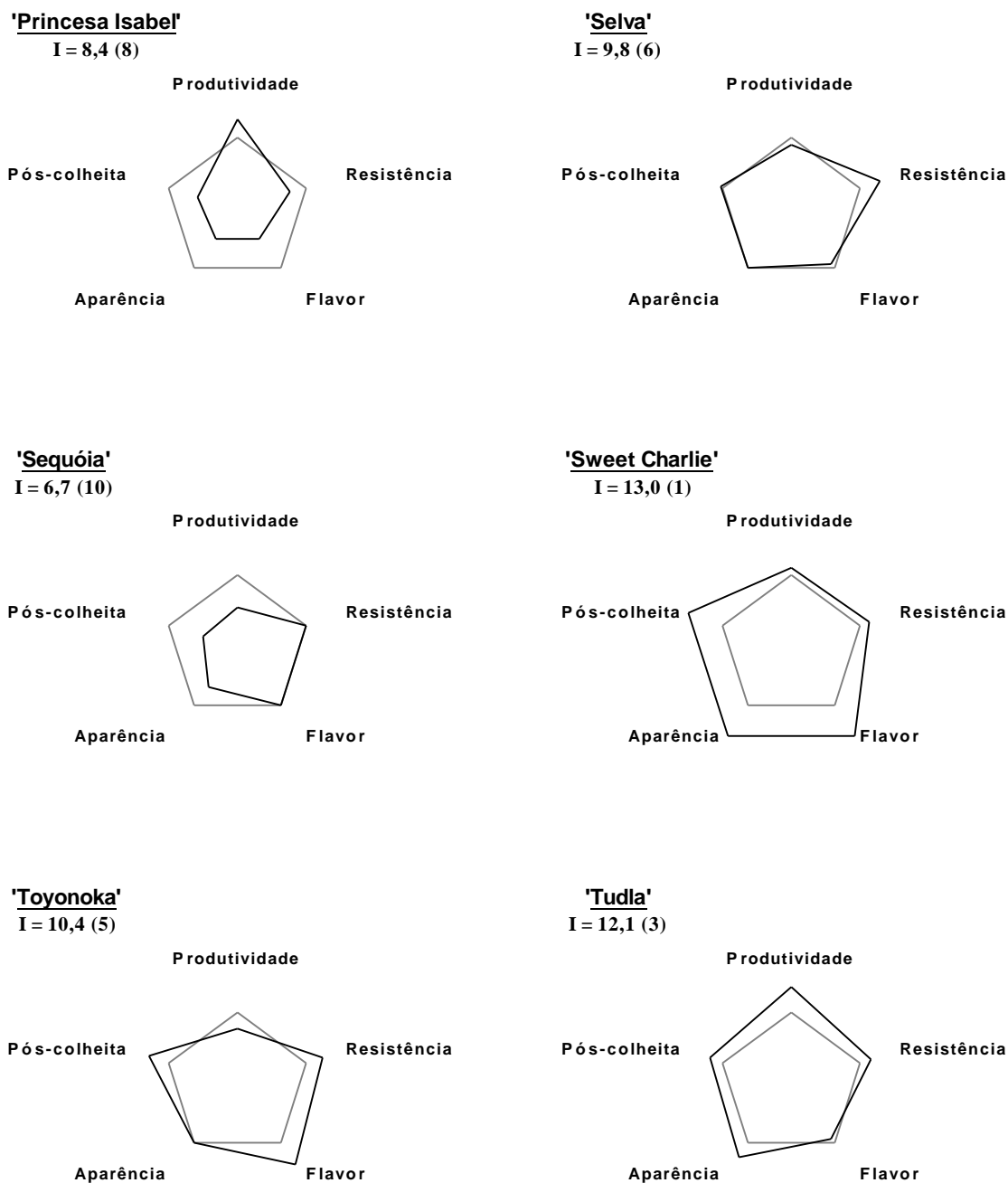


Figura 3 - Índice de desempenho (I) em escala de 5 a 15 (Produtividade: peso 4; Resistência a doenças: peso 1; Flavor: peso 1,5; Aparência: peso 1,5; Pós-colheita: peso 2); pentágono em cinza corresponde aos valores médios de cada característica (=10). Valor entre parênteses refere-se à classificação relativa da cultivar em relação ao índice de desempenho. Viçosa-MG, 2001.

3.3. Avaliação de dez cultivares de morangueiro em cultivo orgânico com baixo nível de fertilização

A produção em número e massa de morangos comercializáveis, não comercializáveis e total por planta, assim como a massa fresca média dos morangos, diferiram entre as cultivares (Quadro 7A).

‘Camarosa’ e ‘Selva’ produziram maior número de morangos comercializáveis por planta, não diferindo das cultivares Sweet Charlie, Tudla, Oso Grande e Dover; ‘Camarosa’ também teve a maior produção total em massa (g) de morangos por planta, não diferindo significativamente de ‘Oso Grande’, ‘Tudla’ e ‘Selva’; e frutos mais pesados foram detectados na cultivar ‘Oso Grande’ (Quadro 15).

A heterogeneidade dos quadrados médios residuais dos ensaios com alto e baixo níveis de fertilização (Quadro 2A e 7A) prejudicou a análise conjunta dos experimentos. No entanto, na comparação dos resultados, as cultivares Camarosa e Oso Grande tiveram elevados valores, respectivamente, de massa (g) de morangos por planta e de massa fresca média do fruto, independentemente da condição local (Quadro 6 e 15). O desempenho relativo da cultivar Tudla foi praticamente constante e superior nos dois ambientes (Quadro 6 e 15).

‘Princesa Isabel’ foi bastante influenciada pelas condições locais. Seu desempenho relativo foi drasticamente reduzido pela baixa fertilização (Quadro 6 e 15). ‘Princesa Isabel’, ‘Sequóia’ e ‘Campinas’ foram os cultivares com menor desempenho (Quadro 15).

Maior produção de frutos não comercializáveis, tanto em número, quanto em massa por planta, foram obtidos por ‘Dover’; aparentemente devido à expressiva redução na massa média dos frutos (Quadro 15).

É claro, que outros fatores intrínsecos dos locais, além do nível de fertilização, contribuíram nas diferenças de desempenho verificadas nos ensaios. O atraso do período de maior produção, em decorrência da imobilização de nutrientes pela biomassa do solo, beneficiou o desempenho relativo da cultivar Selva (Quadro 6 e 15), a única, dentre as estudadas, insensível ao fotoperíodo e, portanto, com maior potencial produtivo na primavera/verão.

Quadro 15 - Médias do número de morangos comercializáveis (Nº MC), não comercializáveis (Nº MNC) e total (Nº TM) por planta, da produção (g) de morangos comercializáveis (Massa MC), não comercializáveis (Massa MNC) e total (Massa TM) por planta e da massa fresca média dos frutos comercializáveis (Massa \bar{x} MC), não comercializáveis (Massa \bar{x} MNC) e total (Massa \bar{x} TM), no cultivo orgânico de dez cultivares de morangueiro, com baixo nível de fertilização. Viçosa-MG, 2001.

Cultivar	Nº MC	Nº MNC	Nº TM
Camarosa	12,48 a	3,63 bcd	16,11 ab
Campinas	7,69 bc	4,57 b	12,26 bcd
Dover	9,54 ab	8,29 a	17,83 a
Oso Grande	9,75 ab	1,20 d	10,95 cd
Princesa Isabel	5,25 c	4,38 bc	9,63 d
Selva	11,35 a	4,12 bc	15,46 abc
Sequóia	6,80 bc	2,21 bcd	9,00 d
Sweet Charlie	9,96 ab	1,93 cd	11,89 bcd
Toyonoka	8,00 bc	2,72 bcd	10,71 cd
Tudla	9,84 ab	2,79 bcd	12,63 bcd

Cultivar	Massa MC	Massa MNC	Massa TM
Camarosa	100,51 a	8,61 bc	109,12 a
Campinas	45,45 cde	9,31 bc	54,76 cde
Dover	55,60 cde	15,00 a	70,60 bcde
Oso Grande	92,42 ab	3,81 c	96,23 ab
Princesa Isabel	30,62 e	9,47 bc	40,09 e
Selva	74,08 abc	9,88 b	83,96 abc
Sequóia	42,99 de	4,41 bc	47,4 de
Sweet Charlie	67,58 bcd	4,61 bc	72,19 bcd
Toyonoka	59,12 cde	5,74 bc	64,85 bcde
Tudla	75,29 abc	6,68 bc	81,97 abc

Continua...

Quadro 15 - Continuação.

Cultivar	Massa \bar{x} MC	Massa \bar{x} MNC	Massa \bar{x} TM
Camarosa	8,05 ab	2,39 b	6,85 b
Campinas	5,90 d	2,03 b	4,48 efg
Dover	5,77 d	1,81 b	3,97 g
Oso Grande	9,24 a	3,12 a	8,57 a
Princesa Isabel	5,86 d	2,15 b	4,18 fg
Selva	6,51 cd	2,36 b	5,47 cde
Sequóia	6,25 cd	2,05 b	5,24 def
Sweet Charlie	6,75 bcd	2,42 b	6,05 bcd
Toyonoka	7,35 bc	2,13 b	5,98 bcd
Tudla	7,89 b	2,35 b	6,70 bc

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Duncan.

O número de folhas por planta e a área foliar média (em $\text{cm}^2 \cdot \text{folha}^{-1}$) variaram significativamente entre as cultivares (Quadro 7A). 'Dover', cultivar com grande número de folhas, teve pequena área foliar média (Quadro 16). 'Sequóia' e 'Toyonoka' foram as cultivares com maior área foliar (Quadro 16).

A ocorrência de micosferela foi mínima, não constatando-se variação na manifestação da doença entre as cultivares (Quadro 7A). Praticamente não foram observados sintomas visíveis nas plantas. As médias das cultivares oscilaram entre 1,00 e 1,13, em escala de avaliação variando de 1 a 6. A incidência de formiga-lava-pé também foi baixa (médias entre 1,0 e 1,3) e não variou entre as cultivares (Quadro 7A). Observa-se que em alto nível de fertilização, as médias da severidade de micosferela variaram de 2,19 a 5,23 (Quadro 7), havendo, no final do ciclo produtivo, plantas com forte coalescência de lesões.

Quadro 16 - Médias do número de folhas por planta e área foliar média ($\text{cm}^2.\text{folha}^{-1}$), no cultivo orgânico de dez cultivares de morangueiro, com baixo nível de fertilização. Viçosa-MG, 2001.

Cultivar	Nº Folhas	Área Foliar ($\text{cm}^2.\text{folha}^{-1}$)
Camarosa	14,25 ab	70,22 bc
Campinas	13,63 b	70,78 bc
Dover	19,00 a	44,11 d
Oso Grande	10,38 b	70,13 bc
Princesa Isabel	11,63 b	61,07 cd
Selva	12,13 b	71,75 bc
Sequóia	12,75 b	101,50 a
Sweet Charlie	12,25 b	63,60 bcd
Toyonoka	9,38 b	86,07 ab
Tudla	13,88 b	70,43 bc

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Duncan.

4. RESUMO E CONCLUSÕES

Foram realizados ensaios em cultivo orgânico, em Viçosa-MG, na perspectiva de identificar cultivares de morangueiro potencialmente úteis como genitores em programas de melhoramento. Avaliou-se a produtividade das cultivares Campinas, Dover e Princesa Isabel, sem e com adubação de cobertura (sólida e líquida) e o comportamento das cultivares Camarosa, Campinas, Dover, Oso Grande, Princesa Isabel, Selva, Sequóia, Sweet Charlie, Toyonoka e Tudla, em situação de alto e baixo nível de fertilização. A adubação de cobertura não afetou a produtividade das cultivares Campinas, Dover e Princesa Isabel. Em situação de alto nível de fertilização, 'Princesa Isabel' e 'Dover' se destacaram quanto ao número de morangos comercializáveis produzidos por planta (médias de 70,1 e 62,5 , respectivamente); maiores produções, em massa de morangos comercializáveis por planta, foram detectadas nas cultivares Camarosa (média de 761,4 g), Tudla (698,4 g), Princesa Isabel (660,5 g), Sweet Charlie (600,6 g) e Oso Grande (567,6 g); 'Oso Grande' e 'Tudla' produziram frutos com maior massa média (13,9 e 12,8 g, respectivamente); os frutos de 'Sweet Charlie' foram os preferidos quanto ao flavor e aceitação geral nos testes sensoriais; e melhor qualidade na conservação pós-colheita foi verificada nos morangos de 'Oso Grande', 'Sweet Charlie' e 'Toyonoka'. Em situação de baixo nível de fertilização, 'Camarosa' e 'Selva' produziram elevado número de morangos comercializáveis por planta; 'Camarosa' também se destacou quanto à

produção em massa de frutos; e morangos mais pesados foram detectados na cultivar 'Oso Grande'. O desempenho das cultivares evidencia a potencialidade do cultivo orgânico e reforça a perspectiva de ganhos por meio de melhoramento genético. As cultivares Camarosa, Oso Grande, Sweet Charlie, Toyonoka e Tudla são recomendáveis nos cruzamentos em programas de melhoramento visando o cultivo orgânico.

CAPÍTULO 2

DIVERSIDADE GENÉTICA DO MORANGUEIRO E RESPOSTA AO COMPOSTO ORGÂNICO

1. INTRODUÇÃO

A agricultura orgânica tem como base a aplicação, no solo, de resíduos orgânicos vegetais e animais, produzidos na propriedade agrícola, com o objetivo de manter o equilíbrio biológico e a ciclagem de nutrientes (Santos & Mendonça, 2001).

A compostagem de resíduos orgânicos é prática secular e indispensável quando se deseja transformar produtos de origem vegetal ou animal em fertilizante orgânico, a fim de melhorar as propriedades do solo e a produtividade das culturas (Kiehl, 2001). Souza (2001) relata aumentos expressivos no teor de matéria orgânica (71%), na capacidade de troca catiônica, nos níveis de fósforo (390%) e de potássio (90%), na saturação de bases (80%) e no pH de solos cultivados organicamente com hortaliças durante nove anos, sendo realizadas adubações com composto orgânico.

Todavia, embora o composto tenha grande relevância na agricultura alternativa, seu uso em grande quantidade pode representar aumento de custo não compensado por aumento de rendimento, sendo, dessa forma,

inconveniente à eficiência do processo produtivo. Tal processo é otimizado com a utilização de cultivares mais efetivas no aproveitamento da adubação. Nesse sentido, os programas de melhoramento destinados à produção orgânica devem almejar a obtenção de cultivares mais efetivas no uso do composto orgânico.

A variabilidade genética é fundamental em qualquer programa de melhoramento. Cruzamentos envolvendo genitores com maior diversidade genética são indicados quando se deseja alto efeito heterótico e maior heterozigose nas populações segregantes, como é o caso do morangueiro (Hancock et al., 1996). O progresso genético por meio da seleção nestas populações é diretamente proporcional à superioridade agrônômica e à diversidade genética dos genitores.

A diversidade genética pode ser determinada pela quantificação da heterose manifestada nos cruzamentos ou por processos preditivos, que tomam por base as diferenças agrônômicas, morfológicas e fisiológicas entre os genótipos e não requerem a obtenção prévia das combinações híbridas (Maluf et al., 1983; Miranda et al., 1988; Cruz & Regazzi, 1997). Quando diversas características são avaliadas simultaneamente nos genótipos, as distâncias genéticas relativas podem ser estimadas por procedimentos multivariados como a estatística D^2 de Mahalanobis, distâncias euclidianas, agrupamento pelo método de Tocher, variáveis canônicas, componentes principais e dispersão em eixos cartesianos, entre outros, sendo a escolha do método função da precisão desejada pelo pesquisador, facilidade de análise e forma de obtenção dos dados (Cruz & Regazzi, 1997; Oliveira, 1997; Moura et al., 1999; Silva et al., 2001).

Neste trabalho, objetivou-se (1) avaliar a diversidade genética entre cultivares de morangueiro, com base em características agrônômicas e por meio de procedimentos multivariados, em seis doses de composto orgânico, possibilitando a identificação da dose mais adequada aos estudos genéticos, bem como as combinações de genitores mais promissoras; e (2) classificar as cultivares quanto à eficácia no uso de composto orgânico.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em Viçosa, MG, em casa de vegetação do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa (UFV), no período de julho de 2001 a janeiro de 2002.

2.1. Delineamento e condução do experimento

Foram avaliadas dez cultivares: Camarosa (clone S2535), Campinas (clone S0001), Dover (clone S2474), Oso Grande (clone S2500), Princesa Isabel (clone S2332), Selva (clone S2515), Sequóia (clone S1861), Sweet Charlie (clone S2528), Toyonoka (clone S2300) e Tudla (clone S2534); e seis doses de composto orgânico (0; 25; 50; 100; 200; e 400 g de matéria seca por 5 dm³ de solo).

Mudas orgânicas das cultivares em questão foram obtidas de forma idêntica à descrita no Capítulo 1, item 2.2. A constituição e os teores de nutrientes do composto orgânico (aproximadamente 50% de umidade) também se encontram no Capítulo 1, Quadro 1.

Os tratamentos foram arrançados em esquema fatorial 10 x 6 (dez cultivares x seis doses de composto), em blocos casualizados com quatro repetições, totalizando 240 unidades experimentais; cada unidade (parcela) foi constituída por um vaso com uma planta.

O composto orgânico foi misturado, conforme o tratamento, com solo de baixa fertilidade, classe textural argiloso, coletado em barranco na Horta

Experimental do Departamento de Fitotecnia, Viçosa-MG. As características químicas e físicas do solo estão descritas no Quadro 1.

Quadro 1 - Características químicas e físicas do solo utilizado no experimento.

Característica	Valor na amostra
pH em água, KCl e CaCl ₂ - Relação 1:2,5	4,9
P (mg/dm ³) ^{1/}	2,6
K (mg/dm ³) ^{1/}	22,0
Ca ²⁺ (cmol _c /dm ³) ^{2/}	0,4
Mg ²⁺ (cmol _c /dm ³) ^{2/}	0,5
Al ³⁺ (cmol _c /dm ³) ^{2/}	0,2
H + Al ^{3/}	2,6
Soma de Bases Trocáveis (cmol _c /dm ³)	0,96
Capacidade de Troca Catiônica Efetiva (cmol _c /dm ³)	1,16
Capacidade de Troca Catiônica a pH 7,0 (cmol _c /dm ³)	3,56
Índice de Saturação de Bases (%)	27,0
Índice de Saturação de Alumínio (%)	17,0
Matéria Orgânica = C Org. x 1,724 – Walkley-Black (dag/kg)	0,64
Zn (mg/dm ³) ^{1/}	0,9
Fe (mg/dm ³) ^{1/}	51,8
Mn (mg/dm ³) ^{1/}	7,1
Cu (mg/dm ³) ^{1/}	2,3
B (mg/dm ³) ^{4/}	0,08
Areia grossa (%) ^{5/}	13
Areia fina (%) ^{5/}	10
Silte (%) ^{5/}	20
Argila (%) ^{5/}	57
Classificação textural	Argiloso

^{1/} Extrator Mehlich 1;

^{2/} Extrator KCl - 1 mol/L;

^{3/} Extrator acetato de cálcio 0,5 mol/L - pH 7,0;

^{4/} Extrator água quente;

^{5/} Método da Pipeta.

A acidez do solo foi corrigida com a aplicação de calcário (PRNT = 100%) na dose equivalente a 2,51 t.ha⁻¹, calculada pelo método da neutralização do Al³⁺ e da elevação dos teores de Ca²⁺ + Mg²⁺, segundo as recomendações da Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais (1999).

Após a calagem e adubação orgânica, o solo foi acondicionado em vasos de polietileno rígido (5 dm³ da mistura de solo e composto orgânico por vaso), irrigado e mantido próximo a capacidade de campo por uma semana, em casa de vegetação, quando, então, realizou-se o plantio (25/07/01).

O solo foi coberto com filme de polietileno preto de 150 µm de espessura, recortado nas dimensões da superfície do vaso e contendo orifício central destinado à passagem da planta. A irrigação foi feita com água desionizada. Folhas senescentes e/ou com sintomas de doenças foram periodicamente retiradas. Os morangos foram colhidos à medida que amadureciam.

2.2. Avaliação

No final do sexto mês de cultivo, as plantas foram colhidas e separadas em frutos, folhas, caule (coroa, estolões e eixos das inflorescências) e raízes. As raízes foram retiradas com auxílio de jato d'água dirigido sobre o substrato. Em seguida, os órgãos das plantas foram acondicionados em sacos de papel e secos em estufa com ventilação forçada a 70°C, até adquirirem peso constante.

Foram quantificadas as variáveis:

- Número e massa de morangos comercializáveis, não comercializáveis e totais por planta e massa média dos frutos colhidos no período de 25/08/01 a 25/01/02. Foram considerados comercializáveis, os morangos com massa fresca superior a 3,5 g, desprovidos de danos e doenças;
- Massa seca total dos morangos produzidos por planta;
- Número de folhas sadias por planta no segundo e sexto meses após o plantio;

- Área foliar ($\text{cm}^2.\text{folha}^{-1}$): a área de duas folhas (lâmina trifoliolada) por planta, aleatoriamente escolhidas, foi medida em aparelho portátil, marca *LI-COR*, modelo LI-3000A, no sexto mês após o plantio;
- Área foliar total ($\text{cm}^2.\text{planta}^{-1}$): estimada por meio da multiplicação do número de folhas pela área foliar média ($\text{cm}^2.\text{folha}^{-1}$), no sexto mês de cultivo;
- Massa fresca e seca das folhas, incluindo aquelas senescentes e/ou com sintomas de doenças retiradas durante a condução do experimento;
- Massa fresca e seca do caule (coroa, estolões e eixos das inflorescências);
- Massa seca da parte aérea vegetativa (folhas + caule);
- Massa seca da parte aérea (frutos + folhas + caule);
- Massa fresca e seca das raízes;
- Massa seca total da planta (frutos + folhas + caule + raízes);
- Relação raiz / parte aérea: obtida pela divisão entre as massas secas da raiz e da parte aérea;
- Relação folhas / parte aérea: também chamada razão de massa foliar (Benincasa, 1988); obtida pela divisão entre as massas secas das folhas e da parte aérea;
- Relação frutos / folhas: obtida pela divisão entre a massa fresca total de morangos e a massa seca das folhas;
- Relação frutos / parte aérea vegetativa: obtida pela divisão entre a massa fresca total de morangos e a massa seca da parte aérea vegetativa;
- Razão de área foliar: obtida pela divisão entre a área foliar total e a massa seca da parte aérea;
- Área foliar específica: obtida pela divisão entre a área foliar total e a massa seca das folhas;
- Incidência de micosferela (*Mycosphaerella fragariae*): a severidade de micosferela foi avaliada por meio de escala de notas variando de 1 (ausência de sintomas visíveis) a 6 (forte coalescência de lesões e morte generalizada de folhas) (Figura 1 do Capítulo 1), no sexto mês após o plantio;

- Incidência de formiga-lava-pé (*Solenopsis saevissima*): avaliada seis meses após o plantio, por meio de escala de notas variando de 1 (ausência de formigas) a 4 (alta incidência de formigas), em que as notas 2 e 3 referem-se, respectivamente, à baixa e média incidência.

2.3. Análise estatística

A diversidade genética, estudada em cada dose de composto orgânico, foi avaliada utilizando-se análise de agrupamento pelo método de Tocher, descrito por Cruz & Regazzi (1997), baseada na distância generalizada de Mahalanobis (D^2), cujo princípio básico é manter a homogeneidade dentro e heterogeneidade entre os grupos formados. Por meio desta técnica, a dose de composto mais adequada aos estudos genéticos futuros é aquela que proporciona melhor discriminação entre as cultivares, ou seja, que resulta no maior número de grupos formados. No cálculo das distâncias de Mahalanobis, foram consideradas 29 características, excluindo-se a severidade de micosferela e a incidência de formiga-lava-pé, cujos dados não permitiram a análise de variância em cada dose de composto. A contribuição relativa de cada característica avaliada na diversidade entre as cultivares foi calculada pela metodologia proposta por Singh (1981).

