

**ADAPTABILIDADE, ESTABILIDADE E COMPORTAMENTO DE
CULTIVARES DE MORANGUEIRO EM DIFERENTES SISTEMAS DE
MANEJO NA REGIÃO SERRANA DO ESPÍRITO SANTO**

ANDRÉA FERREIRA DA COSTA

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE

DARCY RIBEIRO

CAMPOS DOS GOYTACAZES - RJ

FEVEREIRO- 2009

ADAPTABILIDADE, ESTABILIDADE E COMPORTAMENTO DE
CULTIVARES DE MORANGUEIRO EM DIFERENTES SISTEMAS DE
MANEJO NA REGIÃO SERRANA DO ESPÍRITO SANTO

ANDRÉA FERREIRA DA COSTA

“Tese apresentada ao Centro de Ciências e
Tecnologias Agropecuárias da Universidade
Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro,
como parte das exigências para obtenção do
título de Doutor em Produção Vegetal”

Orientador: Prof. Nilton Rocha Leal

CAMPOS DOS GOYTACAZES - RJ

FEVEREIRO - 2009

FICHA CATALOGRÁFICA

Preparada pela Biblioteca do CCTA / UENF 0662006

Costa, André Feneira de

Adaptabilidade, estabilidade e comportamento de cultivares de morangueiro em diferentes sistemas de manejo na região Serrana do Espírito Santo / André Feneira de Costa. –2006.
60 f. : il.

Orientador: Nilton Rocha Leal
Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, Campos dos Goytacazes, RJ, 2006.
Inclui bibliografia.

1. Morangueiro 2. Adaptabilidade 3. Estabilidade de produção 4. Sistemas de manejo 5. Antracnose 6. Molonizante / Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias. II Título

CDD – 634.75

ADAPTABILIDADE, ESTABILIDADE E COMPORTAMENTO DE
CULTIVARES DE MORANGUEIRO EM DIFERENTES SISTEMAS DE
MANEJO NA REGIÃO SERRANA DO ESPÍRITO SANTO

ANDRÉA FERREIRA DA COSTA

“Tese apresentada ao Centro de Ciências e
Tecnologias Agropecuárias da Universidade
Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro,
como parte das exigências para obtenção do
título de Doutor em Produção Vegetal”

Aprovada em 17 de fevereiro de 2009

Comissão Examinadora:

Prof. Antonio Teixeira do Amaral Júnior (D.Sc. - Melhoramento Genético Vegetal -
UENF)

Dr. José Aires Ventura (D.Sc. - Fitopatologia - INCAPER)

Prof. Rogério Figueiredo Daher (D. Sc. - Produção Vegetal - UENF)

Prof. Nilton Rocha Leal (Ph. D. - Melhoramento Genético Vegetal - UENF)
(Orientador)

Dedico,

A herança que Deus me deu (Salmos 127:3),
“Meus filhos”... André Costa e Amanda Costa,

Aos meus queridos pais,
... Amarinho (*in memoriam*) e Margarida,
e
Aos produtores de morango da Região Serrana do Espírito Santo.

Ofereço,

Ao Senhor Jesus, Que é digno de toda honra e toda glória...

Não tenho palavras para agradecer tua bondade
Dia após dia me cercas com fidelidade
Nunca me deixes esquecer, que tudo o que tenho, tudo o que sou, o que
vier a ser, vem de ti, Senhor.
Dependo de ti, preciso de ti, “sozinha nada posso fazer”
Descanso em ti, espero em ti, “sozinha nada posso fazer”
Nunca me deixes esquecer, que tudo o que tenho, tudo o que sou, o que
vier a ser, vem de ti, Senhor...

“Vem de ti, Senhor”

AGRADECIMENTOS

Ao meu Deus, por ter sido fiel a mim, tudo devo a “Ele”, e sem “Ele” não teria chegado aqui!

A UENF, pela oportunidade de realização do curso.

A Faperj, pela bolsa no início do curso.

Ao meu orientador Nilton Rocha, que foi uma bênção em minha vida.

Ao meu Co-orientador Dr. José Aires Ventura, pelo apoio constante e amizade.

Aos professores Rogério Daher, Gonçalo Apolinário, Roberto Ferreira da Silva, pelo apoio e atenção nos momentos difíceis.

A minha “mui querida” professora de Biologia Molecular Ana Beatriz Garcia, pelo apoio, carinho e compreensão na fase inicial do curso.

Aos amigos, Anderson, Deborah, Josimar, Wellington e Woelpher, pelo apoio e cuidado constante desde o início do curso.

Ao amigo Flávio Tardin, que muito me ajudou nas várias fases desta caminhada.

Aos meus amigos, Antonio Carlos (laboratório de sementes), Karina Campos, Chicó, Vanessa, Vitória, Prof. José Oscar, Laerciana, Jatinder, Sidy, pelo apoio e bom convívio.

Aos colegas do LMGV (que me ajudaram em algumas análises) Aroldo, Karine (do Dudu) e Graziela.

Ao Prof. Eliemar Campostrini e a Dra. Alena, pelo apoio e atenção.

Ao Professor Antonio Teixeira do Amaral Júnior, pelo apoio e pelas idéias que muito me ajudaram nas análises de meu trabalho.

Aos professores do LMGV, Messias, Alexandre, Rosana, Telma, Ricardo e Jurandir, com os quais muito aprendi nesta caminhada.

Ao Incaper, na pessoa do Diretor Presidente Gilmar Gusmão Dadalto, pelo apoio na conclusão do curso.

Aos colegas, Dr. José Sérgio Salgado e Luciene, pelo apoio e carinho.

Aos colegas pesquisadores do Incaper no CRDR-CS, Dr. César Pereira Teixeira, Dr. José Mauro Balbino, Dr. Luiz Carlos Prezotti e Dr. Maurício Fornazier, pelo apoio nos experimentos.

Aos funcionários Guarnier, Orlandão, Braz, Jair Camargo, Evaldo, Edir e Larissa Athayde, pelo apoio constante nos experimentos de campo e de laboratório no CRDR-CS.

A Ivanete, Cláudio, Aline e Victor, pelo apoio nos experimentos de lúna.

Ao produtor Amarildo Bruno, pela condução dos experimentos de Muniz Freire.

Aos queridos Emerson Pizzol, Drieli Rossi e Letícia Pontes, pelo apoio e amizade.

Aos meus “ex-estagiários” Letícia, Elton, Rodrigo e Janaína, que muito me ajudaram nos trabalhos de laboratório e de campo.

A “Bioagro”, na pessoa do Sr. Key Shimizu, e a “Llahuen”, na pessoa do Sr. Jaime Maruri, pela gentil doação de parte das mudas utilizadas neste trabalho.

Ao Hécio Costa (papai Helchio), pelo apoio “silencioso” nos experimentos e em casa.

Aos meus filhos, por serem o melhor incentivo a não desistir.

Ao meu pai, que não teve a oportunidade de me ver alcançar mais esta vitória.

A minha mãe, sempre presente com os netinhos e sempre insistente nas orações.

Aos meus irmãos, cunhados e sobrinhos, pelo carinho.

A todos que ajudaram de maneira direta ou indireta.

Bendize ó minha alma ao Senhor e tudo que há em mim bendiga seu santo nome (Salmos 103:1).

SUMÁRIO

1. Introdução.....	01
2. Revisão de literatura	04
2.1. Descrição Botânica do morangueiro	04
2.2. Citogenética do Morangueiro	05
2.3. Fisiologia da planta	06
2.4. Ciclo da cultura	07
2.5. Doenças do morangueiro.....	08
2.6. Cultivo protegido na cultura do morangueiro.....	09
2.7. Melhoramento Genético do Morangueiro.....	10
2.8. Interação Genótipo por Ambiente	12
2.9. Adaptabilidade e Estabilidade	14
2.9.1. Método proposto por Eberhart e Russell (1966)	15
2.9.2. Método proposto por Lin e Binns (1988)	17
2.10. Descrição dos Genótipos avaliados no experimento	18

3.0 TRABALHOS	20
3.1 Adaptabilidade e estabilidade de produção de cultivares de morango, sob diferentes sistemas de manejo de túnel alto e túnel baixo, na região serrana do Espírito Santo	20
3.1.1. Resumo.....	20
3.1.2. Abstract.....	21
3.1.3. Introdução	23
3.1.4. Material e Métodos.....	25
3.1.5. Resultados e discussão	33
3.1.6. Resumo e Conclusões	52
3.1.7. Referências Bibliográficas.....	54
3.2. Comportamento de cultivares de morangueiro sob diferentes sistemas de manejo	59
3.2.1. Resumo.....	59
3.2.2. Abstract.....	60
3.2.3. Introdução	62
3.2.4. Material e Métodos.....	64
3.2.5. Resultados e discussão	68
3.2.6. Resumo e Conclusões	81
3.2.7. Referências Bibliográficas.....	83
4. Resumos e Conclusões	86
5. Referências Bibliográficas	89

RESUMO

COSTA, ANDRÉA FERREIRA; D.Sc. ; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro; 2009; Adaptabilidade, estabilidade e comportamento de cultivares de morangueiro em diferentes sistemas de manejo na Região Serrana do Espírito Santo. Professor orientador: Nilton Rocha Leal. Professores conselheiros: Prof. Antonio Teixeira do Amaral Júnior, Dr. José Aires Ventura e Prof. Rogério Figueiredo Daher.

Com o propósito de avaliar a adaptabilidade e estabilidade de cultivares de morango na região Serrana do Espírito Santo, foi avaliado o desempenho de sete cultivares nos anos agrícolas de 2006/2007, 2007/2008, e 2008/2009, nos municípios de Domingos Martins, Muniz Freire e Lúna, utilizando como ambientes os sistemas de manejo em túnel alto e túnel baixo, montados em um delineamento de Blocos ao acaso, com três repetições, e quinze plantas por unidade experimental. Os ambientes de túnel alto foram analisados separadamente dos túneis baixos. O conjunto de túneis baixos era formado por oito ambientes, já para túneis altos apenas quatro. Após serem detectadas significância nas interações cultivar x ambiente, tanto nos conjuntos de túneis altos, quanto no conjunto de túneis baixo, foi efetuada a decomposição da interação em parte complexa, sendo que, a maioria dos contrastes de ambientes de túnel baixo apresentou interação do tipo complexa, nos túneis alto a maior parte da interação foi do tipo simples. Foram feitos estudos de adaptabilidade e estabilidade. Para o conjunto de túneis baixos utilizaram-se as metodologias de Eberhart e Russell (E&R) e Lin e Binns (L&B). Já para os túneis altos apenas L&B. Na análise dos ambientes de túneis baixo pelo método E&R as cultivares, Diamante e Aromas foram classificadas como de adaptabilidade geral ou ampla, a cultivar Camarosa foi indicada

para ambientes favoráveis. Pela metodologia de L&B, os menores valores de Pi Geral foram das cultivares Aromas e Diamante, sendo que estas também foram indicadas para ambientes favoráveis e ambientes desfavoráveis. Para ambientes de túnel alto, as cultivares indicadas foram Camarosa e Diamante, além da cultivar Seascape em caso de ambientes desfavoráveis. Para avaliar comportamento de nove cultivares de morangueiro, sob os sistemas de manejo de túnel alto, túnel baixo e céu aberto, foi montado um experimento no ano de 2007 no município de Domingos Martins, região serrana do Espírito Santo. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com três repetições e 15 plantas por parcela em cada um dos três ambientes de cultivo. Foram avaliados os seguintes caracteres: Produtividade, produção total da parcela, número de fruto total, produção comercial, número de frutos comerciais, produção não comercial, número de frutos não comerciais, número de frutos com mofo-cinza e Antracnose. Para os dados de doenças, foi necessário proceder à transformação dos mesmos de maneira que pudesse ser feita a análise de variância. O túnel alto se destacou para maioria dos caracteres, como as melhores produtividades, maiores porcentagens de frutos comerciais, bem como menores porcentagem de frutos com mofo-cinza e menores quantidade de frutos com antracnose. O campo aberto apresentou as menores médias para características como produção total, e maiores número de frutos com antracnose. O túnel baixo para a maioria dos caracteres não se diferiu do campo aberto. A cultivar de maior destaque nos ambientes foi Camarosa (mesmo tendo apresentado maior porcentagem de doenças) seguido de Aromas e Diamante, por apresentarem boas produtividades e alta porcentagem de produção comercial. Diamante e Aromas ainda apresentaram menores porcentagens de frutos com mofo. Os piores desempenhos produtivos nos ambientes foram das cultivares Oso Grande e Dover.

ABSTRACT

COSTA, ANDRÉA FERREIRA; D.Sc.; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro; 2009. Evaluation of adaptability and stability of strawberry cultivars in different management systems in the highlands of Espírito Santo State, Brazil. Advisor: Nilton Rocha Leal. Committee Members: Prof. Antonio Teixeira do Amaral Júnior, Dr. José Aires Ventura and Prof. Rogério Figueiredo Daher.

With the aim to evaluate the adaptability and stability of strawberry cultivars in the mountainous region of Espírito Santo, Brazil, the performance of seven cultivars were evaluated during the periods of 2006/2007, 2007/2008 and 2008/2009 in the municipalities of Domingos Martins, Muniz Freire and Iúna. As environments, the management systems in high and low tunnels were used, set in a random block statistical design, with three replicates and fifteen plants per experimental unit. High tunnel environments were analyzed separately from low tunnel environments. The whole set of low tunnels was constituted by eight environments and only four environments for high tunnels. After being detected statistical significances in the interactions cultivar x environment, both in high as well as in low tunnels, the decomposition of the interaction in complex part was performed. The majority of the contrasts of environments in low tunnel showed interaction of the complex type while in high tunnels the majority was of the simple type. Studies of adaptability and stability were performed. For the low tunnels set the methods of Eberhart and Russell (E&R) and Lin and Binns (L&B), were used. In the case of high tunnels only L&B method was utilized. In the analysis of low tunnels environment by the E&R method, cultivars

Diamante and Aromas were classified as of general or broad adaptability, cultivar Camarosa was indicated for favorable environments. By the L&B method, the lowest values of General Pi corresponded to the cultivars Aromas and Diamante, with these cultivars being also recommended for favorable and unfavorable environments. For high tunnel environments the recommended cultivars were Camarosa and Diamante, besides cultivar Seascape in case of unfavorable environments. In order to evaluate nine cultivars of strawberry under management systems of high tunnel, low tunnel and open field, an experiment was performed in 2007 in the municipality of Domingos Martins, mountainous region of Espirito Santo state, Brazil. The statistical design used was of completely random blocks, with three replicates and 15 plants per parcel in each of the planting environments. The following characteristics were evaluated: Productivity, total parcel productivity, total number of fruits, commercial production, number of commercial fruits, non-commercial production, number of non-commercial fruits, number of fruits with gray mold and anthracnose. In case of disease data it was necessary to transform data in order to perform the variance analysis. High tunnel exceeded in the great part of the characters, as better productivities, higher percentages of commercial fruits, lower percentages of fruits with gray mold and lower quantities of fruits with anthracnose. Open field showed the lowest means for characteristics such as total production and higher number of fruits with anthracnose. For the majority of the characters, low tunnel did not differ from the open field. The cultivar that most exceeded in the environments was Camarosa (even having the higher diseases percentages), followed by Aromas and Diamante, showing good productivities and high percentage of commercial production. Diamante and Aromas showed also lower percentages of fruits with gray mold. The worst productive performances in the environments were from cultivars Oso Grande and Dover.

1. INTRODUÇÃO

O morangueiro é cultivado em diferentes regiões e climas no mundo (Resende et al., 1999; Madail et al., 2003). De maneira geral, o morango se insere no mercado como alternativa de diversificação, especialmente para pequenas e médias propriedades rurais, auxiliando na viabilização da agricultura e no aumento da renda do produtor rural.