Em cada dose de composto, também foram realizadas análises de variância das variáveis de acordo com o modelo estatístico:

$$Y_{ij} = \mu + G_i + B_j + \varepsilon_{ij}$$

em que:

Y_{ij} = observação da i -ésima cultivar, na j -ésima repetição;

μ = média geral do experimento;

G_i = efeito da i -ésima cultivar;

B_j = efeito do j -ésimo bloco; e

ε_{ij} = efeito do erro experimental.

Adotou-se o modelo fixo em razão dos resultados serem válidos apenas às cultivares em estudo. A fim de auxiliar na escolha da dose mais adequada aos estudos genéticos, foram estimados, em cada dose:

- valor da estatística F;
- componente de variação fenotípico ($\hat{\sigma}_f^2$), dado pela razão QMG / r;
- componente quadrático que expressa a variabilidade genotípica entre as médias das cultivares ($\hat{\phi}_g$), dado pela expressão (QMG - QMR) / r;
- coeficiente de variação experimental (CVe), dado pela expressão $100\sqrt{\text{QMR}} / \hat{m}$;
- coeficiente de variação genotípico (CVg), dado pela expressão $100\sqrt{\hat{\phi}_g} / \hat{m}$;
- razão CVg / CVe; e
- coeficiente de determinação (H^2), dado pela razão $\hat{\phi}_g / \hat{\sigma}_f^2$,

em que:

QMG = quadrado médio de cultivares;

QMR = quadrado médio do resíduo;

r = número de repetições; e

\hat{m} = média geral da variável.

A melhor dose de composto é aquela que permite a manifestação da maior variabilidade genética, sendo comprovada qualitativamente pela significância dos quadrados médios de cultivares e quantitativamente pelas estatísticas F, H^2 e CVg/CVe, em que a discriminação dos cultivares seja feita com maior precisão experimental (CVe).

A classificação das cultivares quanto à eficácia no uso de composto orgânico foi feita com base na produção em massa de morangos comercializáveis por planta. As cultivares foram classificadas, utilizando-se o teste de Scott-Knott, em mais ou menos efetivos. Procederam-se, também, análises de regressão, individualmente por cultivar, das variáveis massa de morangos comercializáveis por planta e massa seca da parte aérea vegetativa, em função da dose de composto.

Todas as análises foram realizadas com o auxílio do programa computacional GENES (Cruz, 2001).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Diversidade genética

Constatou-se variabilidade genética entre as cultivares de morangueiro, levando em conta 29 características, principalmente nas doses 50 e 400 g de composto orgânico por 5 dm³ de solo. Nestas doses, a análise pelo método de otimização de Tocher, com base na distância generalizada de Mahalanobis (D²), resultou na formação de cinco grupos distintos, enquanto na ausência de composto orgânico e na dose 25g / 5dm³ de solo, verificou-se a formação de três e quatro grupos, respectivamente, e nas doses 100 e 200 g, apenas dois grupos (Quadro 2).

A cultivar Dover formou grupo unitário em todas as doses de composto, com exceção da dose 50 g / 5 dm³ de solo, na qual foi agrupado com 'Princesa Isabel' e 'Camarosa'. Tal fato evidencia a dissimilaridade de 'Dover' com as demais cultivares. Sjulín & Dale (1987) estimaram a diversidade genética entre 143 cultivares norte-americanas, incluindo 'Dover', 'Selva' e 'Sequóia', com base em informações genealógicas. 'Selva' e 'Sequóia' foram agrupadas juntas; 'Dover', porém, pertenceu a outro grupo. Os pesquisadores verificaram forte relacionamento entre a constituição dos grupos e a origem geográfica das cultivares.

Neste trabalho, o relacionamento grupo x origem das cultivares não foi tão claro. 'Campinas' e 'Princesa Isabel', duas cultivares desenvolvidas no Brasil (Instituto Agrônomo de Campinas, Campinas-SP), formaram grupo distinto somente na maior dose utilizada de composto

(Quadro 2). ‘Toyonoka’ e ‘Tudla’, oriundos, respectivamente, do Japão e da Espanha, formaram grupos unitários em algumas situações, no entanto, em outras, foram agrupadas com cultivares de origens distintas (Quadro 2).

Segundo Graham et al. (1996), os registros genealógicos não fornecem boa indicação em relação à diversidade genética do morangueiro, visto que os genitores mais ancestrais, ainda com nomes distintos, podem ser geneticamente muito similares ou, em caso extremo, o mesmo clone. Por meio de marcadores moleculares, Graham et al. (1996) verificaram alta similaridade genética (de 62 a 89%) entre cultivares lançadas em várias partes do mundo, indicando sua estreita relação genética, muito embora, tenham sido desenvolvidas em programas de melhoramento amplamente distantes geograficamente.

Quadro 2 - Agrupamento das dez cultivares de morangueiro pelo método de Tocher, com base na distância generalizada de Mahalanobis (D^2), considerando 29 características, nas seis doses de composto orgânico aplicadas ao solo. Viçosa-MG, 2001/2002.

Grupos	Doses de composto orgânico (g / 5 dm ³ de solo)		
	0	25	50
1	② ⑥ ④ ⑩ ① ⑨ ⑧ ⑦	② ④ ⑧ ⑥ ① ⑤ ⑦	⑦ ⑨ ⑥ ④
2	⑤	⑨	③ ⑤ ①
3	③	⑩	⑩
4		③	②
5			⑧

Grupos	Doses de composto orgânico (g / 5 dm ³ de solo)		
	100	200	400
1	⑥ ⑧ ⑤ ⑩ ① ② ⑨ ④ ⑦	② ⑦ ① ⑥ ⑤ ⑨ ⑧ ⑩ ④	⑥ ⑧ ⑦ ⑩ ①
2	③	③	② ⑤
3			③
4			⑨
5			④

Cultivares: ① Camarosa; ② Campinas; ③ Dover; ④ Oso Grande; ⑤ Princesa Isabel; ⑥ Selva; ⑦ Sequóia; ⑧ Sweet Charlie; ⑨ Toyonoka; e ⑩ Tudla.

Os grupos formados na dose 400 g de composto / 5 dm³ de solo foram semelhantes àqueles obtidos aplicando-se a mesma metodologia de análise aos dados de 14 características, avaliadas nas mesmas cultivares, em cultivo orgânico, no campo, com alto nível de fertilização (Quadros 2 e 3).

Quadro 3 - Agrupamento dos dez cultivares de morangueiro pelo método de Tocher, com base na distância generalizada de Mahalanobis (D^2), em cultivo orgânico (campo) com alto e baixo nível de fertilização, considerando, respectivamente, 14 e 12 características. Viçosa-MG, 2001/2002.

Grupo	Cultivo orgânico	
	Alto nível de fertilização	Baixo nível de fertilização
1	⑦ ⑧ ⑥ ⑨ ⑩	⑥ ⑧ ⑩ ① ② ⑨ ⑦
2	② ⑤ ③	④
3	④	⑤
4	①	③

Cultivares: ① Camarosa; ② Campinas; ③ Dover; ④ Oso Grande; ⑤ Princesa Isabel; ⑥ Selva; ⑦ Sequóia; ⑧ Sweet Charlie; ⑨ Toyonoka; e ⑩ Tudla.

A contribuição relativa de cada característica quanto à divergência genética, nas doses que mais discriminaram as cultivares, encontram-se no Quadro 4. De acordo com a metodologia de Singh (1981), a massa seca da parte aérea total (MS PA) e da parte aérea vegetativa (MS Veg) foram as características que mais contribuíram na divergência, respectivamente, nas doses 50 e 400 g de composto (Quadro 4). As características cuja contribuição foi nula ou muito próxima disso, tais como massas frescas das raízes (MF Raiz) e das folhas (MF Folhas) e massa média dos morangos não comercializáveis (Massa \bar{x} MNC), entre outras (Quadro 4), podem ser desconsideradas em estudos futuros.

Dentre as doses que mais discriminaram as cultivares (50 e 400 g de composto), onde se verificou a formação de cinco grupos pelo método de otimização de Tocher, a dose 400 g possibilitou maior manifestação da

variabilidade genética, avaliada pela significância dos quadrados médios de cultivares e pela magnitude da estatística F, do coeficiente de determinação genotípico (H^2) e da razão CVg / CVe, além de maior precisão experimental (magnitudes dos CVe numericamente menores) (Quadros 8A e 5). Contudo, a dose 50 g pode ser preferida quando o interesse for avaliar a eficácia dos genótipos em baixo nível de adubação.

Na dose 400 g de composto / 5 dm³ de solo, as cultivares Oso Grande e Princesa Isabel se destacaram quanto à produção, respectivamente, em massa e número de morangos por planta; maior massa média dos frutos foi verificada em 'Oso Grande'; 'Princesa Isabel' manifestou maiores relações frutos/folhas e frutos/parte aérea vegetativa (folhas + caule); maior número de folhas por planta e maiores áreas foliares total e específica foram observadas na cultivar Dover; 'Sequóia' se destacou quanto à massa seca das raízes e das folhas; e 'Camarosa' quanto à razão de área foliar (Quadro 6). A severidade de micoserela (*Mycosphaerella fragariae*) e a incidência de formiga-lava-pé (*Solenopsis saevissima*), cujas notas médias foram 1,3 (escala de 1 a 6) e 1,4 (escala de 1 a 4), respectivamente, não variaram significativamente entre as cultivares.

Observa-se que se a escolha da dose de composto fosse feita exclusivamente com base na precisão experimental e nos parâmetros genéticos (Quadro 5), sem considerar o número de grupos formados pelo método de otimização de Tocher (Quadro 2), a dose 25 g / 5 dm³ de solo seria a mais indicada aos estudos genéticos (menor CVe, maior CVg, maior razão CVg/CVe, maior H^2 e maior valor médio da estatística F - Quadro 5).

Quadro 4 - Contribuição relativa (S.j) de 29 características quanto à divergência genética entre dez cultivares de morangueiro, nas doses de 50 e 400g de composto orgânico por 5 dm³ de solo. Viçosa-MG, 2001/2002.

Característica ¹	50 g composto / 5 dm ³ solo		400 g composto / 5 dm ³ solo	
	S.j	%	S.j	%
Nº MC	11.605,26	0,89	170,87	0,01
Nº MNC	16.880,47	1,29	9.387,79	0,33
Nº TM	36.862,69	2,82	17.998,30	0,63
Massa MC	27.179,59	2,08	3.840,42	0,13
Massa MNC	20.613,99	1,58	1.354,21	0,05
Massa TM	57.109,51	4,36	2.024,10	0,07
Massa \bar{x} MC	731,31	0,06	730,16	0,03
Massa \bar{x} MNC	718,25	0,05	55,04	0,00
Massa \bar{x} TM	1.527,71	0,12	1.156,87	0,04
MS TM	372.580,42	28,47	310.816,41	10,84
MF Raiz	154,93	0,01	1.344,33	0,05
MS Raiz	197,91	0,02	22.814,72	0,80
MF Folhas	253,32	0,02	112,47	0,00
MS Folhas	307,74	0,02	476.884,08	16,63
MF Caule	1.684,59	0,13	3.981,71	0,14
MS Caule	100.363,74	7,67	73.531,86	2,56
MS Veg.	176.923,17	13,52	1.004.706,12	35,05
MS PA	454.132,81	34,71	823.891,05	28,74
MS Planta	3.334,33	0,25	84.694,08	2,95
RRPA	412,81	0,03	1.318,23	0,05
RFPA	4.781,98	0,37	3.503,92	0,12
RTMF	626,24	0,05	2.063,98	0,07
RTMV	1.851,15	0,14	977,73	0,03
Nº Folhas 2	3.024,87	0,23	602,21	0,02
Nº Folhas 6	4.746,49	0,36	2.085,70	0,07
AF \bar{x}	3.366,44	0,26	685,42	0,02
AFT	1.089,92	0,08	13.318,83	0,46
RAF	3.821,59	0,29	83,05	0,00
AFE	1.631,33	0,12	2.728,30	0,10

Continua...

Quadro 4 - Continuação (Legenda).

1/

N^o MC: número de morangos comercializáveis produzidos por planta;

N^o MNC: número de morangos não comercializáveis produzidos por planta;

N^o TM: número total de morangos produzidos por planta;

Massa MC: massa (g) de morangos comercializáveis produzidos por planta;

Massa MNC: massa (g) de morangos não comercializáveis produzidos por planta;

Massa TM: massa total (g) de morangos produzidos por planta;

Massa \bar{x} MC: massa média (g) dos morangos comercializáveis;

Massa \bar{x} MNC: massa média (g) dos morangos não comercializáveis;

Massa \bar{x} TM: massa média (g) total dos morangos;

MS TM: massa (g) seca total dos morangos produzidos por planta;

MF Raiz: massa (g) fresca das raízes;

MS Raiz: massa (g) seca das raízes;

MF Folhas: massa (g) fresca das folhas;

MS Folhas: massa (g) seca das folhas;

MF Caule: massa (g) fresca do caule;

MS Caule: massa (g) seca do caule;

MS Veg.: massa (g) seca da parte aérea vegetativa (folhas + caule);

MS PA: massa (g) seca da parte aérea (frutos + folhas + caule);

MS Planta: massa (g) seca total da planta (frutos + folhas + caule + raízes);

RRPA: relação raiz / parte aérea;

RFPa: relação folhas / parte aérea;

RTMF: relação frutos / folhas;

RTMV: relação frutos / parte aérea vegetativa;

N^o Folhas 2: número de folhas por planta no segundo mês de cultivo;

N^o Folhas 6: número de folhas por planta no sexto mês de cultivo;

AF \bar{x} : área foliar média ($\text{cm}^2 \cdot \text{folha}^{-1}$);

AFT: área foliar total ($\text{cm}^2 \cdot \text{planta}^{-1}$);

RAF: razão de área foliar;

AFE: área foliar específica.

Quadro 5 - Valores máximos, mínimos e médios do coeficiente de variação experimental (CVe), coeficiente de variação genético (CVg), razão CVg/CVe, coeficiente de determinação genotípico (H^2) e estatística F (discriminando-se o número de caracteres com F significativo a 5 e 1% de probabilidade), observados em 29 características de dez cultivares de morangueiro, em função da dose de composto orgânico aplicado ao solo. Viçosa-MG, 2001/2002.

CVe (%)	Composto orgânico (g / 5 dm ³ de solo)					
Valor	0	25	50	100	200	400
Máximo	93,42	67,15	81,37	65,04	72,66	61,54
Mínimo	24,59	17,06	22,77	15,22	15,27	20,54
Médio	42,38	35,58	43,43	35,80	39,09	37,08
CVg (%)	Composto orgânico (g / 5 dm ³ de solo)					
Valor	0	25	50	100	200	400
Máximo	52,24	62,31	47,01	64,42	74,32	57,43
Mínimo ¹	4,05	3,60	1,82	5,61	6,37	5,58
Médio	19,48	24,02	20,68	19,81	21,48	21,60
CVg / CVe	Composto orgânico (g / 5 dm ³ de solo)					
Valor	0	25	50	100	200	400
Máximo	1,22	1,88	1,15	1,58	1,70	1,04
Mínimo ¹	0,14	0,10	0,05	0,14	0,12	0,22
Médio	0,49	0,70	0,49	0,54	0,60	0,61
H ²	Composto orgânico (g / 5 dm ³ de solo)					
Valor	0	25	50	100	200	400
Máximo	85,59	92,94	84,16	90,91	85,90	81,09
Mínimo ¹	7,56	4,15	1,01	7,65	5,17	15,98
Médio	42,25	57,92	44,10	17,50	50,23	53,51
F	Composto orgânico (g / 5 dm ³ de solo)					
Valor	0	25	50	100	200	400
Máximo	6,94	14,17	6,31	11,00	7,09	5,29
Mínimo	0,73	0,80	0,42	0,72	0,62	0,91
Médio	2,22	3,63	2,27	2,91	2,69	2,77
Nº F*	6	7	6	3	7	6
Nº F**	5	10	7	7	10	10

^{1/} valor mínimo acima de zero;

* e ** - significativos a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente.

Quadro 6 - Médias do número de morangos comercializáveis (N^o MC), não comercializáveis (N^o MNC) e total (N^o TM) por planta, da massa (g) de morangos comercializáveis (Massa MC), não comercializáveis (Massa MNC) e total (Massa TM) por planta, da massa média dos frutos (Massa \bar{x} TM), da massa (g) seca das folhas (MS Folhas), das massas fresca (MF Raiz) e seca (MS Raiz) das raízes, das relações frutos / folhas (RTMF) e frutos / parte aérea vegetativa (RTMV), do número de folhas por planta (N^o Folhas 6), da área foliar total, em cm².planta⁻¹ (AFT), da razão de área foliar, em cm².g⁻¹ (RAF) e da área foliar específica, em cm².g⁻¹ (AFE), de dez cultivares de morangueiro, após seis meses de cultivo em vasos com 400 g de composto / 5 dm³ de solo. Viçosa-MG, 2001/2002.

Cultivar	N ^o MC	N ^o MNC	N ^o TM	Massa \bar{x} TM
Camarosa	6,25 c	10,25 b	16,50 c	3,80 c
Campinas	13,25 bc	6,25 b	19,50 c	5,15 bc
Dover	18,75 ab	22,00 a	40,75 a	4,42 bc
Oso Grande	17,25 ab	4,00 b	21,25 c	8,72 a
Princesa I.	23,25 a	11,00 b	34,25 ab	5,26 bc
Selva	16,75 ab	7,00 b	23,75 bc	5,45 bc
Sequóia	11,75 bc	9,00 b	20,75 c	5,12 bc
Sweet Charlie	16,25 ab	6,25 b	22,50 c	6,15 b
Toyonoka	8,00 c	3,75 b	11,75 c	5,33 bc
Tudla	16,75 ab	6,75 b	23,50 bc	6,32 b

Cultivar	Massa MC	Massa MNC	Massa TM	MS Folhas
Camarosa	40,38 d	19,06 b	59,43 c	9,36 bc
Campinas	89,01 bcd	8,88 b	97,89 bc	11,42 abc
Dover	137,85 abc	36,52 a	174,37 a	12,36 ab
Oso Grande	179,61 a	7,02 b	186,62 a	11,29 abc
Princesa I.	160,40 ab	19,78 b	180,18 a	8,45 bc
Selva	114,81 abc	17,04 b	131,84 ab	11,18 abc
Sequóia	81,16 cd	17,43 b	98,58 bc	13,99 a
Sweet Charlie	132,10 abc	11,92 b	144,02 ab	9,43 bc
Toyonoka	69,53 cd	6,66 b	76,20 bc	8,04 c
Tudla	137,54 abc	10,51 b	148,05 ab	9,92 bc

Continua...

Quadro 6 - Continuação.

Cultivar	MF Raiz	MS Raiz	RTMF	RTMV
Camarosa	9,28 bc	9,23 ab	7,07 c	3,33 d
Campinas	12,35 ab	8,17 abc	8,66 bc	5,59 cd
Dover	16,56 a	9,14 ab	14,42 abc	7,48 abcd
Oso Grande	6,04 bc	4,84 abc	18,53 ab	12,43 ab
Princesa I.	7,45 bc	6,08 abc	23,08 a	13,03 a
Selva	9,13 bc	6,16 abc	11,63 bc	7,27 abcd
Sequóia	11,58 ab	10,09 a	7,02 c	4,53 cd
Sweet Charlie	5,30 bc	4,24 bc	15,52 abc	9,98 abc
Toyonoka	4,14 c	3,08 c	10,38 bc	6,32 bcd
Tudla	11,27 ab	9,45 ab	14,98 abc	9,90 abc

Cultivar	Nº Folhas 6	AFT	RAF	AFE
Camarosa	23,00 b	1.152,34 bc	40,86 a	131,09 ab
Campinas	20,75 b	1.463,47 ab	36,95 ab	126,93 ab
Dover	39,25 a	1.825,26 a	32,72 abc	145,81 a
Oso Grande	18,25 b	742,27 c	16,92 d	62,39 d
Princesa I.	17,00 b	923,82 bc	23,14 bcd	112,03 abc
Selva	17,75 b	822,73 c	24,43 bcd	74,26 cd
Sequóia	23,25 b	1.023,25 bc	24,13 bcd	73,35 cd
Sweet Charlie	17,00 b	688,98 c	18,59 cd	77,13 cd
Toyonoka	13,00 b	689,46 c	24,95 bcd	89,02 bcd
Tudla	20,00 b	1.008,99 bc	29,42 abcd	101,96 abcd

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Duncan.

3.2. Resposta ao composto orgânico

A produção, em massa de morangos comercializáveis por planta, foi considerada o critério mais relevante na avaliação da efetividade das cultivares quanto ao uso do composto orgânico, visto que reflete melhor a receita econômica.

Com base na produção, as cultivares Selva, Princesa Isabel e Oso Grande foram mais efetivas no aproveitamento da adubação orgânica, na dose 50 g de composto / 5 dm³ de solo, pelo método de agrupamento de Scott & Knott (1974) (Quadro 7). Estas cultivares, em conjunto com 'Dover', 'Tudla' e 'Sweet Charlie', também foram consideradas mais efetivas, na dose 400 g de composto (Quadro 7).

Quadro 7 - Classificação de dez cultivares de morangueiro quanto à eficácia no uso de composto orgânico (maior eficácia: > E; ou menor eficácia: < E) em relação à massa de morangos comercializáveis por planta (Massa MC), nas doses de 50 e 400 g de composto / 5 dm³ de solo, utilizando-se o teste de Scott & Knott, a 5% de probabilidade. Viçosa-MG, 2001/2002.

50 g composto / 5 dm ³ solo			400 g composto / 5 dm ³ solo		
Cultivar	Massa MC	Classe	Cultivar	Massa MC	Classe
Selva	98,51	> E	Oso Grande	179,61	> E
Princesa Isabel	98,32	> E	Princesa Isabel	160,40	> E
Oso grande	83,89	> E	Dover	137,85	> E
Dover	63,52	< E	Tudla	137,54	> E
Toyonoka	54,05	< E	Sweet Charlie	132,10	> E
Camarosa	53,63	< E	Selva	114,81	> E
Sweet Charlie	53,00	< E	Campinas	89,01	< E
Tudla	51,47	< E	Sequóia	81,16	< E
Sequóia	47,87	< E	Toyonoka	69,53	< E
Campinas	22,81	< E	Camarosa	40,38	< E

Verona et al. (1999), ao avaliarem o efeito da adubação orgânica no desempenho das cultivares Campinas, Tangi e Dover, verificaram maior resposta na cultivar Dover, com acréscimos médios de produção de 72%, em relação à testemunha (ausência de adubação).

A eficiência nutricional tem sido avaliada em nível de suprimento dos nutrientes abaixo do adequado ao ótimo crescimento das plantas (Oliveira et al., 1987; Moura, 1996). Segundo Coltman et al. (1986), os genótipos são melhor avaliados na dose equivalente de estresse, qual seja, aquela que proporciona 50% da produção máxima.