Segundo a "Food and Agriculture Organization" - FAO (FAO, 2008), a área plantada no mundo é de aproximadamente 250,000 ha, com produção anual de 3,7 milhões de toneladas em 2005. Os maiores produtores mundiais são os Estados Unidos da América, a China e a Espanha. A produção do Brasil não é grande, sendo necessária importação de morango congelado da Argentina, Chile, Uruguai para suprir o mercado interno para industrialização de polpas, iogurtes, dentre outros (Agriannual, 2008). No Brasil, em 1999, a produção foi de 90.430 toneladas, sendo que os cinco maiores produtores são Minas Gerais, São Paulo, Rio Grande do Sul, Paraná e Espírito Santo (Reichert e Madail, 2003).

No Espírito Santo, a cultura de morango tem grande relevância sócio-econômica, uma vez que absorve um elevado contingente de mão-de-obra (em torno

de 15 pessoas/ha/ano) nas operações de produção, colheita e pós-colheita. A cultura tem atualmente no Estado uma área de aproximadamente 180 ha em cerca de 400 propriedades, que permite empregar cerca de 2250 pessoas. É uma atividade típica da propriedade familiar, sendo que cerca de 89% da área cultivada por propriedade no Estado gira em torno de 0,4 ha (Reichert e Madail, 2003; Balbino e Marin, 2006).

Após a introdução da cultura no Estado até a metade da década de noventa a sua expansão foi lenta, não tendo atingido mais do que 30 ha de área plantada, entretanto a partir daí ocorreu uma expansão significativa atingindo atualmente cerca de 180 ha (Balbino e Marin, 2006).

Um importante aspecto a ser destacado é que o crescimento da área de cultivo de morango no Estado ocorreu devido alguns fatores, dentre os quais se pode citar a introdução da cultivar Dover, que facilitou a comercialização dos frutos a maiores distâncias da região produtora, devido suas características de maior conservação pós-colheita, em relação a outras cultivares disponíveis naquela ocasião (Marin et al., 1999).

A utilização de ambientes protegido no ES vem tomando maiores proporções nos últimos três anos, tendo em vista que os produtores têm comprovado o melhor desempenho da cultura sob estes ambientes, aliado a menor incidência de doenças nas folhas e nos frutos. Até o ano de 2006, Balbino et al. (2006) afirmaram que 95% da área planta do Estado era em campo aberto. Entretanto, em 2008, as informações são de que a área em plantio a céu aberto esteja próxima de 50%, sendo que a outra parte é de cultivo protegido.

A introdução de novas cultivares pode significar um ganho para o agronegócio, uma vez que encurta o tempo que seria necessário para desenvolver novas variedades. Entretanto, para a recomendação de cultivares, deve-se considerar a origem do material, bem como a estabilidade e a adaptabilidade das variedades em condições de cultivo regional, sob os diferentes sistemas de manejo, a saber, túnel alto e túnel baixo.

Tanto a estabilidade quanto a adaptabilidade estão relacionadas com a interação genótipo x ambiente (G x E), sendo que a maioria dos caracteres é de

efeito quantitativo, portanto, bastante influenciados pelos fatores ambientais (Rocha, 2002; Cruz e Carneiro, 2003). Assim, faz-se necessária a obtenção de informações sobre as diferenças genéticas entre as cultivares e suas respostas aos diversos ambientes.

Em adição, Costa et al. (2006) informam que no Espírito Santo há carência de estudos de adaptabilidade e estabilidade com genótipos de morangueiro introduzidos no Estado.

Neste sentido, este trabalho tem por objetivos:

- a) avaliar a adaptabilidade e estabilidade de cultivares de morangueiro sob ambientes de cultivo protegido; e
- b) avaliar comportamento de cultivares sob diferentes sistemas de manejo, túnel alto, túnel baixo e campo aberto.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Descrição Botânica do morangueiro

A planta do morangueiro é perene, herbácea, estolonífera, com folhas longopecioladas e trifoliadas. Seus folíolos são ovais, obtusos, dentilhados ou fortemente serrilhados. Das axilas das folhas, desenvolvem-se as inflorescências e os estolões que são caules flexíveis e rastejantes, os quais emitem raízes e parte aérea a espaços regulares. A inflorescência do morangueiro é uma série de ramos duplos produzindo uma flor na bifurcação de cada ramo. A flor individual geralmente é composta por cinco a dez sépalas verdes, cinco pétalas ovais brancas, o número de pistilos varia de 50 a 500. Quanto ao número de estames, alguns autores informam ter 24 a 36, enquanto outros citam de 25 a 30. Os pistilos dispõem-se em espiral no centro da flor, sobre o receptáculo amarelo. Os estigmas normalmente ficam receptivos antes da liberação de pólen da mesma flor (protoginia), favorecendo 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 (Gemtchújnicov, 1976; Branzanti, 1989; Padovani, 1991; Queiroz-Voltan et al., 1996).

2.2. Citogenética do morangueiro

O morangueiro pertence à ordem Rosales, família Rosaceae, subfamília Rosoideae (Jones, 1986; Santos, 1999; Potter et al., 2000; Oliveira e Santos, 2003). Shulaev et al. (2008) informam que no gênero *Fragaria*, 23 espécies são conhecidas, que incluem diplóides, tetraplóides, hexaplóides e octaplóides, com $x=7$.

Fragaria x ananassa Duch. é a espécie que originou as variedades comerciais de morangueiro plantadas. Esta é octaplóide ($2n=8x=56$), originada do cruzamento entre os octaplóides *F. chiloensis* e *F. virginiana* (Darrow, 1966). Segundo Jones (1986), este cruzamento ocorreu na França, possivelmente por volta de 1750. Entretanto, Potter et al. (2000) relatam que híbridos naturais entre *F. virginiana* e *F. chiloensis* ocorrem no oeste da América do Norte.

Jones (1986) relata que *Fragaria chiloensis* ocorre descontinuamente ao longo da costa do pacífico normalmente em dunas de areia, do Chile à Califórnia, nos EUA. Já *Fragaria virginiana* cresce em clareiras de florestas na América do Norte.

Senanayake e Bringhurst (1967) propuseram o modelo da composição do genoma de espécies octaplóides de *Fragaria* como sendo AAA' A ' BBBB, sendo revisado por Bringhurst (1990) para AAA'A'BBB'B'. Para Shulaev et al. (2008) isto sugere que aqueles octaplóides são alopoliplóides que descendem de quatro ancestrais diplóides. Entretanto, estes ancestrais não são ao certo conhecidos, Folta e Davis (2006) citam que estes ancestrais possam ser *F. vesca* e *F. iinumae*, com *F. bucharica* e *F. mandshurica*. Em adição, Davis et al. (2007) informam que, além de *F. vesca* e *F. iinumae*, a espécie *F. Daltoniana* possa ser outro ancestral dentre outros.

2.3. Fisiologia do morangueiro

De acordo com Darrow (1966), vários fatores ambientais podem afetar o morangueiro, no entanto, os mais importantes são o fotoperíodo e a temperatura.

Segundo Taiz e Zeiger (2004), o fotoperiodismo é a capacidade de um organismo de detectar o comprimento do dia. Neste sentido, a classificação das plantas de acordo com suas respostas fotoperiódicas está baseada no florescimento, embora muitos outros aspectos do desenvolvimento das plantas possam também ser afetados pelo comprimento do dia. Assim, os autores citam as categorias: plantas de dias curtos (PDC); plantas de dias longos (PDL) e plantas de dias neutros (PDN). A distinção entre as PDC e as PDL é que o florescimento nas de PDL é estimulado somente quando o comprimento do dia excede uma certa duração, chamada “comprimento crítico do dia”, em cada ciclo de 24 horas, enquanto que a estimulação do florescimento nas PDC requer um comprimento de dia menor do que o “comprimento crítico do dia”. Já as PDN florescem em qualquer condição de fotoperíodo.

Kirschbaun (1998) explica que o fotoperíodo é o fator ambiental primário que controla a transição da fase vegetativa para a fase reprodutiva do morangueiro. Nas espécies do gênero *Fragaria* também se considera as três categorias de acordo com sua sensibilidade ao fotoperíodo. Contudo, a maior parte das cultivares disponíveis no mercado são classificadas como cultivares de dias curtos (CDC) e cultivares de dias neutros (CDN).

A temperatura é tão importante para o florescimento do morangueiro quanto o fotoperíodo. Todavia, existem distintos trabalhos onde é demonstrada a interação entre estes fatores.

Em um dos trabalhos pioneiros sobre fotoperiodismo e temperatura na cultura do morango, Darrow (1936) afirmou que nas CDC a floração está relacionada com o fotoperíodo e a temperatura. Em trabalho onde expôs nove cultivares a três fotoperíodos (13.5, 14 e 16h), combinado com três temperaturas (12, 15.5 e 21°C), após o período de dois meses, flores e estolões foram contados por cinco meses. Foi

observado que fotoperíodo menor que 14h combinado com temperaturas entorno de 15°C produziu melhor resposta de florescimento. O fotoperíodo longo e temperaturas mais baixas foram necessários para maximizar o número de flores. Ambientes com fotoperíodo longo e temperaturas altas minimizaram a indução floral, bem como promoveu o desenvolvimento vegetativo. A formação de estolões foi inibida em fotoperíodo inferiores às 14h, independente da temperatura.

As CDN também são influenciadas pela temperatura, no entanto, menos sensíveis às altas temperaturas quando comparadas com as cultivares de CDC (Duner e Poling, 1988; Larson 1994). Porém, indiferente do fotoperíodo, altas temperaturas constantes entre 28 a 30°C inibem a indução floral tanto em CDC como em CDN de *F. x ananassa*, e em *F. vesca* (Ito e Saito, 1962; Chabot, 1978; Durner e Poling, 1988; Okimura e Igarashi, 1997).

Mais recentemente, Taylor (2002) afirmou que cada cultivar apresenta detalhes particulares na resposta da interação fotoperíodo e temperatura no que diz respeito à indução floral e subsequente desenvolvimento.

2.4. O ciclo da cultura do morango

A produção de mudas na cultura do morango é uma atividade distinta da produção de frutos, sendo a produção de mudas realizada por viveiristas especializados, registrados e fiscalizados pela Secretaria da Agricultura e Abastecimento, envolvendo muita tecnologia (Calvete et al., 2002). A instalação de viveiros normalmente se dá entre setembro a novembro, utilizando espaçamento 2,0m x 2,0m. A retirada das mudas ocorre entre os meses de março a maio do ano subsequente, e o plantio comercial é indicado para os meses de março a abril, em regiões com altitudes acima de 750m, e em regiões entre 600 a 750 m o plantio é indicado entre abril e maio (Balbino et al., 2006).

Duarte Filho et al. (1999) explicam que logo após o plantio comercial (ou transplante), quando as condições de dias longos e as temperaturas são mais elevadas, é verificada a fase vegetativa. Esta se caracteriza pelo crescimento

vegetativo, formando os diferentes tecidos e órgãos. Na fase reprodutiva, por sua vez, é que se inicia com o florescimento, ocorrendo em condições climáticas favoráveis, com dias curtos e temperaturas baixas.

Nas condições ambientais do Espírito Santo, após o plantio das mudas comerciais, estas levam entre 60 a 70 dias, dependendo da variedade, para o início da produção.

2.5. Doenças do morangueiro

A cultura do morango exige cuidados constantes por parte do produtor, para a identificação e o controle adequado das doenças. Segundo Costa e Ventura (2006) e Zambolim e Costa (2006), a antracnose e o mofo-cinzento são importantes doenças da cultura do morango.

A antracnose nos frutos, causada pelo fungo *Colletotrichum* spp. faz com que apareçam lesões de cor alaranjada. Essa doença tem sido encontrada tanto em campo como em pós-colheita (Costa e Ventura, 2006).

O mofo-cinzento causado pelo fungo *Botrytis cinerea* Pers. & Fr., forma sobre os frutos uma massa de micélio de cor cinza, de onde vem o nome (Costa e Ventura, 2006). Como os frutos podem ser atacados em qualquer fase de desenvolvimento, a doença pode provocar sérios danos na produção de morangueiro, chegando a destruir em casos graves 70% dos frutos Dias et al. (2007).

Como medida prática de manejo destas doenças, Costa e Ventura (2006) indicam o uso do cultivo protegido, pois as plantas nestes ambientes não ficam expostas a chuvas ou orvalho, minimizando as condições de aparecimento destas doenças. Como consequência há uma diminuição da aplicação de fungicidas, melhorando a qualidade do produto, o que favorece tanto o produtor como o consumidor.

2.6. Cultivo protegido na cultura do morangueiro

A utilização de cultivos protegidos de hortaliças no Brasil, segundo Goto (1997), começou no final da década de 70 em Manaus (AM).

A finalidade desta tecnologia é a produção alimentos de maneira competitiva e sustentável, elevando a produtividade e qualidade dos produtos, aumentando a lucratividade com um mínimo de impacto ao meio ambiente e diminuindo os riscos do setor agrícola (Darezzo et al., 2004).

Em adição, Pereira *et al.* (2004) e Gama et al. (2008) citam outra finalidade, que é a obtenção de colheitas nas épocas em que as cotações dos produtos são mais elevadas, o que, normalmente, coincide com a menor oferta do produto no mercado. A menor oferta muitas vezes é consequência da dificuldade em se produzir em locais ou épocas cujas condições climáticas são desfavoráveis ao cultivo pelo sistema a céu aberto.

Inicialmente o cultivo protegido de plantas era feito em ambiente construído com vidro, devido às suas excelentes propriedades físicas. Entretanto, na atualidade, o polietileno de baixa densidade é o material mais utilizado para a cobertura, pois além da transparência é flexível, o que facilita seu manuseio, sendo o seu custo inferior ao do vidro (Purquerio e Tivelli, 2009).

Existem diferentes tipos de ambientes de cultivo protegido, no que diz respeito aos túneis. Sganzerla (1995) explica que estes se desenvolveram de acordo com o porte de cada cultura e particularidades de cada região, desta forma há dois tipos: os túneis altos e baixos. Os túneis baixos têm altura mínima de 60 cm, enquanto os túneis altos se confundem com estufas, tendo seu ponto mais alto entre 3 a 3,5m do nível do solo.

Segundo Antunes et al. (2009), o túnel plástico para o cultivo de morango vem sendo cada vez mais utilizado pelos produtores, pois oferece melhoria de qualidade e disponibilidade do produto em uma condição mais controlada, tendo como vantagens:

- Reduz a umidade foliar, com reflexos positivos na diminuição da ocorrência de doenças que atacam a parte aérea.

- Amplia o período de safra.
- Permite o uso de técnicas de desinfecção de solo: solarização ou aplicação de produtos fumigantes.
- Facilita o uso de substrato.
- Protege contra geadas.

No Espírito Santo, a proteção da cultura do morango se dá em sua grande parte com a utilização de túneis baixos, e de maneira muito pouco expressiva sob túneis altos.

2.7. Melhoramento do Morangueiro

De acordo com Faedi et al. (2002), no início do novo milênio existiam programas de melhoramento genético de morangueiro em 40 países, dentre os quais 35 países lançaram novas cultivares desde 1980. Estas cultivares foram desenvolvidas em 79 instituições de pesquisas públicas e 32 empresas privadas, tendo estes programas lançado 463 variedades nos últimos 20 anos.

Os Estados Unidos da América (EUA) é o país que mais tem lançado variedades (98 variedades desde 1980, sendo 56 da Califórnia). O programa de melhoramento público da Universidade da Califórnia alcançou extraordinário sucesso, com lançamentos de variedades como 'Camarosa', 'seascape', 'Selva' e 'Pajaro' (Faedi et al., 2002).

Segundo Shaw (2004), o programa de melhoramento da Universidade da Califórnia (UC) foi iniciado na década de 30 e tem sido conduzido continuamente na UC em Davis desde 1946. O processo de melhoramento do cruzamento ao lançamento leva de 6 a 7 anos, envolvendo testes para performance em diferentes ambientes, bem como avaliação de resistência a pragas e doenças. Segundo o autor, este programa chega a avaliar 24.000 plântulas de morango a cada ano, sendo que suas cultivares são responsáveis por 60% da produção no mundo.