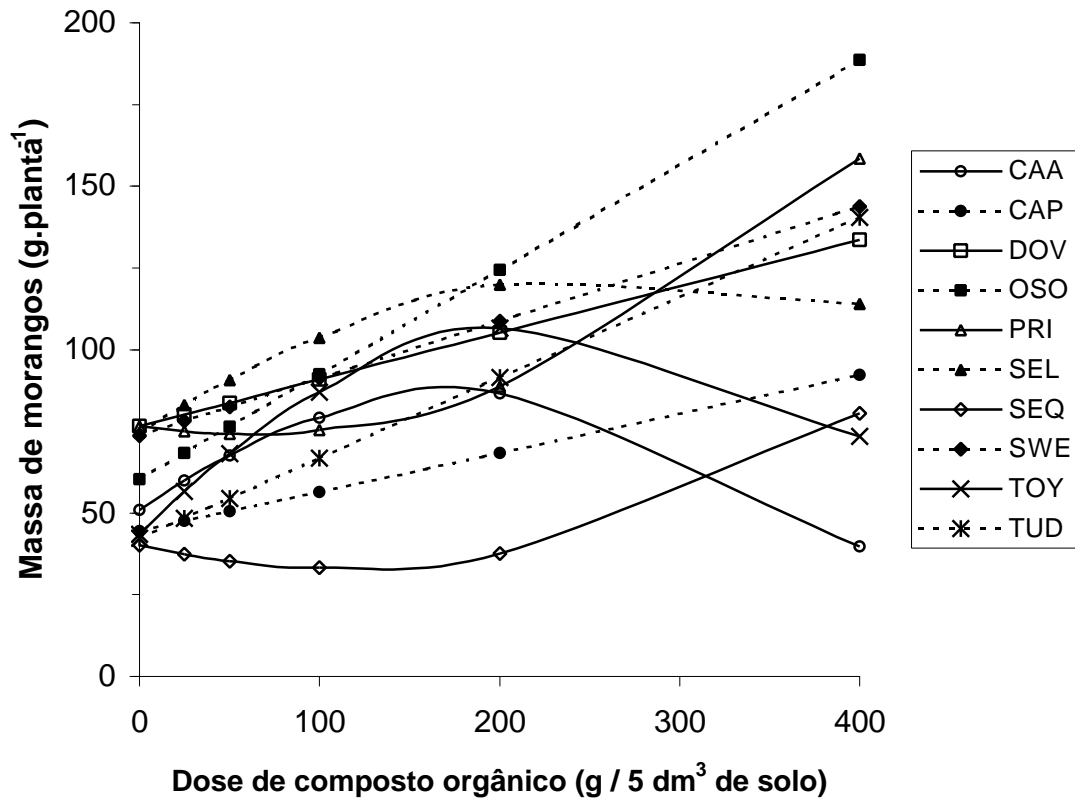
Neste trabalho, as cultivares Campinas, Dover, Oso Grande, Sweet Charlie e Tudla tiveram resposta linear à adubação, quanto à massa de morangos comercializáveis por planta (Figura 1 e Quadro 9A), não sendo possível, portanto, a estimativa de suas produções máximas. Nas demais cultivares, a resposta foi quadrática (Figura 1 e Quadro 9A), porém, o sinal do coeficiente de regressão quadrático possibilitou estimar as produções máximas apenas nas cultivares Camarosa (86,7 g), Selva (123,6 g) e Toyonoka (107,68 g); sendo as doses de composto que proporcionaram tais produções, respectivamente, 186, 277 e 231 g.

Quando o ponto máximo da curva de resposta encontra-se além da amplitude dos valores estudados, recomenda-se a estimativa da dose equivalente como aquela correspondente a 50% da produção na maior dose utilizada, evitando-se, assim, a extrapolação. Assim, as doses equivalentes estimadas aos dez cultivares variaram de 0 a 222,6 g de composto / 5 dm³ de solo, com média igual a 61,7 g. A variação observada nas estimativas é reflexo da diversidade genética das cultivares. A dose equivalente média, situando-se próxima a 50 g, indica que esta é a mais adequada na avaliação das cultivares em baixo nível de adubação orgânica.

Em relação à massa seca da parte aérea vegetativa (caule + folhas), a resposta das cultivares à adubação, foi semelhante (Figura 2 e Quadro 9A); as doses equivalentes estimadas variaram de 0 a 207,4 g de composto / 5 dm³ de solo, com média igual a 57,6 g.

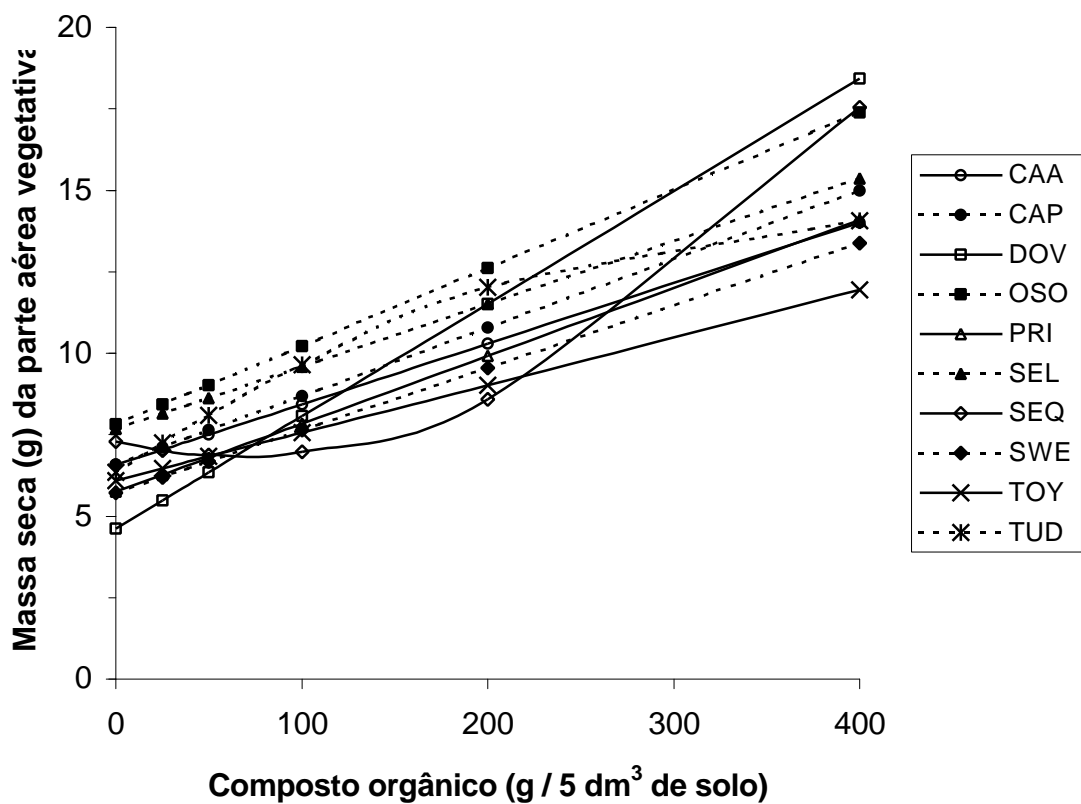
O comportamento geral das cultivares indica a necessidade de maiores doses de composto orgânico nos experimentos em vasos, a fim de possibilitar

a resposta máxima das cultivares. Convém salientar que 400 g de matéria seca de composto por 5 dm³ de solo equivale a aproximadamente 320



CAA (cv. Camarosa):	$\hat{y} = 51,021930 + 0,383358X - 0,001029X^2$	$R^2 = 0,768$
CAP (cv. Campinas):	$\hat{y} = 44,534143 + 0,119199X$	$R^2 = 0,599$
DOV (cv. Dover):	$\hat{y} = 76,586500 + 0,142688X$	$R^2 = 0,775$
OSO (cv. Oso Grande):	$\hat{y} = 60,297143 + 0,320925X$	$R^2 = 0,853$
PRI (cv. Princesa Isabel):	$\hat{y} = 76,610445 - 0,083395X + 0,000721X^2$	$R^2 = 0,851$
SEL (cv. Selva):	$\hat{y} = 74,645430 + 0,353645X - 0,000638X^2$	$R^2 = 0,926$
SEQ (cv. Sequóia):	$\hat{y} = 40,158227 - 0,125690X + 0,000566X^2$	$R^2 = 0,877$
SWE (cv. Sweet Charlie):	$\hat{y} = 73,692714 + 0,175008X$	$R^2 = 0,607$
TOY (cv. Toyonoka):	$\hat{y} = 43,404148 + 0,555854X - 0,001202X^2$	$R^2 = 0,600$
TUD (cv. Tudla):	$\hat{y} = 42,264571 + 0,245639X$	$R^2 = 0,938$

Figura 1 - Massa (g) de morangos comercializáveis por planta em dez cultivares de morangueiro, em função da dose de composto orgânico aplicada ao solo. Viçosa-MG, 2001/2002.



CAA (cv. Camarosa):	$\hat{y} = 6,578286 + 0,018568X$	$R^2 = 0,907$
CAP (cv. Campinas):	$\hat{y} = 6,585382 + 0,021031X$	$R^2 = 0,790$
DOV (cv. Dover):	$\hat{y} = 4,619945 + 0,034498X$	$R^2 = 0,936$
OSO (cv. Oso Grande):	$\hat{y} = 7,828931 + 0,023897X$	$R^2 = 0,896$
PRI (cv. Princesa Isabel):	$\hat{y} = 5,746759 + 0,020869X$	$R^2 = 0,890$
SEL (cv. Selva):	$\hat{y} = 7,672608 + 0,019230X$	$R^2 = 0,848$
SEQ (cv. Sequóia):	$\hat{y} = 7,279470 - 0,012695X + 0,000096X^2$	$R^2 = 0,977$
SWE (cv. Sweet Charlie):	$\hat{y} = 5,717297 + 0,019171X$	$R^2 = 0,992$
TOY (cv. Toyonoka):	$\hat{y} = 6,098235 + 0,014611X$	$R^2 = 0,747$
TUD (cv. Tudla):	$\hat{y} = 6,366266 + 0,037622X - 0,000046X^2$	$R^2 = 0,869$

Figura 2 - Massa seca (g.planta⁻¹) da parte aérea vegetativa (folhas + caule) em dez cultivares de morangueiro, em função da dose de composto orgânico aplicada ao solo. Viçosa-MG, 2001/2002.

toneladas de composto (com \approx 50% de umidade) por hectare. No campo, Özgüven et al. (1997) avaliaram o efeito do composto de fumo nas doses 10, 20 e 40 t.ha⁻¹, na produção e qualidade dos morangos de 'Douglas', cultivar norte-americana. No período de 1993-94, a dose 20 t.ha⁻¹ proporcionou a maior produtividade.

Devido aos problemas de heterogeneidade, complexidade, reprodutividade e de recuperação do sistema radicular, o cultivo no campo, embora considerado ideal, tem sido pouco utilizado nos estudos de eficiência nutricional (Oliveira, 1997). Como alternativa, o cultivo em vaso com solo tem sido eficaz nestes estudos (Rodrigues, 1995; Léo et al., 2000; Moura et al., 2001). Boa concordância quanto à discriminação dos genótipos em casa de vegetação e no campo tem sido encontrada em hortaliças (Reinink et al., 1987; Moroni et al., 1994).

'Selva' e 'Oso Grande', consideradas mais efetivas no uso de composto orgânico na dose 50 g / 5 dm³ de solo (Quadro 7), no cultivo em vasos, encontram-se entre as mais produtivas no ensaio de campo com baixo nível de fertilização (Capítulo 1 - Quadro 15). Todavia, 'Camarosa', uma das cultivares mais produtivas no campo, foi considerada menos efetiva em casa de vegetação (Quadro 7); e, por outro lado, 'Princesa Isabel', com uma das menores produtividades no campo, foi mais efetiva em casa de vegetação (Quadro 7).

Contudo, a limitação nutricional no campo, a qual se faz referência, não foi atribuída exclusivamente à dose de composto orgânico (10 t.ha⁻¹ no plantio e 20 g.planta⁻¹, em cobertura, cerca de 2,5 meses após o plantio, base na matéria seca; Capítulo 1, item 2.2), mas também à imobilização dos nutrientes causada pela ação dos microorganismos, em função da incorporação pré-plantio dos resíduos de capim Napier. Esse fato torna a situação de campo inadequada à discriminação das cultivares quanto à eficiência no uso de composto orgânico, prejudicando as comparações acima mencionadas.

Pelos resultados, entende-se que a magnitude das doses equivalentes de composto orgânico (as quais proporcionam 50% da produção máxima) seja diferente no cultivo de morangueiro em vasos e em campo, havendo necessidade de doses maiores no cultivo em vasos. A concordância na discriminação dos clones quanto à eficácia no uso do composto, nas

avaliações em casa de vegetação e campo, será apropriadamente julgada quando, em ambas situações, os clones forem avaliados nas doses equivalentes correspondentes.

Nos programas de melhoramento visando combinações híbridas, os cruzamentos 'Oso Grande' x 'Princesa Isabel' e 'Princesa Isabel' x 'Selva' são recomendáveis quando forem consideradas somente a eficácia no uso de composto orgânico (Quadro 7) e a divergência genética (Quadro 2). Porém, caso a seleção dos genitores também seja feita com base no comportamento geral das cultivares em cultivo orgânico, ou seja, levando-se em conta o potencial produtivo, a qualidade dos morangos, a conservação pós-colheita, a resistência a doenças, etc, utilizando as informações disponíveis no Capítulo 1, seriam mais indicados os cruzamentos 'Sweet Charlie' x 'Oso Grande', 'Oso Grande' x 'Tudla' e 'Camarosa x 'Oso Grande'.

4. RESUMO E CONCLUSÕES

A diversidade genética entre dez cultivares de morangueiro, foi quantificada com base em características agronômicas e por meio de procedimentos multivariados, em seis doses de composto orgânico. Foi identificada a dose mais adequada aos estudos genéticos, bem como as combinações de genitores mais promissores quanto à eficiência no uso de composto. O experimento, realizado no município de Viçosa-MG, em casa de vegetação, foi delineado em blocos casualizados com quatro repetições, sendo cada unidade experimental constituída por um vaso com uma planta. Os tratamentos foram arranajados em esquema fatorial 10 x 6: dez cultivares (Camarosa, Campinas, Dover, Oso Grande, Princesa Isabel, Selva, Sequóia, Sweet Charlie, Toyonoka e Tudla) e seis doses de composto orgânico (0; 25; 50; 100; 200; e 400 g de matéria seca por 5 dm³ de solo), constituído por cama de frango e capim Napier, enriquecido com torta de mamona e farinha de ossos. A diversidade genética em cada dose de composto foi determinada pela análise de agrupamento do método de Tocher, baseada na distância generalizada de Mahalanobis (considerando 29 características), cujo princípio é manter a homogeneidade dentro e heterogeneidade entre os grupos formados. Parâmetros genéticos e ambientais também foram estimados a fim de auxiliar a identificação da dose mais adequada aos estudos genéticos. A classificação das cultivares quanto à eficácia no uso de composto orgânico foi feita com base na produção em massa de morangos comercializáveis por planta. As cultivares foram classificadas em mais ou menos efetivas, utilizando-se o

teste de Scott & Knott. Constatou-se variabilidade genética principalmente nas doses 50 e 400 g / 5 dm³ de solo, sendo a dose 50 g recomendada nos estudos genéticos relacionados à tolerância ao baixo nível de adubação orgânica. As cultivares Selva, Princesa Isabel e Oso Grande foram mais efetivas no uso do composto. Os cruzamentos 'Oso Grande' x 'Princesa Isabel' e 'Princesa Isabel' x 'Selva' são recomendáveis nos programas de melhoramento visando combinações híbridas, considerando somente a eficácia no uso de composto e a divergência genética das cultivares. Caso a seleção dos genitores também seja feita com base no comportamento geral das cultivares em cultivo orgânico, os cruzamentos 'Sweet Charlie' x 'Oso Grande', 'Oso Grande' x 'Tudla' e 'Camarosa x 'Oso Grande' são mais indicados.

CAPÍTULO 3

ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DO MORANGUEIRO EM CULTIVO ORGÂNICO

1. INTRODUÇÃO

Diversas práticas culturais têm sido adotadas no cultivo orgânico, tais como rotação e consorciação de culturas, adubações orgânica e verde, cobertura do solo, aplicação de caldas protetoras, biofertilizantes, preparados biodinâmicos e homeopáticos e controle biológico de doenças e pragas (Guazzelli, 1985; Paschoal, 1994; Peche Filho & Luca, 1997; Abreu Júnior, 1998; INFORME ..., 2001), visando manter o sistema agrícola ecologicamente equilibrado, economicamente produtivo e socialmente bem estruturado.

Devido as suas variações, os tratos culturais são importantes fatores ambientais que podem contribuir na interação genótipo x ambiente. A recomendação de cultivares ao cultivo orgânico deve, portanto, considerar a estabilidade de comportamento das cultivares frente às possíveis variações nas práticas empregadas. Não menos importante, é a avaliação da capacidade das cultivares responderem à melhoria das condições de cultivo.

Conceitualmente, estabilidade refere-se à capacidade dos genótipos terem comportamento altamente previsível em função das variações

ambientais. Já adaptabilidade refere-se à capacidade dos genótipos responderem vantajosamente à melhoria do ambiente (Mariotti et al., 1976; Cruz & Regazzi, 1997). Dentre os conceitos mais recentes, considera-se ideal o genótipo com alta capacidade produtiva, alta estabilidade, pouco sensível às condições adversas dos ambientes desfavoráveis, mas capaz de responder satisfatoriamente à melhoria do ambiente (Verma et al., 1978; Silva & Barreto, 1985; Cruz et al., 1989).

Atualmente, há mais de uma dezena de metodologias de análise de adaptabilidade e estabilidade destinadas à avaliação de genótipos em vários ambientes. Essas metodologias são fundamentadas na existência de interações genótipo x ambiente e distinguem-se nos conceitos de estabilidade adotados e em certos princípios estatísticos empregados. A escolha do método de análise depende dos dados experimentais, principalmente do número de ambientes disponíveis, da precisão necessária e do tipo de informação desejada. Deve-se também considerar que alguns métodos são alternativos, enquanto outros são complementares, podendo ser utilizados conjuntamente (Cruz & Regazzi, 1997).

A análise de estabilidade e adaptabilidade possibilita a identificação de cultivares de comportamento previsível e que sejam responsivos às variações ambientais, em condições específicas ou amplas.

Este trabalho teve como objetivo analisar a adaptabilidade e estabilidade de desempenho de dez cultivares de morangueiro em cultivo orgânico, permitindo a identificação de cultivares com maior estabilidade de produção e com adaptação geral ou específica a ambientes favoráveis ou desfavoráveis.

2. MATERIAL E MÉTODOS

As cultivares estudadas foram: Camarosa (clone S2535), Campinas (clone S0001), Dover (clone S2474), Oso Grande (clone S2500), Princesa Isabel (clone S2332), Selva (clone S2515), Sequóia (clone S1861), Sweet Charlie (clone S2528), Toyonoka (clone S2300) e Tudla (clone S2534).

O desempenho das cultivares em cultivo orgânico foi avaliado, em Viçosa-MG (649 m de altitude, 20°45'20"S e 42°52'40"W), no campo (Capítulo 1) e em casa de vegetação (Capítulo 2).

No campo, foram realizados dois ensaios simultâneos: o primeiro, na horta orgânica do Departamento de Fitotecnia da UFV (Capítulo 1, item 2.2), local com agricultura orgânica consolidada; o segundo, em área adjacente à horta orgânica (Capítulo 1, item 2.3), cultivada com capim Napier há mais de vinte anos. As diferenças de solo, de manejo de resíduos orgânicos e de adubação, além do histórico das áreas, caracterizaram os ambientes como de alta e baixa fertilidade, respectivamente.

Em casa de vegetação, foram considerados seis ambientes ocasionados pelas doses de composto orgânico empregadas (0; 25; 50; 100; 200; e 400 g de matéria seca por 5 dm³ de solo - Capítulo 2). O cultivo foi em vasos, com solo, tratamentos fitossanitários, irrigação e data de plantio (Capítulo 2) diferenciados dos ensaios de campo (Capítulo 1).

Em todos os casos, o delineamento experimental foi blocos casualizados com quatro repetições. O desempenho das cultivares foi avaliado pela

produção, em massa (g) de morangos comercializáveis por planta. Em cada ambiente, foi realizada análise de variância, adotando-se o seguinte modelo fixo:

$$Y_{ij} = \mu + G_i + B_j + \varepsilon_{ij}$$

em que:

Y_{ij} = observação da i-ésima cultivar, na j-ésima repetição;

μ = média geral do experimento;

G_i = efeito da i-ésima cultivar;

B_j = efeito do j-ésimo bloco; e

ε_{ij} = efeito do erro experimental.

Na análise conjunta utilizou-se oito ou sete ambientes, no último caso, o ensaio de campo com alto nível de fertilização foi excluído da análise, objetivando a homogeneidade entre os quadrados médios residuais (Pimentel-Gomes, 2000). Adotou-se o modelo misto, considerando o efeito de cultivar fixo e de ambiente aleatório, de acordo com o modelo matemático:

$$Y_{ijk} = \mu + G_i + A_j + GA_{ij} + B_{k(j)} + \varepsilon_{ijk}$$

em que:

Y_{ijk} = observação da i-ésima cultivar, no j-ésimo ambiente e k-ésimo bloco;

μ = média geral do experimento;

G_i = efeito da i-ésima cultivar ($i = 1, 2, \dots, g$);

A_j = efeito do j-ésimo ambiente ($j = 1, 2, \dots, a$);

$B_{k(j)}$ = efeito do k-ésimo bloco dentro do j-ésimo ambiente ($k = 1, 2, \dots, r$);

ε_{ijk} = erro aleatório.

Neste modelo, tem-se:

$$E(\mu) = \mu \quad \text{e} \quad E(\mu^2) = \mu^2;$$

$$\begin{array}{llll}
E(G_i) = G_i & \text{e} & E(G_i^2) = G_i^2 & \left(\sum_{i=1}^g G_i = 0 \right); \\
E(A_j) = 0 & \text{e} & E(A_j^2) = \sigma_A^2 & \rightarrow A_j \sim \text{NID}(0, \sigma_A^2); \\
E(B_{k(j)}) = 0 & \text{e} & E(B_{k(j)}^2) = \sigma_{B/A}^2 & \rightarrow B_{k(j)} \sim \text{NID}(0, \sigma_{B/A}^2); \\
E(GA_{ij}) = 0 & \text{e} & E(GA_{ij}^2) = \sigma_{GA}^2 & \rightarrow GA_{ij} \sim \text{NID}(0, \sigma_{GA}^2); \\
E(\varepsilon_{ijkm}) = 0 & \text{e} & E(\varepsilon_{ijkm}^2) = \sigma^2 & \rightarrow \varepsilon_{ijkm} \sim \text{NID}(0, \sigma^2).
\end{array}$$

Considerou-se ainda a independência dos efeitos aleatórios.

O esquema da análise conjunta encontra-se no Quadro 1.

Quadro 1 - Esquema da análise de variância conjunta, considerando g cultivares e a ambientes.

Fontes de Variação	GL	QM	E(QM)	F
Blocos/Ambientes	a (r -1)	QMB	$\sigma^2 + g\sigma_{B/A}^2$	
Cultivares (Cv.)	g -1	QMG	$\sigma^2 + r\sigma_{GA}^2 + ra\phi_G$	QMG/QMGxA
Ambientes (Amb.)	a -1	QMA	$\sigma^2 + rg\sigma_A^2$	QMA/QMR
Cv. x Amb.	(g -1) (a -1)	QMGxA	$\sigma^2 + r\sigma_{GA}^2$	QMGxA/QMR
Resíduo	a (g -1) (r -1)	QMR	σ^2	

$$\phi_G = \frac{\sum_{i=1}^g G_i^2}{g-1}$$

A análise de adaptabilidade e estabilidade das cultivares foi realizada pelos métodos de Wricke (1962), Eberhart & Russell (1966) e Carneiro (1998). A análise segundo o método de Wricke (1962) foi realizada considerando oito e sete ambientes (exclusão do ensaio de campo com alto nível de fertilização). Nas demais metodologias, foram considerados oito ambientes (dois no campo e seis em casa de vegetação).

O parâmetro de estabilidade proposto por Wricke (1962), denominado “ecoalência”, é estimado pela decomposição da soma de quadrados da interação genótipos x ambiente nas partes devidas a genótipos isolados. A partição é feita pela estatística ω_i , dada por:

$$\omega_i = r \sum_{j=1}^a \hat{GA}_{ij}^2 = r \sum_{j=1}^a (Y_{ij} - \bar{Y}_i - \bar{Y}_j + \bar{Y}_{..})^2$$

em que:

Y_{ij} = média do genótipo i no ambiente j;

\bar{Y}_i = média do genótipo i;

\bar{Y}_j = média do ambiente j;

$\bar{Y}_{..}$ = média geral.

A metodologia de Eberhart & Russell (1966) é baseada em análise de regressão linear simples, sendo adotado o seguinte modelo matemático:

$$Y_{ij} = \beta_{0i} + \beta_{1i} I_j + \delta_{ij} + \bar{\epsilon}_{ij}$$

em que:

Y_{ij} = média do genótipo i no ambiente j;

β_{0i} = média geral do genótipo i;

β_{1i} = coeficiente de regressão linear, que mede a resposta do i-ésimo genótipo à variação do ambiente;

I_j = Índice ambiental;

δ_{ij} = desvio da regressão;

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

O índice ambiental foi calculado da seguinte forma:

$$I_j = \frac{1}{g} \sum_{i=1}^g Y_{ij} - \frac{1}{ag} \sum_{i=1}^g \sum_{j=1}^a Y_{ij}$$

No método de Eberhart & Russell (1966), os parâmetros considerados na avaliação das cultivares são o coeficiente de regressão (β_{li}), o componente de variância dos desvios da regressão (σ_{di}^2) e a produtividade média (β_{0i}).

O parâmetro de estabilidade σ_{di}^2 é estimado pelo método da análise de variância, a partir do quadrado médio do desvio da regressão de cada genótipo (QMD_i) e do quadrado médio do resíduo, isto é:

$$\hat{\sigma}_{di}^2 = \frac{\sum_{j=1}^a \hat{\delta}_{ij}^2}{a-2} = \frac{QMD_i - QMR}{r}$$

em que:

$$QMD_i = \frac{r}{a-2} \left[\sum_{j=1}^a Y_{ij}^2 - \frac{Y_{i.}^2}{a} - \frac{\left(\sum_{j=1}^a Y_{ij} I_j \right)^2}{\sum_{j=1}^a I_j^2} \right]$$

A hipótese $H_0: \sigma_{di}^2 = 0$ é avaliada pela estatística F, dada por QMD_i/QMR, associada a a-2 e a(g-1)(r-1) graus de liberdade.

Os parâmetros β_{0i} e β_{li} e suas respectivas variâncias são estimados da seguinte maneira:

$$\hat{\beta}_{0i} = \frac{\sum_{j=1}^a Y_{ij}}{a} \quad \text{e} \quad \hat{V}(\hat{\beta}_{0i}) = \frac{1}{a} \hat{\sigma}_{\epsilon}^2$$

$$\hat{\beta}_{li} = \frac{\sum_{j=1}^a Y_{ij} I_j}{\sum_{j=1}^a I_j^2} \quad \text{e} \quad \hat{V}(\hat{\beta}_{li}) = \frac{1}{\sum_{j=1}^a I_j^2} \hat{\sigma}_{\epsilon}^2$$

sendo:

$$\hat{\sigma}_\varepsilon^2 = \frac{1}{r} \hat{\sigma}^2 = \frac{\text{QMR}}{r}$$

A hipótese $H_0: \beta_{1i} = 1$ versus $H_a: \beta_{1i} \neq 1$ é avaliada pela estatística t , dada por:

$$t = \frac{\hat{\beta}_{1i} - 1}{\sqrt{\hat{V}(\hat{\beta}_{1i})}}$$

O esquema de análise de variância segundo método de Eberhart & Russell (1966) encontra-se no Quadro 2.

Quadro 2 - Esquema da análise de variância com a decomposição da soma de quadrados de ambientes dentro de cultivares, conforme metodologia de Eberhart & Russell (1966).

Fontes de Variação	GL	SQ
Blocos/Ambientes	$a (r - 1)$	SQB
Cultivares (Cv.)	$g - 1$	SQG
Ambientes (Amb.)	$a - 1$	SQA
Cv. x Amb.	$(g - 1) (a - 1)$	SQGxA
<hr/>		
Amb. / Cv.	$g (a - 1)$	SQA + SQGxA
Amb. linear	1	SQA I
Cv. x Amb. linear	$g - 1$	SQGxA I
Desvio combinado	$g (a - 2)$	SQDc
Desvio / Cv.1	$(a - 2)$	SQD1
Desvio / Cv.2	$(a - 2)$	SQD2
⋮	⋮	⋮
Desvio/ Cv. g	$(a - 2)$	SQDg
<hr/>		
Resíduo	$a (g - 1) (r - 1)$	SQR

O coeficiente de determinação R_i^2 foi utilizado como medida auxiliar na comparação da estabilidade das cultivares (Cruz & Regazzi, 1997).

$$R_i^2 = \frac{SQ(\text{Regressão linear})_i}{SQ(A/G_i)}$$

Dentre os métodos alternativos de análise de adaptabilidade e estabilidade propostos por Carneiro (1998), foram empregados o método da decomposição da estatística P_i (Lin & Binns, 1988) e o método da distância em relação à cultivar ideal, ponderada pelo coeficiente de variação residual.

A decomposição da estatística P_i foi feita considerando os ambientes favoráveis e desfavoráveis separadamente (Quadro 3). Os ambientes foram classificados com base no índice ambiental, sendo favoráveis os ambientes com índice positivo, incluindo o valor zero, e desfavoráveis os ambientes com índice negativo. O índice ambiental foi calculado pela diferença entre a média das cultivares no ambiente em questão e a média geral.

Quadro 3 - Decomposição da estatística P_i em parâmetro MAEC - Medida de Adaptabilidade e Estabilidade de Comportamento - estimado considerando ambientes favoráveis (P_{if}) e desfavoráveis (P_{id}) separadamente; X_{ij} é a produtividade da i -ésima cultivar no j -ésimo ambiente; M_j é a resposta máxima observada entre todas as cultivares no ambiente j ; a é o número total de ambientes; f é o número de ambientes favoráveis; e d é o número de ambientes desfavoráveis (Lin & Binns, 1988 adaptado por Carneiro, 1998).

Total de ambientes P_i (Lin & Binns, 1988)	Ambientes favoráveis MAEC (P_{if}) (Carneiro, 1998)	Ambientes desfavoráveis MAEC (P_{id}) (Carneiro, 1998)
$P_i = \frac{\sum_{j=1}^a (X_{ij} - M_j)^2}{2a}$	$P_{if} = \frac{\sum_{j=1}^f (X_{ij} - M_j)^2}{2f}$	$P_{id} = \frac{\sum_{j=1}^d (X_{ij} - M_j)^2}{2d}$

No método da distância em relação à cultivar ideal, essa cultivar hipotética, ou referencial, foi definida com base no modelo estatístico de Cruz et al. (1989), conforme proposto por Carneiro (1998), qual seja:

$$Y_{mj} = b_{0m} + b_{1m} I_j + b_{2m} T(I_j)$$

em que:

Y_{mj} = resposta da cultivar ideal no ambiente j ;

b_{0m} = produção máxima, em massa (g) de morangos por planta, constatada no experimento (considerando todos os ambientes);

I_j = índice ambiental;

$T(I_j) = 0$ se $I_j < 0$;

$T(I_j) = I_j - \bar{I}_+$ se $I_j > 0$, sendo \bar{I}_+ igual a média dos índices (I_j) positivos;

$b_{1m} = 0,5$ (pouco sensível às condições adversas dos ambientes desfavoráveis);

$b_{2m} = 1$ (responsivo às condições favoráveis; $b_{1m} + b_{2m} = 1,5$).

A medida de adaptabilidade e estabilidade de comportamento (parâmetro MAEC), em termos gerais e específicos aos ambientes favoráveis e desfavoráveis, tendo em vista as diferenças em relação à cultivar ideal, é estimada conforme indicado no Quadro 4.

Com a finalidade de atribuir aos ambientes com maior precisão experimental, maior peso na avaliação do desempenho das cultivares, o estimador do parâmetro MAEC foi multiplicado pelo fator de ponderação f (Carneiro, 1998), dado a seguir:

$$f = \frac{CV_j}{CVT}$$

em que:

CV_j = coeficiente de variação residual no ambiente j ;

CVT = soma dos coeficientes de variação residual nos a ambientes.

Quadro 4 - Estimativas do parâmetro MAEC (Medida de Adaptabilidade e Estabilidade de Comportamento) em termos gerais (MAEC - P_i) e específicos aos ambientes favoráveis (MAEC - P_{if}) e desfavoráveis (MAEC - P_{id}), pelo método da diferença em relação à cultivar ideal (Carneiro, 1998). X_{ij} é a produtividade da i -ésima cultivar no j -ésimo ambiente; Y_{mj} é a resposta da cultivar ideal no ambiente j ; a é o número total de ambientes; f é o número de ambientes favoráveis; e d é o número de ambientes desfavoráveis.

MAEC - P_i Total de ambientes	MAEC - P_{if} Ambientes favoráveis	MAEC - P_{id} Ambientes desfavoráveis
$P_i = \frac{\sum_{j=1}^a (X_{ij} - Y_{mj})^2}{2a}$	$P_{if} = \frac{\sum_{j=1}^f (X_{ij} - Y_{mj})^2}{2f}$	$P_{id} = \frac{\sum_{j=1}^d (X_{ij} - Y_{mj})^2}{2d}$

As análises estatísticas foram todas realizadas com o auxílio do programa computacional GENES (Cruz, 2001).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resumo das análises de variância em cada ambiente encontra-se descrito no Quadro 5. A precisão experimental foi numericamente maior nos ensaios de campo, onde o coeficiente de variação residual (C_{Ve}) foi menor (Quadro 5). A razão entre o maior e menor quadrado médio do erro experimental, considerando o total de ambientes, foi igual a 47,4 (16.280,56 / 343,34), porém, excluindo-se o ensaio de campo com alto nível de fertilização este valor foi menor, sendo igual a 5,6 (1.931,84 / 343,34), dentro do limite (< 7) recomendável à análise conjunta (Pimentel-Gomes, 2000).

A análise de variância conjunta, considerando oito ou sete ambientes, revelou efeito significativo das cultivares, ambientes e da interação cultivar x ambiente (Quadro 6 e Quadro 7).

As estimativas dos coeficientes de variação genético (C_{Vg}) e de determinação genotípico (H²), bem como a razão C_{Vg} / C_{Ve}, relacionadas à produção, foram menores no ensaio em casa de vegetação e na ausência de composto orgânico (Quadro 5). Nesse ambiente, a produção das cultivares não diferiu significativamente. Tem sido relatado que os ambientes favoráveis, determinantes de alta produtividade, são mais apropriados na discriminação dos genótipos (Brennan & Byth, 1979; Soares, 1987; Whitehead & Allen, 1990).

A produção média no ensaio de campo com alto nível de fertilização (557,4 g de morangos por planta) foi muito superior à produção nos demais ambientes, cujas médias foram de 60,4 a 114,2 g por planta (Quadro 8). Assim,

apenas este ambiente foi classificado como favorável (índice ambiental positivo) (Quadro 8).

Quadro 5 - Análise de variância, coeficiente de variação experimental (CVe), coeficiente de variação genético (CVg), razão CVg / CVe e coeficiente de determinação genotípico (H^2) do caráter produção, em massa de morangos comercializáveis por planta, avaliado em dez cultivares de morangueiro, em oito ambientes. Viçosa-MG, 2001/2002.

FV/Parâmetro	Casa de vegetação						Campo	
	Dose de composto orgânico (g / 5 dm ³ de solo)						Nível de fertilização	
	0	25	50	100	200	400	Baixo	Alto
QMBlocos ¹	1.565,28	1.718,90	871,84	393,56	3.266,65	1.371,42	294,29	69.824,55
QMCultivar ²	1.128,70	1.507,50	2.306,53	1.820,80	5.042,40	7.559,47	1.944,91	66.564,45
QMResíduo ³	634,71	516,40	835,08	877,71	1.363,96	1.931,84	343,34	16.280,56
F	1,78 ns	2,92 *	2,76 *	2,07 ns	3,70 **	3,91 **	5,66 **	4,09 **
CVe (%)	39,70	37,62	46,08	38,67	36,74	38,48	28,79	22,89
CVg (%)	17,51	26,06	30,59	20,04	30,16	32,83	31,09	20,12
CVg / CVe	0,44	0,69	0,66	0,52	0,82	0,85	1,08	0,88
H^2	43,77	65,64	63,79	51,80	72,95	74,44	82,35	75,54

^{1/} GL = 3; ^{2/} GL = 9; ^{3/} GL = 27;

ns - não significativo a 5% de probabilidade;

* e ** - significativos a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente.

Quadro 6 - Análise de variância conjunta considerando oito ambientes e dez cultivares de morangueiro. Viçosa-MG, 2001/2002.

FV	GL	SQ	QM
Blocos/Ambiente	24	237.910,4905	9.912,9371
Cultivares (Cv.)	9	204.941,7717	22.771,3080 *
Ambientes (Amb.)	7	8.171.731,5808	1.167.390,2258 **
Cv. x Amb.	63	585.930,9253	9.300,4909 **
Resíduo	216	615.156,9263	2.847,9487

* e ** - significativos a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Quadro 7 - Análise de variância conjunta considerando sete ambientes e dez cultivares de morangueiro. Viçosa-MG, 2001/2002.

FV	GL	SQ	QM
Blocos/Ambiente	21	28.436,8306	1.354,1348
Cultivares (Cv.)	9	79.390,4363	8.821,1596 **
Ambientes (Amb.)	6	110.459,7500	18.409,9583 **
Cv. x Amb.	54	112.402,2183	2.081,5226 **
Resíduo	189	175.581,7837	929,0041

* e ** - significativos a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

De modo geral, verificou-se aumento na produtividade média das cultivares nas maiores doses de composto orgânico, o que foi refletido na magnitude dos índices ambientais (Quadro 8).

As cultivares Sequóia e Campinas foram menos produtivas no cômputo geral. 'Camarosa' foi altamente produtiva nos ensaios de campo, no entanto, seu desempenho foi comprometido em casa de vegetação. A produção de 'Oso Grande' não diferiu significativamente da produção média da cultivar mais produtiva em todos os ambientes (Quadro 8).

As estimativas do parâmetro de estabilidade denominado "ecoalência" (método de Wricke, 1962), considerando sete ou oito ambientes, encontram-se, respectivamente na Figura 1 e Figura 2. Excluindo o ensaio de campo com alto nível de fertilização, o que assegura a homogeneidade entre os quadrados médios residuais, os cultivares Campinas, Selva e Dover foram detentores dos menores valores de 'ecoalência' (2,8; 3,2; e 4,5 %, respectivamente, Figura 1), sendo, portanto, mais estáveis, com menor contribuição na soma de quadrados da interação genótipo x ambiente. 'Camarosa' foi o cultivar mais instável, com "ecoalência" de 25,5 % (Figura 1).

Segundo Easton & Clements (1973) e Miranda (1993), o método de Wricke (1962) possui a desvantagem de considerar instável o cultivar que responde acentuadamente a melhoria do ambiente. Todavia, tal resposta foi verificada em 'Camarosa' somente quando considerados os oito ambientes (Quadro 8).

Quadro 8 - Produção média, em massa (g) de morangos por planta, de dez cultivares de morangueiro em oito ambientes. UFV, Viçosa-MG, 2001/2002.

Cultivar	Casa de vegetação						Campo	
	Dose de composto orgânico (g / 5 dm ³ de solo)						Nível de fertilização	
	0	25	50	100	200	400	Baixo	Alto
Camarosa	52,8 ⑧	62,1 ⑤	53,6 ⑥	94,1 ③	80,9 ⑧	40,4 ⑩	100,5 ①	761,4 ①
Campinas	54,9 ⑦	49,1 ⑦	22,8 ⑩	68,2 ⑧	75,6 ⑨	89,0 ⑦	45,5 ⑧	365,3 ⑩
Dover	88,9 ①	85,6 ①	63,5 ④	95,3 ②	98,9 ⑤	137,8 ③	55,6 ⑦	541,9 ⑥
Oso Gr.	69,5 ④	55,8 ⑥	83,9 ③	66,5 ⑨	155,3 ①	179,6 ①	92,4 ②	567,6 ⑤
Princesa I.	59,6 ⑥	78,8 ③	98,3 ②	70,5 ⑦	81,1 ⑦	160,4 ②	30,6 ⑩	660,5 ③
Selva	73,2 ③	77,2 ④	98,5 ①	106,8 ①	115,5 ④	114,8 ⑥	74,1 ④	522,2 ⑦
Sequóia	33,4 ⑩	37,3 ⑨	47,9 ⑨	29,6 ⑩	34,9 ⑩	81,2 ⑧	43,0 ⑨	384,3 ⑨
Sweet C.	84,2 ②	81,2 ②	53,0 ⑦	85,5 ④	141,7 ②	132,1 ⑤	67,6 ⑤	600,6 ④
Toyonoka	68,5 ⑤	44,3 ⑧	54,1 ⑤	71,6 ⑥	127,1 ③	69,5 ⑨	59,1 ⑥	471,9 ⑧
Tudla	49,6 ⑨	32,9 ⑩	51,5 ⑧	78,1 ⑤	94,4 ⑥	137,5 ④	75,3 ③	698,4 ②
Média	63,46	60,41	62,71	76,61	100,54	114,24	64,37	557,39
Máximo ¹	88,94	85,58	98,51	106,79	155,25	179,61	100,51	761,42
Índice ²	-74,01	-77,05	-74,76	-60,85	-36,93	-23,23	-73,10	419,93

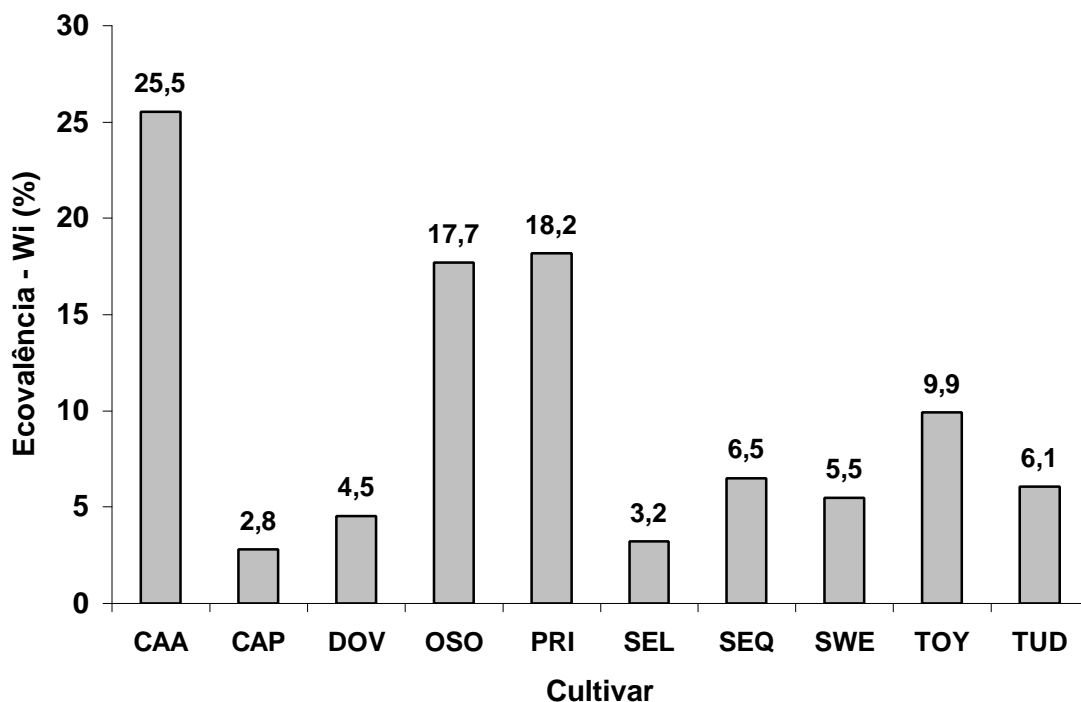
①, ② ... ⑩: posição relativa das cultivares em cada ambiente;

^{1/} Produção máxima no ambiente (equivalente à produção média da cultivar mais produtiva ①);

^{2/} Índice ambiental;

XX,X ③ valor sombreado difere significativamente daquele observado na cultivar mais produtiva (①), a 5% de probabilidade, pelo teste de Duncan.

A inclusão do ensaio de campo envolvendo alto nível de fertilização na análise de estabilidade resultou em aumento da contribuição da cultivar Camarosa na interação cultivar x ambiente (“ecoalência” = 31,8%; Figura 2), intensificando sua instabilidade. Considerando o total de ambientes, as cultivares Dover, Sweet Charlie e Selva foram as mais estáveis (Figura 2). A estabilidade de ‘Dover’ e ‘Selva’ foi constatada em ambas análises (considerando sete ou oito ambientes, Figura 1 e Figura 2, respectivamente).

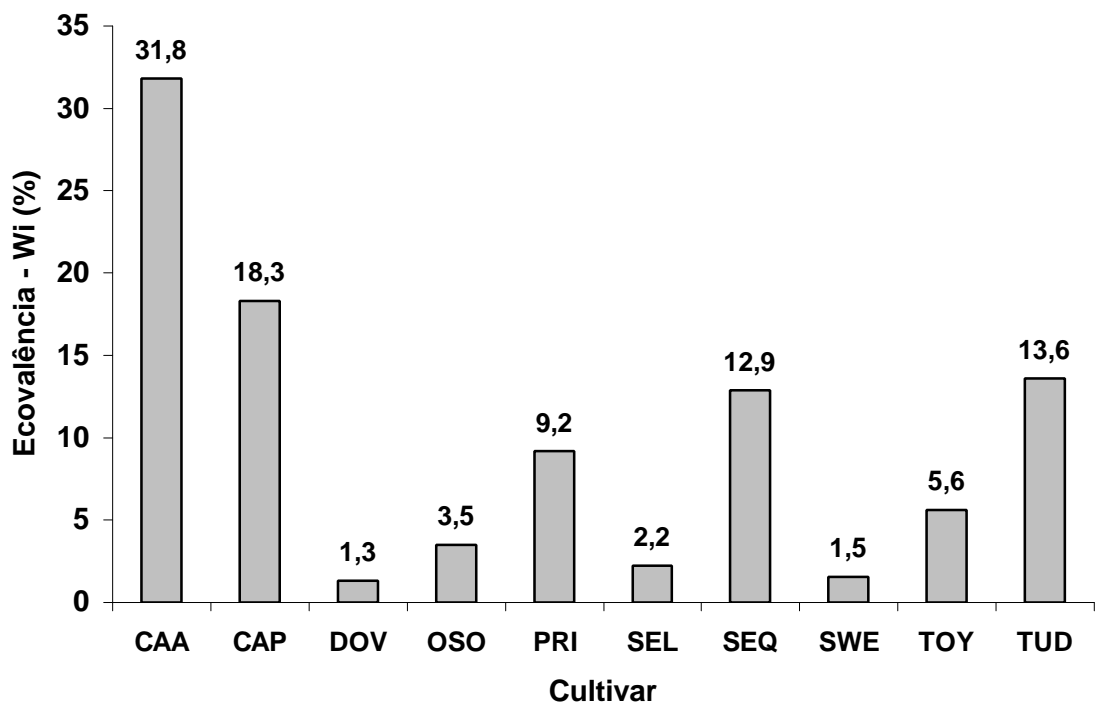


CAA: cv. Camarosa **CAP:** cv. Campinas **DOV:** cv. Dover **OSO:** cv. Oso Grande
PRI: cv. Princesa Isabel **SEL:** cv. Selva **SEQ:** cv. Sequóia **SWE:** cv. Sweet Charlie
TOY: cv. Toyonoka **TUD:** cv. Tudla

Figura 1 - Estimativas do parâmetro de estabilidade (ω_i), em porcentagem, segundo modelo de Wricke (1962), considerando a produção (g.planta^{-1}) de dez cultivares de morangueiro em sete ambientes. Viçosa-MG, 2001/2002.