Com relação ao melhoramento baseado na transformação de plantas, Qin et al. (2008) comentam que enormes avanços têm sido alcançados desde a primeira transformação genética com morango em 1990, via *Agrobacterim tumefaciens*. De maneira geral, as pesquisas com transformação de plantas têm como foco, as seguintes linhas, transgênicos de morango para resistência a insetos; transgênicos de morango para resistência a fitopatógenos como fungos, bactérias e vírus; transformação para resistência a estresses (salinidade e baixas temperaturas); transgênicos para tolerância a herbicida e transgênicos para melhoria da qualidade do fruto (como aumento da vida útil de prateleira e teor de vitamina C).

No Brasil, segundo Castro (2004), o melhoramento genético do morangueiro iniciou-se em 1941, no Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), em Campinas SP. Assim, graças ao cultivo de clones geneticamente melhorados, desenvolvidos no IAC, a produção de morangos em SP aumentou cerca de seis vezes no final da década de 60. As cultivares lançadas pelo IAC foram, 'Campinas', 'Jundiaí', 'Piedade', 'Monte Alegre', 'Guarani' e 'Princesa Isabel'.

No sul do Brasil, os trabalhos de melhoramento iniciaram da década de 50, na estação experimental de Pelotas (hoje Embrapa Clima Temperado). As variedades lançadas foram 'Konvoy-Cascata' e 'Vila Nova' (Castro, 2004).

As características da planta que normalmente são consideradas nos programas de melhoramento do morangueiro são: produtividade, vigor, hábito de frutificação (sensibilidade ao fotoperíodo), uniformidade de maturação, resistência ao frio, resistência das flores a geadas, tolerância a altas temperaturas, período de dormência e resistência a doenças e pragas. Já para os frutos as características consideradas são: flavor (sabor e aroma), tamanho, simetria, formato, firmeza, cor da polpa e da epiderme, brilho, facilidade de separação do cálice, teor de vitaminas, teor de sólidos solúveis, acidez e resistência a podridões. Quanto aos caracteres relacionados à produção, são considerados: o número, tamanho, peso do fruto, a exigência de frio, a resposta ao fotoperíodo e a temperatura (Hancock et al., 1996; Santos, 1999).

2.8. Interação Genótipos por Ambiente

Os fatores ambientais afetam a expressão fenotípica em que o fenótipo é a resultado do genótipo sob o efeito do ambiente onde se encontra. Assim, quando se trabalha com dois ou mais genótipos e ambientes, surge o componente denominado de interação genótipos x ambientes. A interação genótipo X ambiente (G X A), segundo Rocha e Vello (1999), é um componente da variação fenotípica, resultante do comportamento diferencial apresentado pelos genótipos, quando submetidos a mais de um ambiente.

O ambiente é um termo geral que inclui uma série de condições sob as quais as plantas crescem, podendo envolver: locais, regiões, épocas, anos, práticas culturais ou de manejo, ou a combinação de todos estes fatores (Romagosa e Fox, 1993; Daros, 1999).

Segundo Cruz e Carneiro (2003), a interação G X A constitui-se num dos maiores problemas dos programas de melhoramento de qualquer espécie, seja na fase de seleção ou na de recomendação de cultivares.

O método mais comum para a avaliação da interação G X A é a análise de variância (ANAVA), por meio da análise conjunta de experimentos. A magnitude das interações G x A é determinado via testes, normalmente o teste F. Estatisticamente interações G X A são detectadas como um padrão de resposta diferencial e significativa dos genótipos entre ambientes (Rocha, 2002).

Murakami e Cruz (2002) explicam que, ao se analisar a interação G X A, as seguintes situações podem ocorrer: a) ausência de interação, em que os genótipos respondem de forma similar a mudanças de ambientes ou, b) presença de interação, que então pode ser classificada como do tipo simples ou complexa. Na interação do tipo simples, os genótipos diferenciam o desempenho de acordo com as alterações ambientais, mas o ranqueamento geralmente não é mudado nos diferentes ambientes, ou seja, o melhor genótipo em um ambiente será o melhor nos demais. No tipo complexo, há mudança no ranqueamento nos ambientes.

Neste sentido, Robertson (1959) utilizou o termo “fatores”, assim, os autores explicaram que a existência de interação está associada a dois fatores: o primeiro denominado parte simples, que é proporcionado pela diferença de variabilidade entre

genótipos nos ambientes, e o segundo denominado parte complexa, pela falta de correlação entre os genótipos nos ambientes.

De acordo com Vencovsky e Barriga (1992), a quantificação da predominância do tipo de um dos componentes da interação é muito importante na tomada de decisão por parte do melhorista. Quando a interação é principalmente de natureza simples, o trabalho do melhorista é facilitado, pois a recomendação das cultivares pode ser feita de maneira generalizada. A predominância de interação complexa indica a presença de materiais adaptados a ambientes particulares, o que traz uma complicação para o melhorista, uma vez que a recomendação é restrita a ambientes específicos.

Cruz e Carneiro (2003) informam que normalmente são citados dois tipos de abordagens biométricas quando se deseja equacionar problemas da interação genótipo x ambiente. A primeira é sobre estudos de estratificação de ambientes por meio da análise de interação genótipo x ambiente. A segunda diz respeito aos estudos de estabilidade e adaptabilidade, que procura identificar genótipos de adaptabilidade ampla ou específica e, ainda, aqueles com comportamento previsível.

Neste sentido, para indicar ou recomendar uma cultivar, faz-se necessário montar experimentos em diferentes ambientes e/ou diferentes anos e/ou épocas de plantio, visando minimizar estes efeitos indesejáveis da interação genótipos e ambientes, o que é um procedimento bastante oneroso. A avaliação em apenas um ambiente não permite que o componente da interação seja isolado, o que pode ocasionar estimativas da variância genética superestimada, levando assim a superestimativas de herdabilidade e, conseqüentemente, comprometendo o ganho esperado com a seleção (Maranha, 2005; Resende, 2002).

De acordo com Borém (1998), é possível em algumas ocasiões, que as localidades possam ser usadas, em parte, para substituir anos de avaliação, o que é menos oneroso, no entanto também preconiza a utilização de localidades climaticamente distintas. Neste sentido, Lima et al. (2008), em trabalho onde foi investigada a interação genótipo x ambiente com soja convencional e transgênica, concluem que o efeito de local foi mais importante que o de anos, assim, para o trabalho em questão o melhorista deveria preferir aumentar o número de locais de teste do que anos.

2.9. Adaptabilidade e Estabilidade

Segundo Mariotti et al. (1976), citados por Cruz e Carneiro (2003), a adaptabilidade seria a capacidade de os genótipos responderem vantajosamente à melhoria do ambiente, enquanto que a estabilidade é a capacidade de os genótipos apresentarem comportamento altamente previsível em função das variações ambientais.

Em adição, Verma et al. (1978) definiram a adaptabilidade como sendo a capacidade de os genótipos apresentarem rendimentos elevados e constantes em ambientes desfavoráveis, mas com habilidade de responder à melhoria das condições ambientais.

Pritts e Luby (1990) afirmam que a estabilidade é a baixa variação da produção, medida no tempo em relação a vários locais ou anos.

Silva e Duarte (2006) explicam que as análises de adaptabilidade e estabilidade são procedimentos estatísticos que permitem, de algum modo, identificar as cultivares de comportamento mais estável e que respondem previsivelmente às variações ambientais. Neste sentido, Cruz e Carneiro (2003) afirmam que atualmente existem diversas metodologias para o estudo da estabilidade e adaptabilidade. A diferença entre estas metodologias se origina nos parâmetros adotados para a sua avaliação, nos procedimentos biométricos empregados, ou na informação ou detalhamento de sua análise.

A escolha da metodologia vai depender dos dados experimentais, principalmente os relacionados ao número de ambientes, genótipos, da precisão requerida e do tipo de informação desejada. Destacam-se os procedimentos baseados em:

- Anova: (Método Tradicional ou de Yates e Cochran, 1938; Plaisted e Peterson, 1959; Wrick, 1965; Annicchiarico, 1992).
- Regressão linear simples: (Finlay e Wilkinson, 1963; Eberhart e Russell, 1966).
- Regressão linear Bissegmentada: (Verma et al., 1978; Silva e Barreto, 1985; Cruz et al., 1989).
- Análise não-paramétrica (Huehn, 1990; Lin e Binns, 1988).
- Análise de Fatores (Murakami e Cruz, 2002).