A análise de variância conjunta com a decomposição da soma de quadrados de ambientes dentro de cultivares, de acordo com a metodologia de Eberhart & Russell (1966), encontra-se no Quadro 9. Observa-se que o efeito das fontes de variação ambiente linear e cultivar x ambiente linear foi significativo a 1% de probabilidade (Quadro 9).

A significância do efeito linear de ambiente indica ocorrência de variação nas médias de produção, em função do ambiente, explicada pela regressão linear. Já a significância da interação cultivar x ambiente linear caracteriza diferenças nos coeficientes de regressão das cultivares.



CAA: cv. Camarosa **CAP:** cv. Campinas **DOV:** cv. Dover **OSO:** cv. Oso Grande
PRI: cv. Princesa Isabel **SEL:** cv. Selva **SEQ:** cv. Sequóia **SWE:** cv. Sweet Charlie
TOY: cv. Toyonoka **TUD:** cv. Tudla

Figura 2 - Estimativas do parâmetro de estabilidade (ω_i), em porcentagem, segundo modelo de Wricke (1962), considerando a produção (g.planta^{-1}) de dez cultivares de morangueiro em oito ambientes. Viçosa-MG, 2001/2002.

No método proposto por Eberhart & Russell (1966), a adaptabilidade dos genótipos é estimada pela média (β_{0i}) e pelo coeficiente de regressão linear (β_{1i}). Genótipos com maior desempenho relativo (média superior à média geral) são considerados adaptados. Se β_{1i} não diferir da unidade ($\beta_{1i} = 1$), o genótipo é considerado de adaptabilidade geral; porém, caso β_{1i} difira da unidade, o genótipo é considerado de adaptabilidade específica a ambientes favoráveis (coeficiente maior que a unidade: $\beta_{1i} > 1$), ou desfavoráveis (coeficiente menor que a unidade: $\beta_{1i} < 1$). Por sua vez, a estabilidade é avaliada pelo

componente de variância dos desvios da regressão (σ_{di}^2). Genótipos com σ_{di}^2 igual a zero são classificados como de alta estabilidade ou previsibilidade, enquanto genótipos com σ_{di}^2 maior que zero são considerados de baixa estabilidade ou previsibilidade.

Quadro 9 - Análise de variância conjunta (oito ambientes) com a decomposição da soma de quadrados de ambientes dentro de cultivares, segundo metodologia de Eberhart & Russel (1966).

FV	GL	SQ	QM
Ambientes (Amb.)	7	8.171.731,5808	1.167.390,2258 **
Cultivares (Cv.)	9	204.941,7717	22.771,3080 *
Cv. x Amb.	63	585.930,9274	9.300,4909 **
Amb. / Cv.	70	8.757.662,5082	125.109,4644 **
Amb. linear	1	8.171.731,5808	8.171.731,5808 **
Cv. x Amb. linear	9	465.949,2264	51.772,1363 **
Desvio combinado	60	119.981,7013	1.999,6950 ns
Desvio / Camarosa	6	42.470,5458	7.078,4243 ns
Desvio / Campinas	6	3.579,9842	596,6640 ns
Desvio / Dover	6	5.204,5540	867,4257 ns
Desvio / Oso Grande	6	20.378,1622	3.396,3604 ns
Desvio / Princesa Isabel	6	19.422,4711	3.237,0785 ns
Desvio / Selva	6	3.112,7993	518,7999 ns
Desvio / Sequóia	6	5.049,3417	841,5569 ns
Desvio / Sweet Charlie	6	5.704,5547	950,7591 ns
Desvio / Toyonoka	6	10.622,0274	1.770,3379 ns
Desvio / Tudla	6	4.437,2608	739,5435 ns
Resíduo	216	615.156,9263	2.847,9487

ns - não significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F;

* e ** - significativos a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Coeficiente de regressão linear significativamente maior que a unidade ($\beta_{ii} > 1$) foi observado em ‘Camarosa’ e ‘Tudla’ (Quadro 10). Como a produtividade média (β_{0i}) destas cultivares foi alta (maior que a média geral, Quadro 10), as mesmas foram consideradas de adaptabilidade específica a ambientes favoráveis.

‘Campinas’ e ‘Sequóia’ tiveram coeficientes de regressão significativamente menores que a unidade ($\beta_{ii} < 1$), o que, a princípio, os classificaria como de adaptabilidade específica a ambientes desfavoráveis, no entanto, suas produtividades médias (β_{0i}) foram baixas (Quadro 10), inviabilizando qualquer indicação.

Quadro 10 - Parâmetros de estabilidade e adaptabilidade do caráter produção, em massa (g) de morangos comercializáveis por planta, segundo metodologia de Eberhart & Russel (1966), considerando dez cultivares de morangueiro e oito ambientes. Viçosa-MG, 2001/2002.

Cultivar	$\hat{\beta}_{0i}$	$\hat{\beta}_{ii}$	$\hat{\sigma}_{di}^2$	R_i^2 (%)
Camarosa	155,73	1,4197 **	1.057,6189 <i>ns</i>	97,49
Campinas	96,29	0,6437 **	-562,8212 <i>ns</i>	98,95
Dover	145,94	0,9442 <i>ns</i>	-495,1308 <i>ns</i>	99,29
Oso Grande	158,82	0,9885 <i>ns</i>	137,1029 <i>ns</i>	97,51
Princesa Isabel	154,96	1,2055 <i>ns</i>	97,2824 <i>ns</i>	98,39
Selva	147,77	0,8894 <i>ns</i>	-582,2872 <i>ns</i>	99,52
Sequóia	86,43	0,7065 **	-501,5979 <i>ns</i>	98,78
Sweet Charlie	155,75	1,0637 <i>ns</i>	-474,2974 <i>ns</i>	99,39
Toyonoka	120,76	0,8354 <i>ns</i>	-269,4027 <i>ns</i>	98,17
Tudla	152,20	1,3034 **	-527,1013 <i>ns</i>	99,68

** - significativamente diferente de um, pelo teste t, a 1% de probabilidade;
ns - não significativamente diferente de um;
ns - não significativo, a 5% de probabilidade, pelo teste F.

'Oso Grande', 'Sweet Charlie' e 'Princesa Isabel' são recomendáveis como cultivares de adaptabilidade geral, pois manifestaram alta produtividade relativa (β_{0i} alto) e coeficiente de regressão igual à unidade ($\beta_{1i} = 1$) (Quadro 10).

Quanto à estabilidade de desempenho, todas as cultivares foram consideradas de alta previsibilidade, por causa da ausência de significância dos componentes de variância dos desvios da regressão (σ_{di}^2) (Quadro 10). O coeficiente de determinação (R_i^2) também foi ineficaz na discriminação das cultivares, como medida de estabilidade auxiliar (Quadro 10).

Nas metodologias propostas por Carneiro (1998), o desempenho das cultivares é avaliado pelo parâmetro MAEC - P_i (medida de adaptabilidade e estabilidade de comportamento), de modo que quanto menor for o seu valor, maior será a adaptabilidade e estabilidade de comportamento da cultivar em questão. O parâmetro é estimado considerando o total de ambientes (MAEC - P_i) e os ambientes favoráveis (MAEC - P_{if}) e desfavoráveis (MAEC - P_{id}) separadamente. A facilidade quanto à recomendação das cultivares é evidente, em vista da interpretação do único parâmetro.

As estimativas do parâmetro MAEC, empregando os métodos da decomposição da estatística P_i e da distância em relação à cultivar ideal, ponderada pelo coeficiente de variação residual (Carneiro, 1998), estão no Quadro 11.

Pelo método original com a decomposição de P_i (Lin & Binns, 1988 adaptado por Carneiro, 1998), as cultivares Tudla, Princesa Isabel e Camarosa têm maior adaptabilidade e estabilidade de comportamento, geral e específica a ambientes favoráveis (Quadro 11). Nos ambientes desfavoráveis, 'Oso Grande', 'Sweet Charlie' e 'Selva' se destacaram (Quadro 11).

A classificação nos ambientes favoráveis equivale ao desempenho relativo das cultivares no ensaio de campo com alto nível de fertilização, pois somente este, teve índice ambiental positivo.

No método original com a decomposição de P_i , o parâmetro MAEC é estimado pelo quadrado médio da distância entre a média da cultivar e a média máxima em cada ambiente. Entretanto, a distribuição das médias máximas nos ambientes pode não corresponder à expectativa idealizada pelo melhorista,

qual seja, cultivares produtivas e invariantes em ambientes desfavoráveis, mas altamente responsivos à melhoria do ambiente. Visando adequar a distribuição dos pontos de referência com a expectativa ótima, Carneiro (1998) propôs o método da distância em relação à cultivar ideal.

Quadro 11 - Estimativas (P_i) do parâmetro de adaptabilidade e estabilidade proposto por Lin & Binns (1988) e adaptado por Carneiro (2000), considerando a produção ($g.planta^{-1}$) de dez cultivares de morangueiro em oito ambientes. Viçosa-MG, 2001/2002.

Metodologia original com decomposição de P_i					
Total de ambientes		Ambientes favoráveis		Ambientes desfavoráveis	
Cultivar	P_i	Cultivar	P_i	Cultivar	P_i
Tudla	1.090,40	Camarosa	0,00	Oso Grande	226,54
Princesa I.	1.448,62	Tudla	1.987,65	Sweet C.	435,01
Camarosa	1.809,17	Princesa I.	5.095,96	Selva	485,69
Sweet C.	1.996,67	Sweet C.	12.928,32	Dover	592,43
Oso Grande	2.545,44	Oso Grande	18.777,77	Princesa I.	927,57
Dover	3.531,49	Dover	24.104,94	Tudla	962,22
Selva	4.002,96	Selva	28.623,87	Toyonoka	1.425,74
Toyonoka	6.485,94	Toyonoka	41.907,30	Campinas	1.949,47
Sequóia	11.479,03	Sequóia	71.118,23	Camarosa	2.067,62
Campinas	11.514,34	Campinas	78.468,40	Sequóia	2.959,15
Distância em relação à cultivar ideal*, ponderada pelo C _{Ve}					
Total de ambientes		Ambientes favoráveis		Ambientes desfavoráveis	
Cultivar	P_i	Cultivar	P_i	Cultivar	P_i
Oso Grande	26.381,75	Camarosa	15.715,91	Oso Grande	26.311,46
Sweet C.	26.675,28	Tudla	19.019,58	Selva	26.644,63
Princesa I.	26.740,34	Princesa I.	21.157,29	Sweet C.	26.948,32
Selva	27.054,41	Sweet C.	24.764,05	Dover	27.088,10
Dover	27.274,83	Oso Grande	26.873,78	Princesa I.	27.537,92
Tudla	27.324,95	Dover	28.581,98	Tudla	28.511,43
Camarosa	27.361,31	Selva	29.922,88	Toyonoka	28.773,02
Toyonoka	29.361,68	Toyonoka	33.482,30	Camarosa	29.024,94
Campinas	31.377,94	Sequóia	40.169,40	Campinas	29.903,31
Sequóia	32.217,47	Campinas	41.700,29	Sequóia	31.081,48

*Cultivar ideal com base na reta bissegmentada: $Y_j = 761,4175 + 0,5 I_j + 1 T(I_j)$.

Por este método, considerando a adaptabilidade e estabilidade de comportamento, as cultivares Oso Grande, Sweet Charlie e Princesa Isabel são recomendáveis às condições gerais de cultivo orgânico; 'Camarosa', 'Tudla' e 'Princesa Isabel' continuam sendo recomendáveis às condições favoráveis de cultivo; enquanto 'Oso Grande', 'Selva' e 'Sweet Charlie' são recomendáveis às condições desfavoráveis (Quadro 11).

Segundo Carneiro (1998), a estimativa de MAEC ponderada pela precisão dos ensaios, conforme adotado neste trabalho, elimina ou reduz os efeitos indesejáveis da ocorrência de heterogeneidade de variância residual.

Observa-se que as cultivares recomendadas às condições gerais de cultivo orgânico de acordo com os métodos de Eberhart & Russell (1966) e da distância em relação à cultivar ideal (Carneiro, 1998) foram concordantes (Oso Grande, Sweet Charlie e Princesa Isabel).

'Oso Grande' e 'Princesa Isabel' estão entre as principais cultivares plantadas no Brasil nos últimos anos (Godoy, 1998; Botelho, 1999b; Cruz, 1999). Embora produtiva, convém lembrar que a qualidade dos morangos de 'Princesa Isabel' em cultivo orgânico foi abaixo da média nas avaliações sensoriais (Capítulo 1, itens 3.2.2 e 3.2.3). 'Sweet Charlie' foi introduzida no país recentemente, porém, tem sido considerada altamente promissora às condições locais de cultivo (Cruz, 1999).

'Selva', a única cultivar, entre as estudadas, insensível ao fotoperíodo, pode ter sido beneficiada pela época de plantio tardia que caracterizou, entre outros fatores, grande parte dos ambientes desfavoráveis.

'Camarosa' e 'Tudla', recomendadas às condições favoráveis de cultivo orgânico, são amplamente plantadas na Europa (Roudeillac et al., 1997; Roudeillac, 1999).

4. RESUMO E CONCLUSÕES

Analisou-se a adaptabilidade e estabilidade do morangueiro em cultivo orgânico, objetivando a identificação de cultivares com maior estabilidade de produção e com adaptação geral ou específica a ambientes favoráveis ou desfavoráveis. Foram consideradas dez cultivares (Camarosa, Campinas, Dover, Oso Grande, Princesa Isabel, Selva, Sequóia, Sweet Charlie, Toyonoka e Tudla) e oito ambientes, compreendendo diferentes solos, épocas de plantio, adubações, manejos de irrigação e tratamentos fitossanitários, em ensaios de campo e em casa de vegetação, no município de Viçosa-MG. A análise de adaptabilidade e estabilidade foi realizada pelos métodos de Wricke (1962), Eberhart & Russell (1966) e por duas metodologias alternativas propostas por Carneiro (1998), quais sejam, a decomposição da estatística P_i (Lin & Binns, 1988) e a distância em relação à cultivar ideal, ponderada pelo coeficiente de variação residual (CV). As cultivares Selva e Dover foram consideradas com maior estabilidade de produção segundo o método de Wricke (1962). As classificações, quanto à adaptabilidade e estabilidade de comportamento, obtidas pelas metodologias de Eberhart & Russell (1966) e da distância em relação à cultivar ideal, ponderada pelo CV (Carneiro, 1998), foram completamente concordantes. 'Oso Grande', 'Sweet Charlie' e 'Princesa Isabel' são recomendáveis às condições gerais de cultivo orgânico; 'Camarosa' e 'Tudla' são recomendáveis às condições favoráveis; e 'Oso Grande', 'Selva' e 'Sweet Charlie' são recomendáveis às condições desfavoráveis de cultivo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU JÚNIOR, H. **Práticas alternativas de controle de pragas e doenças na agricultura**: coletânea de receitas. Campinas, EMOPI, 1998. 112p.
- AHMADI, H.; BRINGHURST, R.S. Breeding strawberries at the decaploid level. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.117, n.5, p.856-862, 1992.
- ALLARD, R.W.; BRADSHAW, A.D. Implications of genotypic environmental interaction in applied plant breeding. **Crop Science**, v.4, p.503-508, 1964.
- AMARAL JR., A.T. do. **Análise dialélica de betacaroteno, vitamina C, sólidos solúveis e produção e variabilidade em cultivares de tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.) via marcadores RAPD**. Viçosa: UFV, 1996. 198p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) - Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento. Universidade Federal de Viçosa, 1996.
- AMARAL J.R., A.T. do; CASALI, V.W.D.; CRUZ, C.D.; FINGER, F.L. Utilização de variáveis canônicas e de análise de agrupamentos na avaliação da divergência genética entre acesso de moranga. **Horticultura Brasileira**, v.14, n.2, p.182-184, 1996.
- ARULSEKAR, S.; BRINGHURST, R.S.; VOTH, V. Inheritance of PGI and LAP isozymes in octoploid cultivated strawberries. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.106, p.679-683, 1981.
- ASSIS, M. de. Sanidade do material vegetativo na produção de mudas de morangueiro. In: DUARTE Filho, J. (coord.). **Morango**: tecnologia de produção e processamento. Caldas: EPAMIG, 1999. p.65-71.
- AVIGDORI-AVIDOV, H. Strawberry. In: MONSELISE, S.P. (ed.) **Handbook of fruit set and development**. Boca Raton: CRS, 1986. p.419-448.

- BENINCASA, M.M.P. **Análise de crescimento de plantas**: noções básicas. Jaboticabal: FUNEP, 1988. 42p.
- BETTI, J.A. Produção de mudas certificadas de morangueiro isentas de vírus. **Rev. Soc. Brasil. Fitopatologia**, v.5, p.129-130, 1972.
- BETTI, J.A.; PASSOS, F.A.; TANAKA, M.A. de S. Matrizes básicas IAC de morangueiro mantêm viroses sob controle. **O Agrônomo**, v.47-50, p.42-45, 1995-1998.
- BOTELHO, J.S. Situação atual da cultura do morangueiro no Estado de Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, v.20, n.198, p.22-23, 1999a.
- BOTELHO, J.S. A situação da cultura do morangueiro no estado de Minas Gerais. In: DUARTE Filho, J.; CANÇADO, G.M.A.; REGINA, M.A.; ANTUNES, L.E.C.; FADINI, M.A.M., eds. **Morango**: tecnologia de produção e processamento. Caldas: EPAMIG, 1999b. p.125-127.
- BOXUS, P.H. The production of strawberry plants by *in vitro* micropropagation. **Journal of Horticultural Science**, v.49, n.2, p.209-210, 1974.
- BOXUS, P.H.; QUOIRIN, M.; LAINE, J.M. Large scale propagation of strawberry plants from tissue culture. In: REINERT, J.; BAJAJ, Y.P.S. (Ed.). **Applied and fundamental aspects of plant cell, tissue and organ culture**. New York: Springer-Verlag, 1977. p.130-143.
- BRANZANTI, E. C. **La fresa**. Madrid: Mundi-Prensa, 1989. 386p.
- BRENNAN, P.S.; BYTH, D.E. Genotype x environmental interactions for wheat yields and selection for widely adapted wheat genotypes. **Aust. J. of Agric. Res.**, v.30, n.2, p.221-232, 1979.
- BRINGHURST, R.S. Cytogenetics and evolution in American *Fragaria*. **HortScience**, v.25, n.8, p.879-881, 1990.
- BRINGHURST, R.S.; VOTH, V. Six new strawberry varieties released. **California Agriculture**, California, p.12-15, 1980.
- BYRNE, D.; JELENKOVIC, G. Cytological diploidization in the cultivated octoploid strawberry *Fragaria x ananassa*. **Can. J. Genet. Cytol.**, v.18, p.653-659, 1976.
- CALVETE, E.O.; KÄMPF, A.N.; BERGAMASCHI, H.; DAUDT, R.H.S. Avaliação do crescimento de plantas de morangueiro, durante a aclimatização *ex vitro*. **Horticultura Brasileira**, v.18, n.3, p.188-192, 2000.
- CAMARGO, L. de S. **Novas variedades de morangueiro para o Estado de São Paulo**. Piracicaba: ESALQ - USP, 1957. 48p. (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura 'Luiz de Queiroz'. Universidade de São Paulo, 1957.

CAMARGO, L de S.; PASSOS, F.A. Morango. In: FURLANI, A.M.C.; VIÉGAS, G.P. (Eds.) **O melhoramento de plantas no Instituto Agrônomo**. Campinas: IAC, 1993. 1v., p.412-432.

CAMPINAS. Instituto Agrônomo. IAC Princesa Isabel: seleção promissora de morangueiro. **O Agrônomo**, v.41, n.3, p.268, 1989.

CARNEIRO, P.C.S. **Novas metodologias de análise da adaptabilidade e estabilidade de comportamento**. Viçosa : UFV, 1998. 168p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) - Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento. Universidade Federal de Viçosa, 1998.

CASTELLANE, P.D. Nutrição e adubação do morangueiro. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO E ADUBAÇÃO DE HORTALIÇAS, 1990, Jaboticabal. **Anais...** Piracicaba: POTAFOS, 1993. p.261-279.

CASTRO, R.L. de. **Calogênese e organogênese de tecido foliar de morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.)**. Porto Alegre: UFRGS, 1998. 116p. (Mestrado em Fitotecnia) - Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1998.

CHÉOUR, F.; WILLEMOT, C.; ARUL, J.; DESJARDINS, Y.; MAKHLOUF, J.; CHAREST, P.M.; GOSSELIN, A. Foliar application of calcium chloride delays postharvest ripening of strawberry. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.115, n.5, p.789-792, 1990.

COLTMAN, R.R.; GERLOFF, G.C.; GABELMAN, W.H. Equivalent stress comparisons among tomato strains differentially tolerant to phosphorus deficiency. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.111, n.3, p.422-426, 1986.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. 5. Aproximação. Viçosa: CFSEMG, 1999. 359p.

CORDEIRO, C.M.T.; MALUF, W.R.; MIRANDA, J.E.C. Analysis of stability and genotypic similarity in a set of potato (*Solanum tuberosum* L.) cultivars. **Revista Brasileira de Genética**, v.6, n.1, p.279-294, 1983.

COSTA, C.P. da; PINTO, C.A.B.P. **Melhoramento de hortaliças**. Piracicaba: ESALQ - Universidade de São Paulo, 1977. Cap. 4: Melhoramento do morango. p.100-132.

CRUZ, C.D. **Programa Genes**: versão Windows, aplicativo computacional em genética e melhoramento. 2. ed. Viçosa: UFV, 2001. 648p.

CRUZ, C.D.; CARVALHO, S.P.; VENCOSKY, R. Estudos sobre divergência genética. I. Fatores que afetam a predição do comportamento de híbridos. **Revista Ceres**, v.41, n.234, p.178-182, 1994a.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2. ed. Viçosa : UFV, 1997. 390p.

CRUZ,C.D.; TORRES, R.A. de, VENCOVSKY, R. An alternative approach to the stability analysis proposed by Silva & Barreto. **Revista Brasileira de Genética**, v.12, p.567-580, 1989.

CRUZ, C.D.; VENCOVSKY, R.; CARVALHO, S.P. de. Estudos sobre divergência genética. III. Comparação de técnicas multivariadas. **Revista Ceres**, v.41, n.234, p.191-201, 1994b.

CRUZ, P.C. A situação da cultura do morangueiro no Estado de São Paulo. In: DUARTE Filho, J.; CANÇADO, G.M.A.; REGINA, M.A.; ANTUNES, L.E.C.; FADINI, M.A.M., eds. **Morango**: tecnologia de produção e processamento. Caldas: EPAMIG, 1999. p.129-130.

CUNHA, R.J.P.; BIAGGIONI, L.H.M. Comportamento de cultivares e híbridos de morangueiro. **Horticultura Brasileira**, v.8, n.2, p.25-26, 1990.

CUNHA, R.J.P.; DOMINGUES, M.C.S.; PERES, N.A.R. **Melhoramento do morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.)**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 35., 1995.

DALE, A.; SJULIN, T.M. Few cytoplasms contribute to North American strawberry cultivars. **HortScience**, v.25, n.11, p.1341-1342, 1990.

DANIELS, J.; ASSIS, M. de. **Reinfecção de morangueiros por vírus no município de Pelotas-RS**. Pelotas : EMBRAPA, 1983. 5p. (Comunicado Técnico nº 36).

DAUBENY, H. Register of new fruit and nut varieties: strawberries. **HortScience**, v.29, n.9, p.960-964, 1994.

DAUBENY, H. Register of new fruit and nut varieties: strawberries. **HortScience**, v.30, n.6, p.1147-1148, 1995.

DAUBENY, H.A. Strawberry breeding in Canada. **HortScience**, v.25, n.8, p.893-894, 1990.

DEGANI, C.; ROWLAND, L.J.; LEVI, A.; HORTYNSKI, J.A.; GALLETTA, G.J. DNA fingerprinting of strawberry (*Fragaria x ananassa*) cultivars using randomly amplified polymorphic DNA (RAPD) markers. **Euphytica**, v.102, p.247-253, 1998.

DIAS, M.S.C. Doenças do morangueiro. **Informe Agropecuário**, v.20, n.198, p.69-74, 1999.

DUARTE FILHO, J.; CUNHA, R.J.P.; ALVARENGA, D.A. et al. Aspectos do florescimento e técnicas empregadas objetivando a produção precoce em morangueiros. **Informe Agropecuário**, v.20, n.198, p.30-35, 1999.

- EASTON, H.S.; CLEMENTS, R.J. The interaction of wheat genotypes with a specific factor of the environment. **J. Agric. Sci.**, v.80, p.43-52, 1973.
- EBERHART, S.A.; RUSSELL, W.A. Stability parameters for comparing varieties. **Crop Science**, v.6, p.36-40, 1966.
- EVANS, W. D. Guelph SO2 synthetic octoploid strawberry breeding clone. **HortScience**, v. 17, p.834, 1982b.
- EVANS, W.D. Guelph SO1 synthetic octoploid strawberry breeding clone. **HortScience**, v. 17, p.833-834, 1982a.
- FACHINELLO, J.C. Produção de mudas certificadas de morangueiro na Itália. In: DUARTE Filho, J. (coord.). **Morango: tecnologia de produção e processamento**. Caldas: EPAMIG, 1999. p.73-92.
- FADINI, M.A.M.; ALVARENGA, D.A. Pragas do morangueiro. **Informe Agropecuário**, v.20, n.198, p.75-79, 1999.
- FALCONER, D.S. **Introdução à genética quantitativa**. Trad. de SILVA, M.A.; SILVA, J.C. Viçosa: UFV, 1987. 279p.
- FERRARI, R.A.; OTTO, R.F.; SIMÕES, D.R.S. Avaliação físico-química e sensorial de sete cultivares de morango. **Horticultura Brasileira**, v.19, suplemento CD-ROM, julho 2001.
- FERRER, R.M.G.; SCHEERENS, J.C.; ERB, W.A. *In vitro* screening of 76 strawberry cultivars for twospotted spider mite resistance. **HortScience**, v.28, n.8, 841-844, 1993.
- FINLAY, K.W.; WILKINSON, G.N. The analysis of adaptation in a plant breeding programme. **Austr. J. Agric. Res.**, East Melbourne, v.14, p.742-754, 1963.
- FLORES, R.; PETERS, J.A.; FORTES, G.R. de L.; CAMARGO, J.T. Potencial morfogenético de clones de morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.) cv. Vila Nova, em diferentes meios de regeneração. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.21, n.3, p.274-278, 1999.
- FLORES-CANTILLANO, F.R. Fisiologia pós-colheita e armazenamento de morangos. In: DUARTE Filho, J. (coord.). **Morango: tecnologia de produção e processamento**. Caldas: EPAMIG, 1999. p.187-204.
- FORD, A.; HANSEN, K.; HERRINGTON, M.; MOISANDER, J.; NOTTINGHAM, S.; PRYTZ, S.; ZORIN, M. Subjective and objective determination of strawberry quality. **Acta Horticulturae**, n.439, p.319-323, 1997.
- GALLETTA, G.J. Strawberry breeding in the United States in the last 10 years: progress and objectives. **Riv. Ortoflorofrutt. It.**, v.64, p.157-171, 1980.

GALLETTA, G.J.; MAAS, J.L. Strawberry genetics. **HortScience**, v.25, n.8, p.871-878, 1990.

GARCÍA, J.M.; AGUILERA, C.; JIMÉNEZ, A.M. Gray mold in and quality of strawberry fruit following postharvest heat treatment. **HortScience**, v.31, n.2, 255-257, 1996a.

GARCÍA, J.M.; HERRERA, S.; MORILLA, A. Effects of postharvest dips in calcium chloride on strawberry. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.44, n.1, p.30-33, 1996b.

GARNIER, C.; AXELOS, M.A.V.; THIBAUT, J.F. Selectivity and cooperativity in the binding of calcium ions by pectins. **Carbohydrate Research**, v.256, p.71-81, 1994.

GLIESSMAN, S.R.; SWEZEY, S.L.; ALLISON, J.; COCHRAN, J.; FARRELL, J.; KLUSON, R.A.; ROSADO-MAY, F.; WERNER, M.R. Comparison of strawberry production systems during conversion to reduced-input organic management on the California central coast. **California Agriculture**, v.44, n.4, p.4-7, 1990.

GLIESSMAN, S.R.; WERNER, M.R.; SWEZEY, S.L.; CASWELL, E.; COCHRAN, J.; ROSADO-MAY, F. **Conversion to an organic strawberry production system in Coastal Central California: a comparative study**. Santa Cruz: University of California, 1995. 15p.

GODOY, W.I. **Polinização entomófila em duas cultivares de morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.) sob diferentes coberturas de solo**. Porto Alegre : UFRGS, 1998. 162p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1998.

GRAHAM, J.; McNICOL, R.J.; McNICOL J.W. A comparison of methods for the estimation of genetic diversity in strawberry cultivars. **Theoretical and Applied Genetics**, v.93, p.402-406, 1996.

GRASSI FILHO, H.; SANTOS, C.H.; CRESTE, J.E. Nutrição e adubação do morangueiro. **Informe Agropecuário**, v.20, n.198, p.36-40, 42, 1999.

GROPPO, G.A.; TESSARIOLI NETO, J.; BLANCO, M.C.S.G. **A cultura do morangueiro**. 2. ed. Campinas: CATI, 1997. 27p. (CATI. Boletim Técnico, 201).

GUAZZELLI, M.J. Agricultura ecológica: como fazê-la. In: PINHEIRO, S.; AURVALLE, A.; GUAZZELLI, M.J. **Agropecuária sem veneno**. Porto Alegre: L&PM, 1985. p.45-96.

GUICHARD, E.; CHAMBROY, Y.; REICH, M.; FOURNIER, N.; SOUTY, M. Influence de la concentration en dioxyde de carbone sur la qualité aromatique des fraises apres entreposage. **Sciences des aliments**, v.12, n.1, p.83-100, 1992.

- HANCOCK, J.F. Ecological genetics of natural strawberry species. **HortScience**, v.25, n.8, p.869-871, 1990.
- HANCOCK, J.F.; CALLOW, P.A.; SHAW, D.V. Randomly amplified polymorphic DNAs in the cultivated strawberry, *Fragaria x ananassa*. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.119, n.4, p.862-864, 1994.
- HANCOCK, J.F.; LUBY, J.J. Genetic resources at our doorstep: the wild strawberries. **Bioscience**, v.43, p.141-147, 1993.
- HANCOCK, J.F.; SCOTT, D.H.; LAWRENCE, F.J. Strawberries. In: JANICK, J.; MOORE, J.N. (Eds.) **Fruit breeding: vine and small fruits crops**. 1996. p.419-470.
- HANCOCK, J.F.; SIEFKER, J.H.; SCHULTE, N.L. Cultivar variation in yield components of strawberries. **HortScience**, v.18, p.312-313, 1983.
- HARRISON, R.E.; LUBY, J.J.; FURNIER, G.R. Chloroplast DNA restriction fragment variation among strawberry (*Fragaria* spp.) taxa. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.122, n.1, p.63-68, 1997.
- HUBER, D.J. The role cell wall hydrolases in fruit softening. **Horticultural Reviews**, v.5, p.169-219, 1983.
- HUBER, D.J. Strawberry fruit softening: the potential roles of polyuronides and hemicelluloses. **Journal of Food Science**, v.49, n.5, p.1310-1315, 1984.
- INFORME AGROPECUÁRIO. **Agricultura alternativa**. Belo Horizonte: EPAMIG, v.22, n.212, 2001. 88p.
- JAMES, D.J.; NEWTON, B. Auxin: cytokinin interaction in the *in vitro* micropropagation of strawberry plants. **Acta Horticulturae**, n.78, p.321-331, 1977.
- JOHN, O.A.; YAMAKI, S. Sugar content, compartmentation, and efflux in strawberry tissue. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.119, n.5, p.1024-1028, 1994.
- JOHNSON Jr., H.A. The contributions of private strawberry breeders. **HortScience**, v.25, n.8, p.897-902, 1990.
- JONES, O.P.; WALLER, B.J.; BEECH, M.G. The production of strawberry plants from callus cultures. **Plant Cell Tissue and Organ Culture**, v.12, n.3, p.235-241, 1988.
- KADER, A.A. Postharvest and technology: an overview. In: KADER, A.A. (ed.) **Postharvest of horticultural crops**. Davis: University of California, 1992. p.15-20.

KARTHA, K.K.; LEUNG, N.L.; PAHL, K. Cryopreservation of strawberry meristems and mass propagation of plantlets. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.105, n.4, p.481-484, 1980.

KIEHL, J. de C. Produção de composto orgânico e vermicomposto. **Informe Agropecuário**, v.22, n.212, p.40-42, 47-52, 2001.

LANDRY, B.S.; RONGQI, L.; KHANIZADEH, S. Classification of 75 strawberry cultivars and breeding lines using RAPD markers. **Acta Horticulturae**, n.439, p.101-105, 1997

LARSEN, M.; WATKINS, C.B. Firmness and aroma composition of strawberries following short-term high carbon dioxide treatments. **HortScience**, v.30, n.2, p.303-305, 1995a.

LARSEN, M.; WATKINS, C.B. Firmness and concentration of acetaldehyde, ethyl acetate and ethanol in strawberries stored in controlled atmospheres. **Postharvest Biology and Technology**, v.5, p.39-50, 1995b.

LAWRENCE, F.J.; GALLETTA, G.J.; SCOTT, D.H. Strawberry breeding work of the U.S. Department of Agriculture. **HortScience**, v.25, n.8, p.895-896, 1990.

LÉDO, F.J. da S. **Diversidade genética e análise dialélica da eficiência nutricional para nitrogênio em alface (*Lactuca sativa* L.)**. Viçosa: UFV, 1998. 95p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) - Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento. Universidade Federal de Viçosa, 1998.

LÉDO, F.J. da S.; CASALI, V.W.D.; MOURA, W. de M.; PEREIRA, P.R.G.; CRUZ, C.D. Eficiência nutricional do nitrogênio em cultivares de alface. **Revista Ceres**, v.47, n.271, p.273-285, 2000.

LI, C.; KADER, A.A. Residual effects of controlled atmospheres on postharvest physiology and quality of strawberries. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.114, n.4, p.629-634, 1989.

LIANG, G.H.L.; HEYNE, E.G.; WALTER, T.L. Estimates of variety x environment interactions in yield tests of three small grains and their significance on the breeding programs. **Crop Science**, v.6, n.2, p.135-139, 1966.

LIMA, L.C. de O. Qualidade, colheita e manuseio pós-colheita de frutos de morangueiro. **Informe Agropecuário**, v.20, n.198, p.80-83, 1999.

LIN, C.S.; BINNS, M.R. A superiority measure of cultivar performance for cultivar x location data. **Can. J. Plant Sci.**, v.68, n.3, p.193-198, 1988.

LLAHUEN AGRÍCOLA. **Mudas de morango importadas**. Araucária: Llahuen, [ca. 1998]. 4p.

MAAS, J.L.; CATHEY, H.M. Photomorphogenic responses of strawberry to photoperiodic and photosynthetic radiation. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.112, n.1, p.125-130, 1987.

MAHALANOBIS, P.C. On generalized distance in statistic. **Proc. Nat. Inst. Sci.**, v.2, p.49-55, 1936.

MALUF, W.R.; FERREIRA, P.E. Análise multivariada da divergência genética em feijão-vagem (*Phaseolus vulgaris* L.). **Horticultura Brasileira**, v.1, n.2, p.31-34, 1983.

MALUF, W.R.; FERREIRA, P.E.; MIRANDA, J.E.C. de. Genetic divergence in tomatoes and its relationship with heterosis for yield in F₁ hybrids. **Revista Brasileira de Genética**, v.6, n.3, p.453-460, 1983.

MANGAS, J.J.; DAPENA, E.; RODRIGUEZ, M.S.; MORENO, J. GUTIERREZ, M.D.; BLANCO, D. Changes in pectic fractions during ripening of cider apples. **HortScience**, v.27, n.4, p.328-330, 1992.

MARDIA, K.V.; KENT, J.T.; BIBBY, J.M. **Multivariate analysis**. London: Academic Press, 1979. 521p.

MARIOTTI, J.A.; OYARZABAL, E.S.; OSA, J.M.; BULACIO, A.N.R.; ALMADA, G.H. Analisis de estabilidad y adaptabilidad de genotipos de caña de azucar. I. Interacciones dentro de una localidad experimental. **Rev. Agron. N.O. Argent.**, v.13, n.1-4, p.405-412, 1976.

MARSHALL, D.R.; BROWN, A.H.D. Stability of performance of mixtures and multilines. **Euphytica**, v.22, n.2, p.405-412, 1973.

MARTINELLI, A.; MUSACCHI, D.; LEIS, M. Costituzione di nuove varietà di fragola col programma privato del CIV. **Rivista di Frutticoltura**, n.6, p.29-32, 1995.

MASON, D.T.; RATH, N. The relative importance of some yield components in East of Scotland strawberry plantations. **Ann. Applied Biol.**, v.95, p.399-408, 1980.

McGUIRE, R.G. Reporting of objective color measurements. **HortScience**, v.27, n.12, 1992.

MELVILLE, A.H.; GALLETTA, G.J.; DRAPER, A.D.; NG, T.J. Seed germination and early seedling vigor in progenies of inbred strawberry selections. **HortScience**, v.15, p.749-750, 1980.

MINAS ORGÂNICA. **Manual de certificação de produção orgânica**. Viçosa: Vicente W. D. Casali, 2002. 157p. (no prelo).

MIRANDA, G.V. **Comparação de métodos de avaliação da adaptabilidade e estabilidade de comportamento de cultivares: exemplo com a cultura do**

feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). Viçosa : UFV, 1993. 120p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento) - Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento. Universidade Federal de Viçosa, 1993.

MIRANDA, J.E.C de; CRUZ, C.D.; COSTA, C.P. da. Predição do comportamento de híbridos de pimentão (*Capsicum annuum* L.) pela divergência genética dos progenitores. **Revista Brasileira de Genética**, v.11, n.4, p.929-937, 1988.

MITCHELL, G.F. Postharvest handling systems: small fruits. In: KADER, A.A. (ed.) **Postharvest of horticultural crops**. Davis: University of California, 1992. p.223-231.

MONTERO, T.M.; MOLLÁ, E.M.; ESTEBAN, R.M.; LÓPEZ-ANDRÉU, F.J. Quality attributes of strawberry during ripening. **Scientia Horticulturae**, v.65, p.239-250, 1996.

MORAIS, O.P. **Adaptabilidade, estabilidade de comportamento e correlações fenotípicas, genotípicas e de ambiente em variedades e linhagens de arroz (*Oryza sativa* L.)**. Viçosa: UFV, 1980. 70p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento) - Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento. Universidade Federal de Viçosa, 1980.

MORONI, J.S.; STRINGAM, G.R.; THIAGARAJAH, M.R. In search of nitrogen-uptake efficiency and nitrogen-utilization efficiency of *Brassica napus* L. rapesses germplasm. In: **INTERNATIONAL SYMPOSIUM: Genetic and Molecular Biology of Plant Nutrition**, 5., California. 1994. p.93.

MOSCA, J.L.; SILVA, A da S.; EHLERT, P.A.D.; HIDALGO, A.; LIMA, J.R.; GOTO, R. Avaliação físico-química e sensorial de morango, das cultivares Toyonoka e Sweet Charlie. **Horticultura Brasileira**, v.19, suplemento CD-ROM, julho, 2001.

MOURA, W. de M. **Eficiência nutricional para fósforo em linhagens de pimentão (*Capsicum annuum* L.)**. Viçosa : UFV, 1996. 102p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia. Universidade Federal de Viçosa, 1996.

MOURA, W. de M; CASALI, V.W.D.; CRUZ, C.D.; LIMA, P.C. de. Divergência genética em linhagens de pimentão em relação à eficiência nutricional de fósforo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, n.2, p.217-224, 1999.

MOURA, W.M.; LIMA, P.C.; CASALI, V.W.D.; PEREIRA, P.R.G.; CRUZ, C.D. Eficiência nutricional para fósforo em linhagens de pimentão. **Horticultura Brasileira**, v.19, n.3, p.306-312, 2001.

MULTIPLANTA. **Morango**: cultivares. Andradas: Disponível on-line em <http://www.multipianta.com.br> em 10/06/2002.

NEHRA, N.S.; CHIBBAR, R.N.; KARTHA, K.K.; DATLA, R.S.S.; CROSBY, W.L.; STUSHNOFF, C. *Agrobacterium*-mediated transformation of strawberry calli and recovery of transgenic plants. **Plant Cell Reports**, v.9, p.10-13, 1990a.

NEHRA, N.S.; CHIBBAR, R.N.; KARTHA, K.K.; DATLA, R.S.S.; CROSBY, W.L.; STUSHNOFF, C. Genetic transformation of strawberry by *Agrobacterium tumefaciens* using a leaf disk regeneration system. **Plant Cell Reports**, Berlin, v.9, p.293-298, 1990b.

NEHRA, N.S.; KARTHA, K.K.; STUSHNOFF, C.; GILES, K.L. The influence of plant growth regulator concentrations and callus age on somaclonal variation in callus culture regenerants of strawberry. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**, v.29, p.257-268, 1992.

NICOLL, M.F.; GALLETTA, G.J. Variation in growth and flowering habits of junebearing and everbearing strawberries. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.112, n.5, p.872-880, 1987.

OLIVEIRA, I.P. de; THUNG, M.; KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, H.; CARVALHO, J.R.P. de. Avaliação de cultivares de feijão quanto à eficiência no uso de fósforo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.22, n.1, p.39-45, 1987.

OLIVEIRA, V.R. **Diversidade genética em pimentão (*Capsicum annuum* L.) e controle gênico da tolerância ao baixo teor de fósforo no solo**. Viçosa : UFV, 1997. 102p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) - Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento. Universidade Federal de Viçosa, 1997.

OTTERBACHER, A.G.; SKIRVIN, R.M. Derivation of the binomial *Fragaria x ananassa* for the cultivated strawberry. **HortScience**, v.13, p.637-639, 1978.

ÖZGÜVEN, A.I.; KASKA, N.; TÜREMIS, N. The opportunities of using tobacco compost in strawberry growing. **Acta Horticulturae**, n.439, 731-736, 1997.

PADOVANI, M.I. **Morango**: o delicado e saboroso fruto da integração dos povos. São Paulo : Ícone, 1991. 68p.

PASCHOAL, A.D. **Normas técnicas para a agricultura orgânica**. São Paulo: Associação de Agricultura Orgânica. 1990. 62p.

PASCHOAL, A.D. **Produção orgânica de alimentos**: agricultura sustentável para os séculos XX e XXI. Piracicaba: Adilson D. Paschoal, 1994. 191p.

PASSOS, F.A. Melhoramento do morangueiro no Instituto Agrônomo de Campinas. In: DUARTE Filho, J. (coord.). **Morango**: tecnologia de produção e processamento. Caldas: EPAMIG, 1999. p.259-264.

PAULUS, A. O. Fungal diseases of strawberry. **HortScience**, Alexandria, v.25, n.8, p.885-889, 1990.

- PECHE FILHO, A.; LUCA, J.D. **Produção de morango orgânico**: manual. Viçosa: CPT, 1997. 66p. (CPT. Manual, 113).
- PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. Piracicaba : ESALQ/USP, 2000. 477p.
- PLAISTED, R.L.; PETERSON, L.C. A technique for evaluating the ability of selections to yield consistently in different locations and seasons. **Amer. Pot. J.**, v.36, p.381-385, 1959.
- QUEIROZ-VOLTAN, R.B.; JUNG-MENDAÇOLLI, S.L.; PASSOS, F.A. et al. Caracterização botânica de cultivares de morangueiro. **Bragantia**, v.55, n.1, p.29-44, 1996.
- RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.B.; ZIMMERMANN, M.J.O. **Genética quantitativa em plantas autógamas**: aplicações ao melhoramento do feijoeiro. Goiânia: UFG, 1993. 271p.
- RAO, R.C. **Advanced statistical methods in biometric research**. New York: John Wiley and Sons, 1952. 390p.
- REININK, K.; GROENWOLD, R.; BOOTSMA, A. Genotypical differences in nitrate content in *Lactuca sativa* L. and related species and correlation with dry matter content. **Euphytica**, v.36, p.11-18, 1987.
- REITMEIER, C.A.; NONNECKE, G.R. Objective and sensory evaluation of fresh fruit of day-neutral strawberry cultivars. **HortScience**, v.26, n.7, p.843-845, 1991.
- RESENDE, L.M.A.; MASCARENHAS, M.H.T.; PAIVA, B.M. Panorama da produção e comercialização do morango. **Informe Agropecuário**, v.20, n.198, p.5-19, 1999.
- RICE Jr., R. P. Effects of cultivar and environmental interactions on runner production, fruit yield, and harvest timing of strawberry (*Fragaria x ananassa*) in Zimbabwe. **Acta Horticulturae**, n.279, p.327-332, 1990.
- ROBERTSON, A. **Biometrical genetics**: experimental design on the measurement of heritabilities and genetic correlations. New York: Pergamon, 1959. 186p.
- RODRIGUES, E.T. **Seleção de cultivares de alface (*Lactuca sativa* L.) para cultivo com composto orgânico**. Viçosa : UFV, 1995. 164p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia. Universidade Federal de Viçosa, 1995.
- RONQUE, E.R.V. **A cultura do morangueiro**: revisão e prática. Curitiba: EMATER/PR, 1998. 206p.

ROUDEILLAC, P. Situation de la production de fraises dans le monde: perspectives en Europe. In: DUARTE Filho, J. (coord.). **Morango: tecnologia de produção e processamento**. Caldas: EPAMIG, 1999. p.1-38.

ROUDEILLAC, P.; FAEDI, W.; LAVIALLE, O. A multicriteria decision aid to determine the genetic performance of strawberry through a varietal observatory network in western Europe. **Acta Horticulturae**, n.439, p.307-317, 1997.

SACKS, E.J.; SHAW, D.V. Optimum allocation of objective color measurements for evaluating fresh strawberries. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.119, n.2, p.330-334, 1994.

SANFORD, J.C. Ploidy manipulation. In: MOORE, J. N.; JANCK, J. (Eds.) **Methods in fruit breeding**. West Lafayette : Purdue University Press, 1983. p.100-124.

SANTOS, A.M. dos. **A cultura do morangueiro**. Brasília: EMBRAPA, 1993. 35p.

SANTOS, A.M. dos. Melhoramento genético do morangueiro. **Informe Agropecuário**, v.20, n.198, p.24-29, 1999a.

SANTOS, A.M. dos. Melhoramento do morangueiro na EMBRAPA Clima Temperado: passado, presente e futuro. In: DUARTE Filho, J. (coord.). **Morango: tecnologia de produção e processamento**. Caldas: EPAMIG, 1999b. p.257.

SANTOS, R.H.S.; CASALI, V.W.D.; CONDÉ, A.R.; MIRANDA, L.C.G. Qualidade de alface cultivada com composto orgânico. **Horticultura Brasileira**, v.12, n.1, p.29-32, 1994.