- Análise comum de variância (univariado) com a análise de componentes Principais (multivariado) AMMI (Gauch e Zobel, 1996).

2.9.1. Método proposto por Eberhart e Russell (1966)

Esta metodologia baseia-se na análise de regressão linear única, para quantificar os níveis de adaptabilidade e estabilidade de determinado conjunto de genótipos. Assim, a magnitude de regressão estima o parâmetro adaptabilidade, enquanto que o desvio da regressão define a estabilidade de comportamento. Consideram como ideal, o genótipo que apresente alta produtividade média, coeficiente de regressão linear (β_{11}) igual a 1, e desvios da regressão σ^2_{di} tão pequenos quanto possíveis (Cruz et al., 2004; Mendonça et al., 2007). Neste sentido, quando ocorrem genótipos com rendimento médio superior e que apresentam σ^2_{di} estatisticamente diferente de zero, pode ser necessário fazer seleção de alguns genótipos do grupo em que a estabilidade é baixa. Para tanto é utilizada uma medida auxiliar de comparação entre genótipos, que é o coeficiente de determinação R^2 .

Nesta metodologia, os conceitos de adaptabilidade e estabilidade estão dissociados, em que a adaptabilidade refere-se à capacidade de os genótipos aproveitarem vantajosamente o estímulo do ambiente, enquanto que a estabilidade refere-se à capacidade de os genótipos mostrarem um comportamento altamente previsível em função do estímulo do ambiente (Cruz e Carneiro, 2003).

De acordo com Cruz et al. (2004) e Guimarães (2006), a adaptabilidade nesta metodologia, tem a seguinte classificação:

- a) Genótipos com adaptabilidade geral ou ampla: aqueles com β_{11} igual a 1; demonstram serem capazes de responder satisfatoriamente às melhorias ambientais sem grandes perdas de produtividade quando cultivados em ambientes desfavoráveis.
- b) Genótipos com adaptabilidade específica a ambientes favoráveis: são aqueles com β_{11} maior que 1; Este tipo de genótipo pode apresentar problemas quando cultivado em ambientes menos favoráveis, pois o decréscimo na produtividade será pronunciado.

- c) Genótipos com adaptabilidade específica a ambientes desfavoráveis: são aqueles com β_{11} menor que 1. Podem ser considerados rústicos por serem bastante produtivos em ambientes desfavoráveis, mas apresentam limitações quando cultivados em ambientes favoráveis, não sendo capazes de responder de modo satisfatório às melhorias nas condições de cultivo.

De acordo com Murakami et al. (2004), a classificação de ambiente em favorável ou desfavorável é obtida considerando-se a média geral de todos os experimentos, em que aquele com média maior que a média geral constitui-se como ambiente favorável e aquele com média menor que a média geral é desfavorável.

A estabilidade tem a seguinte classificação:

- a) Genótipos com estabilidade ou previsibilidade alta: são aqueles com σ^2_{di} igual a 0; e valores altos para o coeficiente de determinação da regressão " R^2 " (que serve como uma medida de estabilidade auxiliar), de modo que os desvios da regressão podem ser considerados nulos e as observações se ajustam bem às retas de regressão, indicando alta previsibilidade de comportamento.
- b) Genótipos com estabilidade ou previsibilidade baixa: são aqueles com σ^2_{di} maior que 0, e valores baixos para o coeficiente de determinação da regressão, de modo que os desvios da regressão são altos e as observações não se ajustam bem as retas de regressão, indicando que este genótipo apresenta inconsistência na resposta frente às variações ambientais.

Como vantagens desta metodologia, há praticidade de uso, além dos resultados serem satisfatórios e de fácil interpretação (Murakami et al.; 2004, Barros et al., 2008).

Como desvantagem cita-se o fato de o I_j na equação de regressão vir dos mesmos genótipos em diferentes ambientes, podendo fornecer um estimador tendencioso (I_j é viciado). Assim, ocorre um problema estatístico, que é o fato de o método dos mínimos quadrados não prover um estimador consistente do coeficiente de regressão, quando a variável independente estiver associada a erros.

2.9.2. Método proposto por Lin e Binns

Vários trabalhos sobre estimativas dos parâmetros de estabilidade vêm sendo desenvolvidos com diferentes espécies e empregado diferentes métodos. Dentre os mais utilizados, estão àqueles baseados em análise de regressão. Farias et al. (1997) explicam que, apesar do seu uso generalizado esses métodos possuem algumas limitações, entre as quais se destaca o uso da média de todas as cultivares em cada condição como medida do índice ambiental. Com este procedimento, pode não ocorrer a independência entre as variáveis, especialmente quando o número de cultivares é inferior a quinze, mostrando ser uma séria restrição ao uso das análises baseadas em regressão. Os autores ainda citam que, na maioria das vezes, a variação das estimativas do coeficiente de regressão é tão pequena que dificulta a classificação dos materiais quanto à estabilidade e adaptabilidade.

De acordo com Árias (1996), a metodologia de Lin e Bins (1988) coincide com os anseios dos melhoristas, que é a seleção de genótipos que apresentem os melhores desempenhos dentre todos os ambientes.

Nesta metodologia, a performance das cultivares é quantificada pelo índice de estabilidade P_i , que corresponde ao quadrado médio da distância entre a média de uma cultivar para um dado ambiente e a resposta máxima para o mesmo ambiente, em todos os ambientes avaliados. Dessa forma, o quadrado médio menor indica uma superioridade geral da cultivar em questão, pois quanto menor o valor de P_i , menor será o desvio em torno da produtividade máxima; assim, maior estabilidade está relacionada, obrigatoriamente, com alta produtividade (Daros e Amaral Júnior, 2000).

Vilhegas et al. (2001) informam que este método constitui boa alternativa na avaliação da estabilidade, pois possibilita a identificação de uma ou mais cultivares com desempenho próximo ao máximo, nos vários ambientes testados.

Em adição, Rocha (2002) explica que este método tenta aliar a adaptabilidade com estabilidade, sendo muito similar ao método de Plaisted e Peterson (1959), exceto que o parâmetro de estabilidade é baseado nos efeitos médios de genótipo e da interação GxA, e que cada genótipo é comparado somente com a produtividade máxima em cada ambiente.

Daros (1999) explica que esta metodologia possui facilidade de cálculo e de interpretação, tornando o procedimento analítico simples sendo, portanto, promissora na avaliação da adaptabilidade e estabilidade.

2.10. Descrição dos Genótipos avaliados nos experimentos

‘Camarosa’: Foi recomendada nos Estados Unidos da América em 1992, na Universidade da Califórnia. A planta é sensível ao fotoperíodo curto, com o ciclo precoce, sendo muito vigorosa. Seus frutos são cônicos, de cor vermelho vivo. Apresenta alta produtividade. É moderadamente suscetível à micoserela (*Mycosphaerella fragariae*), resistente à oídio (*Sphaeroteca macularis*) e tolerante a viroses (Multiplanta, 2002; Sousa e Curado, 2005). Segundo Shaw (2004), Camarosa é na atualidade a variedade mais plantada no mundo.

‘Camino Real’: cultivar recomendada pela Universidade da Califórnia em 2001. A planta é sensível ao fotoperíodo curto. Seus frutos são cônicos de cor vermelho vivo, com aquênios destacados à superfície. A polinização ocorre bem sob condições de tempo adversas, além de produzir poucos frutos de refugio quando comparado à maioria das outras variedades, entretanto a produção é mais tardia (Sousa e Curado, 2005). Segundo Shaw (2004), permite plantio de altas densidades de plantas, isto pelo fato de a planta desta variedade ser compacta.

‘Ventana’: cultivar recomendada pela Universidade da Califórnia em 2001. A planta é sensível ao fotoperíodo curto. As plantas são grandes e vigorosas, semelhantes em tamanho a Camarosa, porém mais eretas. Seus frutos são cônicos, de cor vermelho intenso, com aquênios pouco destacados. Poliniza bem sob condições de tempo adversas (Sousa e Curado, 2005).