SANTOS, R.H.S.; MENDONÇA, E. de S. Agricultura natural, orgânica, biodinâmica e agroecologia. **Informe Agropecuário**, v.22, n.212, p.5-8, 2001.

SCALON, S.P.Q.; BITTENCOURT, A.L.; CHITARRA, A.B.; CHITARRA, M.I.F. Avaliação da qualidade e da vida útil de morangos (*Fragaria x ananassa* Duch.) submetidos a aplicação pós-colheita de CaC₁₂ e armazenados sob atmosfera modificada a temperatura ambiente. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.16, n.1, p.83-87, 1996.

SCHUELTER, A.R. **Análise isozimática, dialélica e diversidade genética em pimenta silvestre (*Capsicum flexuosum* Sendt.)**. Viçosa: UFV, 1996. 80p. Tese (Mestrado em Genética e Melhoramento) - Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento. Universidade Federal de Viçosa, 1996.

SCOTT, A.J.; KNOTT, M. A cluster analysis method for grouping means in the analyses of variance. **Biometrics**, v.30, p.505-12, 1974.

SCOTT, D.H.; DRAPER, A.D.; GALLETTA, G.J. Breeding strawberries for red stele resistance. **Plant Breeding Rev.**, v.2, p.195-214, 1984.

SEELIG, R.A. **Strawberries**. 3 ed. Washington : United Fresh Fruit & Vegetable Association, 1975. 24p.

SENANAYAKE, Y.D.A.; BRINGHURST, R.S. Origin of *Fragaria* polyploids: I. cytological analysis. **American Journal of Botany**, v.54, p.221-228, 1967.

SHAMAILA, M.; BAUMANN, T.E.; EATON, G.W.; POWRIE, W.D.; SKURA, B.J. Quality attributes of strawberry cultivars grown in British Columbia. **Journal of Food Science**, v.57, n.3, p.696-699, 1992.

SHAW, D.V. Genotypic variation and genotypic correlations for sugars and organic acids of strawberries. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.113, n.5, p.770-774, 1988.

SHAW, D.V. Response to selection and associated changes in genetic variance for soluble solids and titratable acids contents in strawberries. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.115, n.5, p.839-843, 1990.

SHAW, D.V.; SACKS, E.J. Response in genotypic and breeding value to a single generation of divergent selection for fresh fruit color in strawberry. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.120, n.2, p.270-273, 1995.

SILVA, D.J.H. da; COSTA, C.P. da; CRUZ, C.D.; CASALI, V.W.D.; DIAS, L.A. dos S. Stability of genetic divergence among eggplant access in three stages of development. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.1, n.2, p.135-143, 2001.

SILVA, J.G.C., BARRETO, J.N. Aplicação da regressão linear segmentada em estudos da interação genótipo x ambiente. In: **SIMPÓSIO DE EXPERIMENTAÇÃO AGRÍCOLA**, 1., Anais... Piracicaba: ESALQ, 1985. p.49-50.

SINGH, D. The relative importance of characters affecting genetic divergence. **Ind. J. Genet. Plant Breed.**, v.41, n.2, p.237-245, 1981.

SISTRUNK, W.A.; CASH, J. Non-volatile acids of strawberries. **Journal of Food Science**, v.38, p.807-809, 1978.

SJULIN, T.M.; DALE, A. Genetic diversity of North American strawberry cultivars. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.112, n.2, p.375-385, 1987.

SMITH, R.B.; SKOG, L.J. Enhancement and loss of firmness in strawberry stored in atmospheres enriched with carbon dioxide. **Acta Horticulturae**, v.348, p.328-333, 1993.

SMITH, W.H. MacF; JONES, J.K. Intergeneric crosses with *Fragaria* and *Potentilla*, II: crosses between the progeny of *Fragaria moschata* x *Potentilla fruticosa* and the original parents. **Euphytica**, v.34, p.737-744, 1985.

SOARES, P.C. **Correlações, coeficientes de trilha e resposta indireta à seleção em genótipos de arroz (*Oryza sativa* L.) cultivados em condições de irrigação por inundação contínua e em várzea úmida.** Viçosa : UFV, 1987. 72p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento) - Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento. Universidade Federal de Viçosa, 1987.

SOUZA, A.F.; HAAG, H.P.; SARRUGE, J.R.; OLIVEIRA, G.D.; MINAMI, K. Nutrição mineral de hortaliças; XXIX: absorção de macronutrientes por quatro cultivares de morangueiro (*Fragaria* spp.). **Anais da Escola Superior de Agricultura 'Luiz de Queiroz'**, Piracicaba, v.33, p.647-683, 1976.

SOUZA, J.L. de; Pesquisa e desenvolvimento tecnológico na agricultura orgânica. **Informe Agropecuário**, v.22, n.212, p.73-79, 2001.

SOUZA, J.L.; ATHATYDE, M.O.; BALBINO, J.M.S. Avaliação de cultivares de morangueiro em cultivo orgânico. **Horticultura Brasileira**, v.19, suplemento CD-ROM, julho, 2001.

SOUZA, J.L; COSTA, H. Dosagem e intervalo de aplicação de calda Viçosa na cultura do morango em dois sistemas de produção. **Horticultura Brasileira**, v.19, suplemento CD-ROM, julho, 2001.

STAUDT, G. The species of *Fragaria*, their taxonomy and geographical distribution. **Acta Horticulturae**, n.265, p.23-33, 1989.

STAUDT, G. Taxonomic studies in the genus *Fragaria*: Typification of *Fragaria* species known at the time of Linnaeus. **Canadian Journal of Botany**, v.40, p.869-886, 1962.

STRIK, B.C.; PROCTOR, J.T.A. Yield component analysis of strawberry genotypes differing in productivity. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.113, n.1, p.124-129, 1988.

TAI, G.C.C. Genotypic stability analysis and its application to potato regional trials. **Crop Science**, v.11, p.184-190, 1971.

TANAKA, M.A. de S.; BETTI, J.A.; PASSOS, F.A. **Manejo integrado de pragas e doenças do morangueiro.** Campinas: Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, 2000. 5v., 61p. (Manual Técnico, Série Especial).

TANAKA, M.A.S.; PASSOS, F.A.; BETTI, J.A. Caracterização de germoplasma de morangueiro quanto a resistência à antracnose do rizoma, causada por *Colletotrichum fragariae*. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE RECURSOS GENÉTICOS, 1995, Campinas. **Resumos...** BOVI, M.L.A.; VEIGA, R.F.A. (ed.) Campinas: IAC-CENARGEN/EMBRAPA, 1995. p.36.

TEIXEIRA, C.P. **Obtenção *in vitro* de mudas de morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.) via cultura de meristema.** Lavras: ESAL, 1985. 56f.

(Mestrado em Agronomia, Área de Concentração Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, 1985.

TESSARIOLI NETO, J. **Avaliação do potencial produtivo e de seus componentes em diferentes clones de morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.)**. Piracicaba : ESALQ - USP, 1982. 82p. (Mestrado em Agronomia, Área de Concentração em Genética e Melhoramento de Plantas) - Escola Superior de Agricultura 'Luiz de Queiroz'. Universidade de São Paulo, 1982.

VERMA, M.M.; CHAHAL, G.S., MURTY, B.R. Limitations of conventional regression analysis: a proposed modification. **Theoretical and Applied Genetics**, v.53, p.89-91, 1978.

VERONA, L.A.F.; SCHERER, E.E.; SIGNOR, G.M. Resposta de cultivares de morango à adubação orgânica no oeste catarinense. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 39., 1999, Tubarão. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.17, n.3, p.334, nov. 1999.

WHITEHEAD, W.F.; ALLEN, F.L. High-vs. low-stress yield test environments for selecting superior soybean lines. **Crop Science**, v.30, p.912-918, 1990.

WOZNIAK, W.; RADAJEWSKA, B.; RESZELSKA-SIECIECHOWICZ, A.; DEJWOR, I. Sugars and acid content influence organoleptic evaluation of fruits of six strawberry cultivars from controlled cultivation. **Acta Horticulturae**, n.439, p.333-336, 1997.

WRICKE, G. Über eine methode zur erfassung der ökologischen streubreite in feldversuchen. **Z. Pflanzenzuchtung**, v.47, n.1, p.92-96, 1962.

WRIGHT, D.M. **Strawberry growing**. Baskerville: David & Charles, 1973. 187p.

APÊNDICES

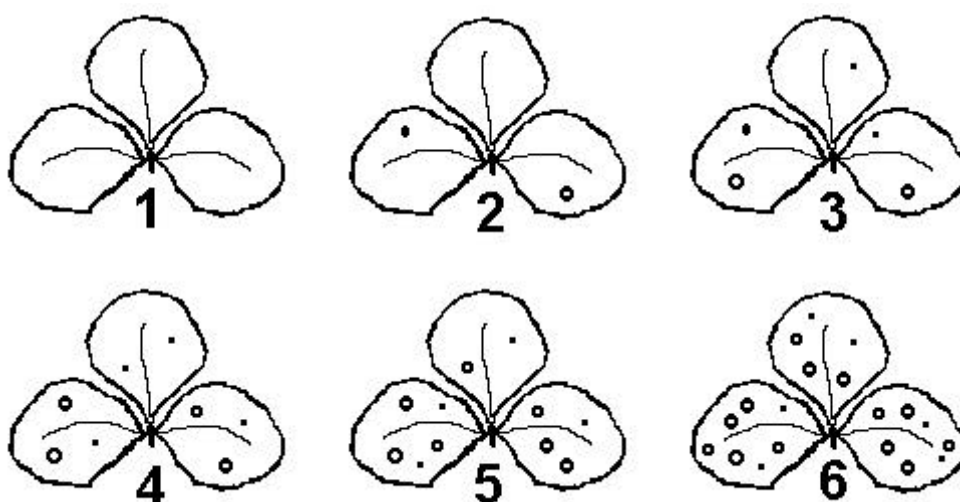


Figura 1A - Escala de avaliação pela severidade de *Mycosphaerella fragariae* em folhas de morangueiro.

COD	
Nota	Acidez
1	Não ácido
2	Levemente ácido
3	Pouco ácido
4	Ácido
5	Muito ácido

Nota	Doçura
1	Sem doce
2	Levemente doce
3	Pouco doce
4	Doce
5	Muito doce

Nota	Sabor	Aroma	Cor	Formato	Textura
1	Muito bom				
2	Bom				
3	Regular				
4	Ruim				
5	Muito ruim				

Figura 2A - Modelo da ficha de avaliação sensorial. COD = código do cultivar.

Quadro 1A - Resumo da análise de variância do número de morangos comercializáveis (N^o MC), não comercializáveis (N^o MNC) e total (N^o TM) por planta, da produção (g) de morangos comercializáveis (Massa MC), não comercializáveis (Massa MNC) e total (Massa TM) por planta e da massa fresca média dos frutos comercializáveis (Massa \bar{x} MC), não comercializáveis (Massa \bar{x} MNC) e total (Massa \bar{x} TM), no cultivo orgânico de morangueiro 'Campinas', 'Dover' e Princesa Isabel', em função da adubação de cobertura. Viçosa-MG, 2000.

FV	GL	Quadrados Médios		
		N ^o MC	N ^o MNC	N ^o TM
Cultivar (Cv.)	2	2.675,4264 **	15,6222 ns	3.047,6542 **
Adubação (A)	2	94,9764 ns	2,9764 ns	131,3542 ns
Cv. x A	4	80,6097 ns	1,7285 ns	90,6708 ns
Resíduo	32	158,6097	12,4830	224,6931 ns
C.V. (%)		30,04	47,46	30,38
FV	GL	Quadrados Médios		
		Peso MC	Peso MNC	Peso TM
Cultivar (Cv.)	2	91.531,6122 **	135,0491 ns	97.344,7356 **
Adubação (A)	2	4.128,3386 ns	476,9545 ns	6.830,1595 ns
Cv. x A	4	3.500,4684 ns	440,1454 ns	4.001,8785 ns
Resíduo	32	12.139,5734	557,7413	15.618,2596
C.V. (%)		32,32	47,90	32,03
FV	GL	Quadrados Médios		
		Peso \bar{x} MC	Peso \bar{x} MNC	Peso \bar{x} TM
Cultivar (Cv.)	2	15,3445 **	4,3671 ns	12,2149 **
Adubação (A)	2	0,0295 ns	2,5298 ns	0,1321 ns
Cv. x A	4	0,1978 ns	11,3279 **	0,6568 ns
Resíduo	32	0,5484	1,8540	0,4211
C.V. (%)		8,89	19,96	8,02

ns - não significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F;

** - significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

Quadro 2A - Resumo da análise de variância do número de morangos comercializáveis (N^o MC), não comercializáveis (N^o MNC) e total (N^o TM) por planta, da produção (g) de morangos comercializáveis (Massa MC), não comercializáveis (Massa MNC) e total (Massa TM) por planta, da massa fresca média dos frutos comercializáveis (Massa \bar{x} MC), não comercializáveis (Massa \bar{x} MNC) e total (Massa \bar{x} TM), da severidade de *Mycosphaerella fragariae*, da incidência de formiga-lava-pé, do número de folhas por planta e da área foliar (cm².folha⁻¹), no cultivo orgânico de dez cultivares de morangueiro. Viçosa-MG, 2001.

FV	GL	Quadrados Médios		
		N ^o MC	N ^o MNC	N ^o TM
Blocos	3	509,6645 **	24,9725 *	670,8138 **
Cultivar	9	399,6939 **	77,1766 **	684,6595 **
Resíduo	27	103,6999	8,2584	123,5253
C.V. (%)		18,91	26,77	17,21

FV	GL	Quadrados Médios		
		Massa MC	Massa MNC	Massa TM
Blocos	3	69.824,5533 *	470,5716 **	80.299,3315 **
Cultivar	9	66.564,4491 **	298,6543 **	68.234,6027 **
Resíduo	27	16.280,5608	76,9422	17.367,3462
C.V. (%)		22,89	25,77	22,28

FV	GL	Quadrados Médios		
		Massa \bar{x} MC	Massa \bar{x} MNC	Massa \bar{x} TM
Blocos	3	2,3155 ns	1,7127 *	3,5687 *
Cultivar	9	15,6900 **	1,5350 **	15,5350 **
Resíduo	27	0,8013	0,4367	1,0143
C.V. (%)		8,63	19,42	10,87

Continua...

Quadro 2A - Continuação.

FV	GL	Quadrados Médios		
		Micosferela		Formiga
Blocos	3	2,7748 **		0,9033 *
Cultivar	9	3,2544 **		0,5760 ns
Resíduo	27	0,5455		0,2699

C.V. (%)		19,04		33,24
FV	GL	Quadrados Médios		
		Nº Folhas (3º mês)	Nº Folhas (6º mês)	Área Foliar \bar{x}
Blocos	3	5,7417 ns	36,6229 ns	73,6930 ns
Cultivar	9	26,5667 **	190,1840 *	1.628,1066 *
Resíduo	27	6,3019	77,8914	597,5295

C.V. (%)		28,77	29,48	31,69

ns - não significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F;

* e ** - significativos a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Quadro 3A - Resumo da análise de variância do pH, dos sólidos solúveis totais (SST) em grau Brix, da acidez total titulável (ATT) em porcentagem, da relação SST / ATT, do flavor e da aceitação geral dos morangos de dez cultivares, cultivados organicamente, colhidos nos meses de agosto e novembro. Viçosa-MG, 2001.

FV	GL	Quadrados Médios		
		pH	SST (°Brix)	ATT (%)
Blocos	3	0,3436 ns	1,8927 ns	0,0085 ns
Cultivar (Cv.)	9	0,2778 ns	8,9680 **	0,2102 **
Época	1	0,0123 ns	9,3161 ns	0,7450 **
Cv. x Época	9	0,1080 ns	1,1568 ns	0,0841 **
Resíduo	57	0,1962	2,3508	0,0203
C.V. (%)		11,10	16,14	10,59

FV	GL	Quadrados Médios		
		SST / ATT	Flavor	Aceitação
Blocos	3	1,1719 ns	0,1615 ns	0,2205 ns
Cultivar (Cv.)	9	10,8607 **	0,6906 **	0,3334 *
Época	1	7,5953 *	2,2781 **	3,9605 **
Cv. x Época	9	1,7672 ns	0,2295 ns	0,0383 ns
Resíduo	57	1,7454	0,2448	0,1538
C.V. (%)		18,21	13,17	9,30

ns - não significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F;

* e ** - significativos a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Quadro 4A - Resumo da análise de variância da cor, do formato, da textura, da aparência, da acidez, da doçura, da relação doçura / acidez, do sabor, do aroma, do flavor e da aceitação geral dos morangos de dez cultivares (Cv.), cultivados organicamente, colhidos nos meses de agosto e novembro (E) e conservados em refrigerador a $\approx 10^{\circ}\text{C}$ por 1, 3 e 6 dias (T). Viçosa-MG, 2001.

FV	GL	Quadrados Médios			
		Cor	Formato	Textura	Aparência
Blocos	3	9,2597 **	7,1333 **	9,2931 **	8,1667 **
Cultivar (Cv.)	9	3,9856 **	1,1778 **	5,4097 **	3,0123 **
Tempo (T)	2	3,0042 **	0,6500 ns	5,0167 **	2,2977 **
Época (E)	1	4,0042 **	6,0167 **	0,3375 ns	2,8167 **
Cv. x T	18	0,5412 *	0,2472 ns	0,3083 ns	0,2128 ns
Cv. x E	9	0,6153 *	0,3315 ns	0,4764 ns	0,2447 ns
T x E	2	1,0792 *	0,2167 ns	1,2500 *	0,6681 ns
Cv. x T x E	18	0,1903 ns	0,3231 ns	0,1806 ns	0,0791 ns
Resíduo	177	0,3190	0,4667	0,4173	0,2454
C.V. (%)		13,68	16,66	15,74	12,05

FV	GL	Quadrados Médios		
		Acidez	Doçura	Doçura / Acidez
Blocos	3	0,3611 ns	0,1597 ns	0,0273 ns
Cultivar (Cv.)	9	3,1759 **	3,3338 **	1,1242 **
Tempo (T)	2	0,4542 ns	3,0542 **	0,2846 ns
Época (E)	1	0,0167 ns	7,0042 **	0,9271 *
Cv. x T	18	0,5051 ns	0,8782 ns	0,1715 ns
Cv. x E	9	0,4426 ns	0,9301 ns	0,1793 ns
T x E	2	0,6542 ns	1,3792 ns	0,4631 *
Cv. x T x E	18	0,5106 ns	0,6662 ns	0,1276 ns
Resíduo	177	0,4939	0,5693	0,1454
C.V. (%)		23,10	23,43	33,96

Continua...

Quadro 4A - Continuação.

FV	GL	Quadrados Médios			
		Sabor	Aroma	Flavor	Aceitação
Blocos	3	4,3153 **	0,3486 ns	0,9083 *	4,1787 **
Cultivar (Cv.)	9	2,7542 **	0,7690 **	1,3060 **	1,6997 **
Tempo (T)	2	4,8042 **	2,0042 **	3,1135 **	2,5935 **
Época (E)	1	0,5042 ns	0,5042 ns	0,5042 ns	1,6667 **
Cv. x T	18	0,7208 ns	0,2634 ns	0,3473 ns	0,1955 ns
Cv. x E	9	0,9023 ns	0,1245 ns	0,3630 ns	0,1163 ns
T x E	2	0,1792 ns	0,8042 ns	0,4260 ns	0,0572 ns
Cv. x T x E	18	0,7440 ns	0,3968 ns	0,4029 ns	0,1307 ns
Resíduo	177	0,5102	0,3119	0,2523	0,1730
C.V. (%)		19,46	16,69	14,32	10,75

ns - não significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F;

* e ** - significativos a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Quadro 5A - Notas médias (escala de 1 a 5) da cor dos morangos, cultivados organicamente e colhidos nos meses de agosto e novembro, em função do cultivar e do tempo de conservação pós-colheita (1, 3 e 6 dias) em refrigerador a $\approx 10^{\circ}\text{C}$. Viçosa-MG, 2001.

Cultivar	Tempo de Conservação Pós-Colheita					
	1 dia		3 dias		6 dias	
Camarosa	4,75	a A	4,63	a AB	4,00	ab B
Campinas	4,00	bc A	3,88	bcd A	3,13	c B
Dover	4,25	ab A	4,25	abc A	4,50	a A
Oso Grande	4,50	ab A	4,63	a A	4,50	a A
Princesa Isabel	3,63	c A	3,75	cd A	3,38	bc A
Selva	4,38	ab A	4,00	abc A	4,38	a A
Sequóia	4,13	ab A	3,25	d B	3,00	c B
Sweet Charlie	4,75	a A	4,50	ab A	4,25	a A
Toyonoka	4,38	ab A	4,13	abc A	3,88	ab A
Tudla	4,50	ab A	4,25	abc A	4,38	a A

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Duncan.

Quadro 6A - Notas médias (escala de 1 a 5) da cor dos morangos, cultivados organicamente e conservados em refrigerador a $\approx 10^{\circ}\text{C}$ por 1, 3 e 6 dias, em função do cultivar e da época de colheita (meses de agosto e novembro). Viçosa-MG, 2001.

Cultivar	Época de Colheita	
	Agosto	Novembro
Camarosa	4,58 ab A	4,33 a A
Campinas	3,67 cd A	3,67 bc A
Dover	4,67 a A	4,00 abc B
Oso Grande	4,75 a A	4,33 a A
Princesa Isabel	3,58 cd A	3,58 c A
Selva	4,50 ab A	4,00 abc A
Sequóia	3,33 d A	3,58 c A
Sweet Charlie	4,75 a A	4,25 a A
Toyonoka	4,08 bc A	4,17 ab A
Tudla	4,67 a A	4,08 abc B

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Duncan.

Quadro 7A - Resumo da análise de variância do número de morangos comercializáveis (N^o MC), não comercializáveis (N^o MNC) e total (N^o TM) por planta, da produção (g) de morangos comercializáveis (Massa MC), não comercializáveis (Massa MNC) e total (Massa TM) por planta, da massa fresca média dos frutos comercializáveis (Massa \bar{x} MC), não comercializáveis (Massa \bar{x} MNC) e total (Massa \bar{x} TM), da severidade de *Mycosphaerella fragariae*, da incidência de formiga-lava-pé, do número de folhas por planta e da área foliar (cm².folha⁻¹), no cultivo orgânico, com baixo nível de fertilização, de dez cultivares de morangueiro. Viçosa-MG, 2001.

FV	GL	Quadrados Médios		
		N ^o MC	N ^o MNC	N ^o TM
Blocos	3	3,6776 ns	0,4056 ns	2,2310 ns
Cultivar	9	18,5170 **	15,8788 **	34,0327 **
Resíduo	27	3,9723	2,3241	8,8620

C.V. (%)		21,99	42,53	23,54
FV	GL	Quadrados Médios		
		Massa MC	Massa MNC	Massa TM
Blocos	3	294,2910 ns	1,0482 ns	295,9257
Cultivar	9	1.944,9092 **	46,6563 **	1.858,1435 **
Resíduo	27	343,3364	12,0216	375,7821

C.V. (%)		28,79	44,74	26,88
FV	GL	Quadrados Médios		
		Massa \bar{x} MC	Massa \bar{x} MNC	Massa \bar{x} TM
Blocos	3	0,5372 ns	0,3547 ns	1,0296 ns
Cultivar	9	5,2880 **	0,5019 *	7,8977 **
Resíduo	27	0,7010	0,2028	0,6315

C.V. (%)		12,04	19,73	13,83

Continua...

Quadro 7A - Continuação.