‘Dover’: Desenvolvida na Universidade da Flórida, Estados Unidos. A planta é sensível ao fotoperíodo curto. O fruto é bem firme, com boa conservação pós-colheita, porém, com sabor ácido. É tolerante a fungos de solo (Multiplanta, 2009).

‘Milsei-Tudla’: Cultivar selecionada na Espanha. A planta é sensível ao fotoperíodo curto, sendo vigorosa, com folhas de tamanho médio e cor verde pálida, seu porte é globoso e a floração semi-ereta. Os frutos são grandes, com forma cônico-alargado, sendo a polpa vermelha bem homogênea. É uma variedade precoce, entretanto suscetível a fungos de solo (Planasa, 2009).

‘Oso Grande’: Cultivar recomendada pela Universidade da Califórnia. A planta é sensível ao fotoperíodo curto, sendo bastante vigorosa, os frutos têm sabor e aroma agradável, com coloração vermelho brilhante externamente e mais clara internamente (Duarte Filho et al., 2007).

‘Seascape’: Cultivar de dia neutro, recomendada pela Universidade da Califórnia. De acordo com Duarte Filho et al. (2007), apresenta produtividade mediana, com frutos firmes, de formato cônico, apresentando no final do ciclo frutos de tamanho pequeno.

‘Diamante’: Cultivar de dia neutro, recomendada pela Universidade da Califórnia. É a cultivar de dia neutro mais plantada no mundo, apresentando porte ereto e compacto, com produção de frutos grandes de excelente qualidade. Entretanto, apresenta coloração clara (Shaw, 2004).

‘Aromas’: Cultivar de dia neutro, recomendada pela Universidade da Califórnia. De acordo Shaw (2004), esta cultivar tem porte ereto, produzindo frutos de excelente qualidade. Apresenta coloração vermelho-escura, apresentando uma alta taxa de estolões nos viveiros, o que não é comum para as cultivares de dia neutro.

3. TRABALHOS

3.1. ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DE PRODUÇÃO DE CULTIVARES DE MORANGUEIRO, SOB SISTEMAS DE MANEJO EM TÚNEL ALTO E BAIXO, NA REGIÃO SERRANA DO ESPÍRITO SANTO

3.1.1. RESUMO

Com o propósito de avaliar a adaptabilidade e estabilidade de cultivares de morango na região Serrana do Espírito Santo, foram avaliadas sete cultivares nos anos agrícolas de 2006/2007, 2007/2008 e 2008/2009, nos municípios de Domingos Martins, Muniz Freire e Lúna, utilizando como ambientes os sistemas de manejo em

túnel alto e túnel baixo, instalados em um delineamento de blocos ao acaso, com três repetições, e quinze plantas por unidade experimental. Os ambientes de túnel alto foram analisados separadamente dos túneis baixos. O conjunto de túneis baixos foi constituído por oito ambientes, já para túneis altos apenas quatro. Após serem detectadas significâncias nas interações cultivar x ambiente, tanto nos conjuntos de túneis altos, quanto no conjunto de túneis baixos, foi efetuada a decomposição da interação em parte complexa, sendo que a maioria dos contrastes de ambientes de túneis baixos revelou interação do tipo complexa; nos túneis altos a maior parte da interação foi do tipo simples. Foram feitos estudos de adaptabilidade e estabilidade. Para o conjunto de túneis baixos utilizaram-se as metodologias de Eberhart e Russell (E&R) e Lin e Binns (L&B). Já para os túneis altos apenas L&B. Na análise dos ambientes de túneis baixos pelo método E&R as cultivares Diamante e Aromas foram classificadas como de adaptabilidade geral ou ampla, a cultivar Camarosa foi indicada para ambientes favoráveis. Pela metodologia de L&B, os menores valores de P_1 Geral foram das cultivares Aromas e Diamante, sendo que estas também foram indicadas para ambientes favoráveis e ambientes desfavoráveis. Para os ambientes de túneis altos, as cultivares indicadas foram Camarosa e Diamante, além da cultivar Seascape em caso de ambientes desfavoráveis.

3.1.2. ABSTRACT

Whit the objective to evaluate production adaptability and stability of different strawberry cultivars in the mountainous region of Espírito Santo, Brazil, the performance of seven strawberry cultivars were evaluated during the period of 2006/2007, 2007/2008 and 2008/2009, in the municipalities of Domingos Martins, Muniz Freire and Luna. Management systems of high and low tunneling were used as environmental setting fro the experiments, under a completely random blocks statistical design, with three replicates and fifteen plants comprising each experimental

unit. High tunnel environments were analyzed separately from the low tunnels. The entire set of low tunnels consisted of eight environments and four environments for the high tunnels set. After detecting statistical significance among the cultivar vs. environment interactions, in high as much as in low tunnel set systems, the complex component of the interaction was decomposed. The average contrasts from low tunnel showed complex interaction while in high tunnels the average interaction was of simple category. Adaptability and stability studies were performed, for the low tunnel group the methods of Eberhart and Russell (E&R) as well as Lin and Binns (L&B), were used. For the high tunnel group only L&B was used. By the analysis of low tunnel environments by the E&R method, cultivars Diamante and Aromas were classified as having a general or wide adaptability, cultivar Camarosa was designated for favorable environments. By the L&B method, the lowest values of General Pi were from cultivars Aromas and Diamante, designated also for favorable and unfavorable environments. For high tunnel environments, cultivars Camarosa and Diamante were designated, besides cultivar Seascape for unfavorable environments.

3.1.3. INTRODUÇÃO

A cultura do morango tem grande importância socioeconômica na Região Serrana do Espírito Santo, tendo em vista que envolve um elevado contingente de mão-de-obra, permitindo empregar cerca de 2250 pessoas, gerando emprego em época de entressafra para a maioria das culturas.

Entretanto, a maioria das lavouras de morango é composta por apenas duas cultivares, Camarosa e Oso Grande, o que induz a uma situação de estreita base genética, preocupante, uma vez que deixa a cultura vulnerável em relação a pragas e patógenos, além de dificultar a melhora em ganhos de produtividade mesmo com introdução de tecnologias em sistemas de cultivo protegido como túnel baixo e o túnel alto.

De acordo com Bhargava et al. (2005), os melhoristas buscam ampliar esta base genética das culturas visando diminuir a vulnerabilidade às mudanças ambientais. Neste sentido, a introdução de cultivares é importante passo para ampliação desta base.

A seleção de cultivar possui importância relevante no sucesso do cultivo do morango, uma vez que chega a ser limitante devido a características como, por exemplo, exigência em fotoperíodo, número de horas de frio, dentre outras, que

variam de acordo com o material genético. Assim, para seleção de uma cultivar, deve-se levar em consideração se os fatores ambientais do local onde se pretende instalar a cultura atendem às exigências da cultivar escolhida na região (Duarte Filho et al., 2007).

Ao analisar vários genótipos em distintos ambientes, surge o componente denominado de interação genótipos x ambientes (GxA). Nakitandwe et al. (2005) afirmam que interação de G x A é tida pelos melhoristas como um dos principais fatores que limitam as respostas à seleção. Esta interação, segundo os autores, ainda reduz a eficiência do progresso genético, e pode levar a recomendações equivocadas a cerca da indicação de cultivares produtivas aos diferentes ambientes.

É notório que uma das formas de analisar a interação G x A, diz respeito aos estudos de adaptabilidade e estabilidade. A adaptabilidade é definida como a habilidade da cultura ou variedade em responder positivamente as mudanças nas condições de cultivo (Chloupek e Hrsekova, 2005). Por sua vez, a definição da estabilidade refere-se à baixa variação da produção quando medida sobre vários locais ou anos (Pritts e Luby, 1990).

Atualmente há dezenas de metodologias para determinação da adaptabilidade e estabilidade. Algumas metodologias são baseadas em análise de variância, outras regressão linear simples; mas todas procuram dar subsídios de modo a facilitar a indicação da cultivar para o ambiente de interesse.

As metodologias de Eberhart e Russel (1966) e Lin e Binns (1988) são umas das mais utilizadas pelos melhoristas em diferentes culturas, pelo fato de serem de fácil interpretação e apresentarem resultados consistentes.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a adaptabilidade e estabilidade de cultivares de morangueiro sob ambientes de túnel alto e baixo, visando dar suporte para o progresso da cultura na região serrana do Espírito Santo.