FV	GL	Quadrados Médios					
		Micosferela	Formiga	Nº Folhas	Área Foliar \bar{x}		
Blocos	3	0,0083	ns	0,1667	ns	40,0083 *	610,0340 *
Cultivar	9	0,0065	ns	0,0460	ns	27,5444 *	904,9863 **
Resíduo	27	0,0083		0,0612		10,9944	204,5679

C.V. (%)		8,63		22,16		25,65	20,15

ns - não significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F;

* e ** - significativos a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Quadro 8A - Coeficiente de variação experimental (CVe), coeficiente de variação genético (CVg), razão CVg / CVe, coeficiente de determinação genotípico (H^2), estatística F e média de 29 características avaliadas em dez cultivares de morangueiro, em seis doses de composto orgânico. Viçosa-MG, 2001/2002.

Característica ¹	Composto orgânico (g / 5 dm ³ de solo)					
	0	25	50	100	200	400
Nº MC	39,57	36,03	37,53	40,66	34,10	32,82
Nº MNC	42,88	37,21	67,95	40,75	72,66	55,48
Nº TM	35,39	24,91	34,82	26,31	33,15	31,06
Massa MC	39,70	37,62	46,08	38,67	36,74	38,48
Massa MNC	48,32	37,26	81,37	40,30	59,71	61,54
Massa TM	36,67	30,70	39,50	31,48	33,71	34,41
Massa \bar{x} MC	59,66	17,06	37,45	15,22	15,27	20,54
Massa \bar{x} MNC	24,97	20,95	65,90	33,01	65,62	25,58
Massa \bar{x} TM	25,34	19,70	31,53	18,24	20,73	20,68
MS TM	47,17	52,24	56,59	47,28	56,12	49,53
MF Raiz	74,27	67,15	60,30	43,34	46,23	46,27
MS Raiz	48,49	34,66	37,63	46,19	40,04	46,73
MF Folhas	24,59	23,00	25,96	22,46	24,92	31,01
MS Folhas	30,15	31,34	32,70	31,25	36,72	22,45
MF Caule	35,07	32,41	49,21	32,16	23,85	49,29
MS Caule	37,57	38,57	47,95	31,96	28,35	41,79
MS Veg.	28,97	26,90	32,77	26,38	32,23	25,87
MS PA	34,37	37,16	43,55	33,13	37,00	33,55
MS Planta	28,30	31,06	36,16	26,92	31,32	29,16
RRPA	62,52	51,42	40,47	65,04	54,54	54,73
RFPA	40,97	31,88	35,44	36,46	38,13	33,57
RTMF	93,42	48,16	48,57	44,26	46,42	45,98
RTMV	67,45	47,46	54,62	47,08	45,23	48,13
Nº Folhas 2	32,50	31,12	23,56	36,11	39,40	40,72
Nº Folhas 6	38,13	32,22	29,20	24,29	29,17	34,85
AF \bar{x}	27,44	22,53	22,77	26,27	25,48	27,30
AFT	26,26	36,52	39,88	32,44	37,02	33,43
RAF	37,75	55,87	62,36	40,67	36,27	32,84
AFE	61,12	38,80	37,60	59,93	55,36	27,63

Continua...

Quadro 8A - Continuação.

CVg (%)	Composto orgânico (g / 5 dm ³ de solo)						
	Característica ¹	0	25	50	100	200	400
	N ^o MC	18,06	31,30	29,17	20,14	22,61	30,21
	N ^o MNC	52,24	62,31	44,17	64,42	74,32	54,43
	N ^o TM	27,91	45,20	33,93	39,19	33,15	32,12
	Massa MC	17,51	26,06	30,59	20,04	30,16	32,83
	Massa MNC	42,13	55,26	47,01	59,73	73,69	48,45
	Massa TM	18,14	30,88	31,65	24,06	26,50	30,00
	Massa \bar{x} MC	11,85	9,42	14,70	6,85	12,77	10,31
	Massa \bar{x} MNC	20,22	5,75	0,00	0,00	0,00	5,58
	Massa \bar{x} TM	21,52	8,83	21,30	14,76	19,06	21,49
	MS TM	14,55	25,71	15,21	22,71	21,93	12,10
	MF Raiz	20,45	0,00	16,44	14,38	8,30	33,22
	MS Raiz	23,14	3,60	23,87	17,03	0,00	26,45
	MF Folhas	9,09	14,69	13,09	6,40	14,22	12,91
	MS Folhas	9,53	16,50	0,00	6,42	7,38	13,40
	MF Caule	21,68	16,68	12,50	17,53	30,91	0,00
	MS Caule	21,92	25,94	19,32	18,49	25,98	12,48
	MS Veg.	0,00	18,37	13,51	5,61	13,42	9,06
	MS PA	9,46	20,90	8,73	13,55	21,92	14,82
	MS Planta	4,05	15,41	1,82	11,46	19,50	15,92
	RRPA	22,83	24,33	33,10	25,62	6,37	29,57
	RFPA	21,81	30,26	19,16	18,50	9,67	0,00
	RTMF	25,77	40,81	39,85	31,70	24,83	32,21
	RTMV	9,89	36,54	32,45	18,95	25,56	32,98
	N ^o Folhas 2	17,00	22,24	27,15	12,51	26,87	15,19
	N ^o Folhas 6	24,73	30,01	14,54	24,98	26,77	29,27
	AF \bar{x}	16,55	20,95	16,87	21,40	14,66	8,93
	AFT	19,00	4,98	0,00	0,00	15,53	31,19
	RAF	21,32	36,76	27,33	29,14	16,87	23,10
	AFE	22,69	17,49	13,31	8,63	0,00	25,25

Continua...

Quadro 8A - Continuação.

CVg/CVe	Composto orgânico (g / 5 dm ³ de solo)						
	Característica ¹	0	25	50	100	200	400
	N ^o MC	0,56	0,87	0,77	0,50	0,66	0,92
	N ^o MNC	1,22	1,67	0,65	1,58	1,02	0,98
	N ^o TM	0,79	1,88	0,97	1,49	1,00	1,03
	Massa MC	0,44	0,69	0,66	0,52	0,82	0,85
	Massa MNC	0,87	1,48	0,58	0,48	1,23	0,79
	Massa TM	0,49	1,00	0,80	0,76	1,79	0,87
	Massa \bar{x} MC	0,20	0,55	0,39	0,45	0,84	0,50
	Massa \bar{x} MNC	0,81	0,27	0,00	0,00	0,00	0,22
	Massa \bar{x} TM	0,85	0,45	0,68	0,81	0,92	1,04
	MS TM	0,31	0,49	0,27	0,48	0,39	0,24
	MF Raiz	0,28	0,00	0,25	0,33	0,18	0,72
	MS Raiz	0,48	0,10	0,63	0,37	0,00	0,57
	MF Folhas	0,37	0,63	0,50	0,28	0,57	0,42
	MS Folhas	0,32	0,53	0,00	0,21	0,20	0,70
	MF Caule	0,62	0,51	0,25	0,55	0,77	0,00
	MS Caule	0,58	0,67	0,40	0,58	0,92	0,30
	MS Veg.	0,00	0,68	0,11	0,21	0,42	0,35
	MS PA	0,22	0,56	0,20	0,41	0,59	0,44
	MS Planta	0,14	0,50	0,05	0,43	0,62	0,55
	RRPA	0,37	0,47	0,82	0,40	0,12	0,54
	RFPA	0,53	0,95	0,54	0,51	0,25	0,00
	RTMF	0,28	0,85	0,82	0,72	0,53	0,70
	RTMV	0,15	0,77	0,59	0,40	0,57	0,69
	N ^o Folhas 2	0,52	0,71	1,15	0,35	0,68	0,37
	N ^o Folhas 6	0,65	0,93	0,50	1,03	0,92	0,84
	AF \bar{x}	0,60	0,93	0,74	0,81	0,58	0,33
	AFT	0,72	0,14	0,00	0,00	0,42	0,93
	RAF	0,56	0,66	0,44	0,72	0,47	0,70
	AFE	0,37	0,45	0,35	0,14	0,00	0,91

Continua...

Quadro 8A - Continuação.

H ²	Composto orgânico (g / 5 dm ³ de solo)						
	Característica ¹	0	25	50	100	200	400
	N ^o MC	45,46	75,12	70,28	49,52	63,75	77,22
	N ^o MNC	85,59	91,81	62,83	90,91	80,71	79,38
	N ^o TM	71,33	92,94	79,16	89,87	80,00	81,05
	Massa MC	43,77	65,64	63,79	51,80	72,95	74,44
	Massa MNC	75,25	89,80	57,18	89,78	85,90	71,26
	Massa TM	49,45	80,19	71,92	70,03	71,20	75,25
	Massa \bar{x} MC	13,63	54,92	38,13	44,79	73,66	50,18
	Massa \bar{x} MNC	72,40	23,13	0,00	0,00	0,00	15,98
	Massa \bar{x} TM	74,25	44,57	64,61	72,38	77,18	81,09
	MS TM	27,57	49,22	22,42	47,99	37,91	19,27
	MF Raiz	23,27	0,00	19,74	30,58	11,41	67,33
	MS Raiz	47,67	4,15	61,68	35,23	0,00	56,17
	MF Folhas	35,34	61,68	50,42	24,52	56,56	40,93
	MS Folhas	28,54	52,58	0,00	14,43	13,92	58,74
	MF Caule	60,45	51,54	20,51	54,30	70,43	0,00
	MS Caule	37,65	64,41	39,38	57,25	77,07	26,28
	MS Veg.	0,00	65,10	4,40	15,32	40,96	32,91
	MS PA	23,25	55,84	13,84	40,06	58,40	43,82
	MS Planta	7,56	49,60	1,01	42,04	60,80	54,38
	RRPA	34,79	47,25	72,80	38,49	5,17	53,87
	RFPA	53,14	78,28	53,89	50,74	20,45	0,00
	RTMF	23,33	74,18	72,92	67,23	55,35	66,25
	RTMV	7,92	70,33	58,54	39,33	56,08	65,26
	N ^o Folhas 2	52,26	67,13	84,16	32,44	65,03	35,77
	N ^o Folhas 6	62,72	77,62	49,81	80,88	77,10	73,84
	AF \bar{x}	59,26	77,56	68,70	72,63	56,95	29,95
	AFT	67,68	6,93	0,00	0,00	41,31	77,69
	RAF	56,06	63,35	43,45	67,24	46,48	66,44
	AFE	35,53	44,83	33,40	7,65	0,00	76,97

Continua...

Quadro 8A - Continuação.

F	Composto orgânico (g / 5 dm ³ de solo)						
	Característica ¹	0	25	50	100	200	400
	N ^o MC	1,83 ns	4,02 **	3,40 **	1,98 ns	2,76 *	4,39 **
	N ^o MNC	6,94 **	12,22 **	2,69 *	11,00 **	5,18 **	4,85 **
	N ^o TM	3,49 **	14,17 **	4,80 **	9,88 **	5,00 **	5,28 **
	Massa MC	1,78 ns	2,92 *	2,76 *	2,07 ns	3,70 **	3,91 **
	Massa MNC	4,04 **	9,80 **	2,34 *	9,79 **	7,09 **	3,48 **
	Massa TM	1,98 ns	5,05 **	3,57 **	3,34 **	3,47 **	4,04 **
	Massa \bar{x} MC	1,16 ns	2,22 ns	1,61 ns	1,81 ns	3,80 **	2,08 ns
	Massa \bar{x} MNC	3,62 **	1,30 ns	0,60 ns	0,72 ns	0,62 ns	1,19 ns
	Massa \bar{x} TM	3,88 **	1,80 ns	2,81 *	3,62 **	4,38 **	5,29 **
	MS TM	1,38 ns	1,97 ns	1,29 ns	1,92 ns	1,61 ns	1,04 ns
	MF Raiz	1,30 ns	0,80 ns	1,25 ns	1,44 ns	1,13 ns	3,06 *
	MS Raiz	1,91 ns	1,04 ns	2,61 *	1,54 ns	0,78 ns	2,28 *
	MF Folhas	1,55 ns	2,61 *	2,02 ns	1,32 ns	2,30 *	1,69 ns
	MS Folhas	1,40 ns	2,11 ns	0,89 ns	1,17 ns	1,16 ns	2,42 *
	MF Caule	2,53 *	2,06 ns	1,26 ns	2,19 ns	3,38 **	0,98 ns
	MS Caule	2,36 *	2,81 *	1,65 ns	2,34 *	4,36 **	1,36 ns
	MS Veg.	0,73 ns	2,87 *	1,05 ns	1,18 ns	1,69 ns	1,49 ns
	MS PA	1,30 ns	2,26 *	1,16 ns	1,67 ns	2,40 *	1,78 ns
	MS Planta	1,08 ns	1,98 ns	1,01 ns	1,73 ns	2,55 *	2,19 ns
	RRPA	1,53 ns	1,89 ns	3,68 **	1,63 ns	1,05 ns	2,17 ns
	RFPA	2,13 ns	4,60 **	2,17 ns	2,03 ns	1,25 ns	0,91 ns
	RTMF	1,30 ns	3,87 **	3,69 **	3,05 *	2,14 ns	2,96 *
	RTMV	1,09 ns	3,37 **	2,41 *	1,65 ns	2,22 *	2,88 *
	N ^o Folhas 2	2,09 ns	3,04 *	6,31 **	1,48 ns	2,86 *	1,56 ns
	N ^o Folhas 6	2,68 *	4,47 **	1,99 ns	5,23 **	4,37 **	3,82 **
	AF \bar{x}	2,45 *	4,46 **	3,19 **	3,65 **	2,32 *	1,43 ns
	AFT	3,09 *	1,07 ns	0,42 ns	0,97 ns	1,70 ns	4,48 **
	RAF	2,28 *	2,73 *	1,77 ns	3,05 *	1,87 ns	2,98 *
	AFE	1,55 ns	1,81 ns	1,50 ns	1,08 ns	0,95 ns	4,34 **

Continua...

Quadro 8A - Continuação.

Média	Composto orgânico (g / 5 dm ³ de solo)					
	Característica ¹	0	25	50	100	200
Nº MC	8,53	8,75	8,34	10,73	13,20	14,83
Nº MNC	5,16	5,95	5,43	8,38	6,83	8,63
Nº TM	13,68	14,70	13,77	19,11	20,03	23,45
Massa MC	63,46	60,41	62,71	76,61	100,54	114,24
Massa MNC	9,45	11,47	10,86	16,22	13,80	15,48
Massa TM	72,91	71,88	73,56	92,83	114,33	129,72
Massa \bar{x} MC	8,34	7,14	7,67	7,23	7,60	7,58
Massa \bar{x} MNC	1,99	2,02	2,12	1,98	2,28	1,81
Massa \bar{x} TM	5,64	5,06	5,57	5,03	5,90	5,57
MS TM	16,37	16,65	15,73	18,69	22,93	24,61
MF Raiz	11,85	9,83	10,95	8,28	8,64	9,31
MS Raiz	7,27	5,73	6,32	6,52	6,12	7,05
MF Folhas	13,20	12,54	14,48	15,77	1,81	24,77
MS Folhas	5,09	4,93	5,73	6,63	7,70	10,54
MF Caule	5,39	5,29	6,34	6,81	8,69	13,54
MS Caule	1,57	1,51	1,74	2,16	2,84	4,54
MS Veg.	6,66	6,44	7,47	8,79	10,55	15,08
MS PA	23,03	23,10	23,20	27,48	33,48	39,69
MS Planta	30,30	28,83	29,52	33,99	39,60	46,74
RRPA	0,37	0,30	20,31	0,27	0,21	0,19
RFPA	0,24	0,24	0,28	0,26	0,26	0,29
RTMF	17,92	16,99	14,14	16,61	16,27	13,13
RTMV	10,75	10,60	9,05	9,79	10,11	7,99
Nº Folhas 2	9,70	8,40	9,28	9,70	9,38	9,55
Nº Folhas 6	14,68	13,38	13,52	14,73	16,42	20,92
AF \bar{x}	33,32	37,40	33,47	41,11	48,96	51,41
AFT	448,81	474,03	475,92	580,32	772,36	1.034,03
RAF	21,59	24,76	24,92	23,54	25,59	27,21
AFE	106,44	106,65	92,07	103,46	112,91	99,94

Continua...

Quadro 8A - Continuação (Legenda).

1/

N^o MC: número de morangos comercializáveis produzidos por planta;
N^o MNC: número de morangos não comercializáveis produzidos por planta;
N^o TM: número total de morangos produzidos por planta;
Massa MC: massa (g) de morangos comercializáveis produzidos por planta;
Massa MNC: massa (g) de morangos não comercializáveis produzidos por planta;
Massa TM: massa total (g) de morangos produzidos por planta;
Massa \bar{x} MC: massa média (g) dos morangos comercializáveis;
Massa \bar{x} MNC: massa média (g) dos morangos não comercializáveis;
Massa \bar{x} TM: massa média (g) total dos morangos;
MS TM: massa seca total (g) dos morangos produzidos por planta;
MF Raiz: massa fresca (g) das raízes;
MS Raiz: massa seca (g) das raízes;
MF Folhas: massa fresca (g) das folhas;
MS Folhas: massa seca (g) das folhas;
MF Caule: massa fresca (g) do caule;
MS Caule: massa seca (g) do caule;
MS Veg.: massa seca (g) da parte aérea vegetativa (folhas + caule);
MS PA: massa seca (g) da parte aérea (frutos + folhas + caule);
MS Planta: massa seca total (g) da planta (frutos + folhas + caule + raízes);
RRPA: relação raiz / parte aérea;
RFPA: relação folhas / parte aérea;
RTMF: relação frutos / folhas;
RTMV: relação frutos / parte aérea vegetativa;
N^o Folhas 2: número de folhas por planta no segundo mês de cultivo;
N^o Folhas 6: número de folhas por planta no sexto mês de cultivo;
AF \bar{x} : área foliar média (cm².folha⁻¹);
AFT: área foliar total (cm².planta⁻¹);
RAF: razão de área foliar;
AFE: área foliar específica;
ns - não significativo a 5% de probabilidade;
* e ** - significativos a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente.

Quadro 9A - Resumo da análise de regressão polinomial da massa (g) de morangos comercializáveis por planta (Massa MC) e massa seca média (g.planta⁻¹) da parte aérea vegetativa (MS Veg) em dez cultivares de morangueiro, em função da dose de composto orgânico aplicada ao solo. Viçosa-MG, 2001/2002.

‘ C A M A R O S A ‘				
FV	GL	Quadrados Médios		
		Massa MC		MS Veg
Blocos	3	1.521,9365	ns	11,5411 ns
Comp. Orgânico	5	1.587,1003	ns	34,4190 *
Regressão linear	1	462,6294	ns	156,0066 **
Regressão quadrática	1	5.628,9352	*	10,4615 ns
Desvios da regressão	3	614,6456	ns	1,8723 ns
Resíduo	15	940,2517		8,0356
<hr style="border-top: 1px dashed black;"/>				
C.V. (%)		47,93		31,58
‘ C A M P I N A S ‘				
FV	GL	Quadrados Médios		
		Massa MC		MS Veg
Blocos	3	215,8002	ns	6,7224 ns
Comp. Orgânico	5	2.146,3132	ns	50,6514 **
Regressão linear	1	6.423,3933	*	199,9494 **
Regressão quadrática	1	90,3592	ns	8,8361 ns
Desvios da regressão	3	1.406,0204	ns	14,8223 ns
Resíduo	15	780,6486		7,0381
<hr style="border-top: 1px dashed black;"/>				
C.V. (%)		46,62		28,52

Continua...

Quadro 9A - Continuação.

' D O V E R '				
FV	GL	Quadrados Médios		
		Massa MC		MS Veg
Blocos	3	1.474,3911	ns	3,1652 ns
Comp. Orgânico	5	2.374,0009	*	115,0230 **
Regressão linear	1	9.204,4057	**	538,0232 **
Regressão quadrática	1	525,8620	ns	35,7524 ns
Desvios da regressão	3	713,2456	ns	0,4351 ns
Resíduo	15	617,2049		9,2045
C.V. (%)		26,15		33,43
' O S O G R A N D E '				
FV	GL	Quadrados Médios		
		Massa MC		MS Veg
Blocos	3	3.484,8645	ns	30,4252 *
Comp. Orgânico	5	10.913,1532	**	57,6134 **
Regressão linear	1	46.561,4538	**	258,1762 **
Regressão quadrática	1	656,9096	ns	17,6581 ns
Desvios da regressão	3	2.449,1342	ns	4,0533 ns
Resíduo	15	1.823,8246		5,8706
C.V. (%)		41,97		22,20
' P R I N C E S A I S A B E L '				
FV	GL	Quadrados Médios		
		Massa MC		MS Veg
Blocos	3	219,4977	ns	11,1958 ns
Comp. Orgânico	5	5.220,1928	**	44,2358 *
Regressão linear	1	19.451,6834	**	196,8806 **
Regressão quadrática	1	2.759,7081	*	7,3846 ns
Desvios da regressão	3	1.296,5242	ns	5,6452 ns
Resíduo	15	466,4589		13,1549
C.V. (%)		23,62		42,96

Continua...

Quadro 9A - Continuação.

‘ S E L V A ‘				
FV	GL	Quadrados Médios		
		Massa MC		MS Veg
Blocos	3	4.176,9204	ns	12,1727 ns
Comp. Orgânico	5	1.370,0614	ns	39,4384 *
Regressão linear	1	4.176,5261	**	167,1726 **
Regressão quadrática	1	2.163,9935	**	0,1771 ns
Desvios da regressão	3	169,9291	ns	9,9497 ns
Resíduo	15	1.563,8113		13,2298
<hr style="border-top: 1px dashed black;"/>				
C.V. (%)		40,49		35,81
‘ S E Q U Ó I A ‘				
FV	GL	Quadrados Médios		
		Massa MC		MS Veg
Blocos	3	307,8327	ns	17,1849 *
Comp. Orgânico	5	1.475,4554	**	72,5288 **
Regressão linear	1	4.770,5736	**	305,6461 **
Regressão quadrática	1	1.702,3643	*	48,8598 **
Desvios da regressão	3	301,4463	ns	2,7745 ns
Resíduo	15	281,7447		4,0561
<hr style="border-top: 1px dashed black;"/>				
C.V. (%)		38,12		22,27
‘ S W E E T C H A R L I E ‘				
FV	GL	Quadrados Médios		
		Massa MC		MS Veg
Blocos	3	1.099,1827	ns	22,1581 ns
Comp. Orgânico	5	4.563,9152	ns	33,4855 *
Regressão linear	1	13.846,3209	**	166,1466 **
Regressão quadrática	1	1.328,4196	ns	0,1562 ns
Desvios da regressão	3	2.548,2784	ns	0,3873 ns
Resíduo	15	1.815,0124		8,2960
<hr style="border-top: 1px dashed black;"/>				
C.V. (%)		44,24		35,15

Continua...

Quadro 9A - Continuação.

‘ T O Y O N O K A ‘				
FV	GL	Quadrados Médios		
		Massa MC		MS Veg
Blocos	3	697,9685	ns	13,3846 ns
Comp. Orgânico	5	3.314,6105	ns	25,8364 **
Regressão linear	1	2.268,1197	ns	96,5171 **
Regressão quadrática	1	7.675,8992	*	1,3643 ns
Desvios da regressão	3	2.209,6779	ns	10,4417 ns
Resíduo	15	1.406,1360		5,3657
<hr style="border-top: 1px dashed black;"/>				
C.V. (%)		51,71		29,00
‘ T U D L A ‘				
FV	GL	Quadrados Médios		
		Massa MC		MS Veg
Blocos	3	533,4737	ns	13,7376 **
Comp. Orgânico	5	5.815,2046	**	40,7001 **
Regressão linear	1	27.277,9945	**	165,9504 **
Regressão quadrática	1	203,0693	ns	11,1223 *
Desvios da regressão	3	531,6531	ns	8,8596 *
Resíduo	15	482,9106		2,0270
<hr style="border-top: 1px dashed black;"/>				
C.V. (%)		29,70		14,88

ns - não significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F;

* e ** - significativos a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.