3.1.4. MATERIAL E MÉTODOS

3.1.4.1. Local de Instalação dos Experimentos

Os experimentos foram instalados nos anos agrícolas de 2006/2007, 2007/2008 e 2008/2009, em Domingos Martins, Lúna e Muniz Freire, municípios da região Serrana do Estado do Espírito Santo. As altitudes dos experimentos nos municípios variavam de 700 m em Lúna, 950 m em Domingos Martins e 1100 m em Muniz Freire.

De acordo com o mapa das Unidades Naturais do Espírito Santo (Figura 1), os municípios de Domingos Martins, Muniz Freire e Lúna fazem parte das Zonas aptas para o cultivo do morango (Costa e Teixeira, 2006).

Os municípios de Domingos Martins e Muniz Freire são classificados como “Terras Frias”, cujas características são: terras acidentadas e chuvosas, sendo indicativo das Zonas Naturais Aptas Prioritárias para o cultivo de Morango.

O município de Lúna, classificado como “Terras de temperaturas amenas”, cujas características são: terras acidentadas, chuvosas e chuvosas/secas, sendo indicativo das zonas naturais aptas para a expansão do cultivo do morango.

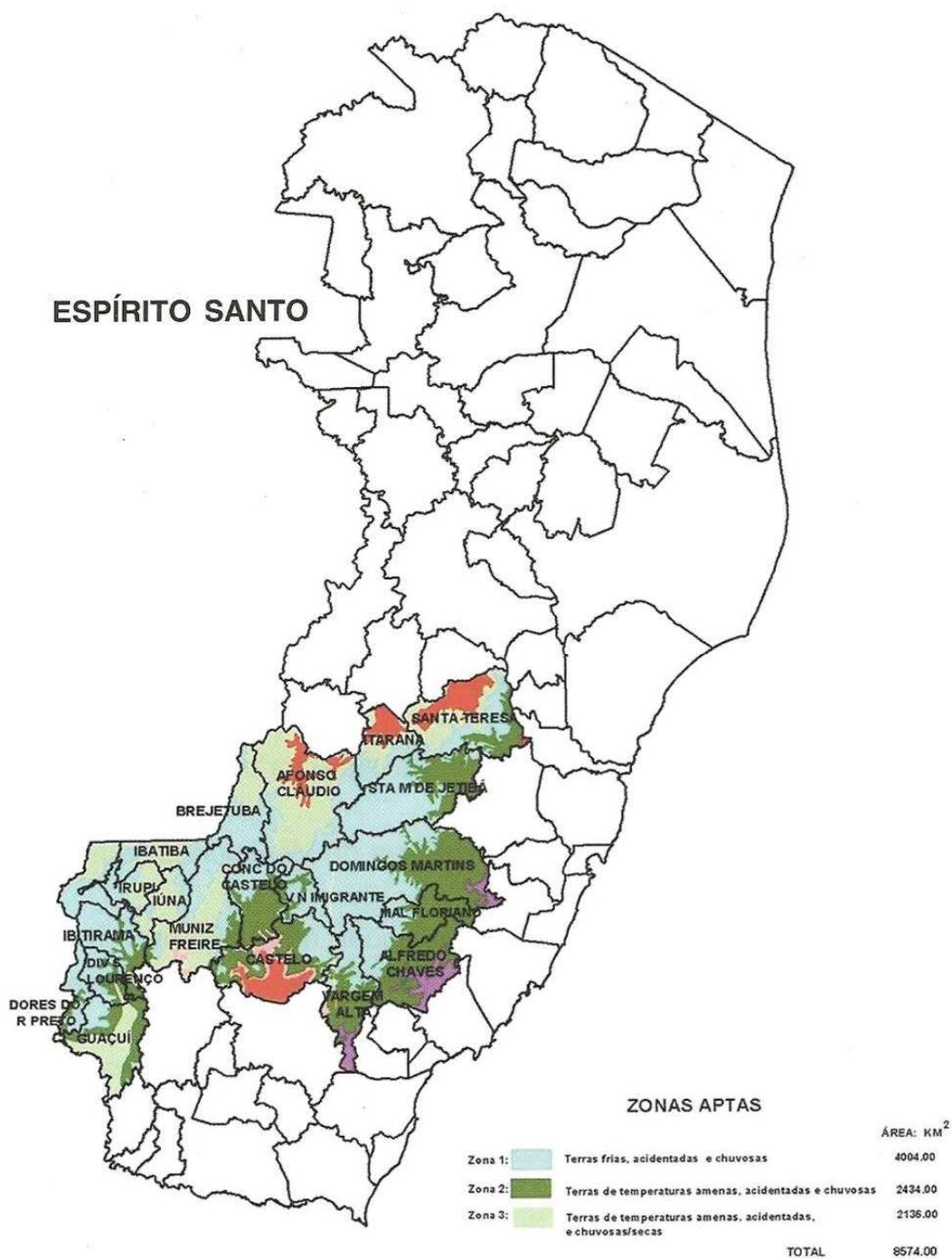


Figura 1 - Mapa de unidades naturais utilizado para zoneamento de regiões aptas e inaptas para cultivo de morango no Estado do Espírito Santo.

As cultivares de morangueiro utilizadas no experimento, foram: 'Dover', 'Camino Real', 'Ventana', 'Camarosa', 'Seascape', 'Diamante' e 'Aromas'.

O delineamento experimental utilizado foi blocos casualizados com três repetições e 15 plantas por parcela em cada um dos ambientes de cultivo. O espaçamento entre plantas utilizado foi de 40 x 40 cm, conduzido em três linhas, sobre canteiros de 30 cm de altura, com 1,00 m de largura, e 14 m de comprimento, cobertos por "mulching" preto.

Os ambientes de cultivo consistiram da cobertura das plantas com filme plástico de cor branca (leitosa). Para o ambiente de túnel baixo o filme era suspenso sobre arcos de ferro galvanizado a uma altura de aproximadamente 1,0 m de altura, enquanto para o ambiente túnel alto, o filme ficava suspenso a uma altura de 2,5 m.

A produtividade foi calculada levando em consideração que, para cada 10.000 m², a área plantada é de normalmente 7200 m². Desta forma, foi utilizada a produção total da área da parcela de 2 m², sendo calculada então a produtividade que teria numa área de 7200 m². A produtividade foi expressa em kg/ha. A média de produção dos sistemas de manejo de túnel alto e túnel baixo nos três anos de avaliação foram considerados os ambientes para análise em questão. Assim, constam neste trabalho nove ambientes de túnel baixo e quatro de túnel alto (Tabela 1).

O plantio do experimento em 2006 foi efetuado no final de maio, sendo conduzido até início de janeiro de 2007. O plantio do experimento em 2007 foi efetuado no final de maio, sendo conduzido até meados de abril de 2008. Já o plantio do experimento em 2008 foi efetuado no final de maio, sendo conduzido até início de janeiro de 2009. Em todos os anos, as colheitas foram realizadas duas vezes por semana, do início da colheita (normalmente em agosto) ao final do ciclo.

Os valores das produtividades foram submetidos aos testes de normalidade de Lilliefors, homogeneidade de Bartlett (1937) a análises de variância individual e conjunta, seguidas das análises de adaptabilidade e estabilidade pelos métodos de Eberhart e Russell (1966) e Lin e Binns (1988) para o conjunto de ambientes de túnel baixo, e Lin e Binns (1988) para o conjunto de ambientes de túnel alto, utilizando para tanto o programa Genes (Cruz, 2006).

Tabela 1 - Anos agrícolas dos experimentos e os sistemas de manejo nos municípios.

Ano	Municípios do Espírito Santo			
	Domingos Martins		Muniz Freire	Íluna
2006	*TA	#TB	#TB	#TB
2007	*TA	#TB	#TB	#TB
2008	*TA	#TB	#TB	*TA #TB

* Sistema de manejo Túnel Alto; # Sistema de manejo Túnel Baixo.

3.1.4.2. Análises de variância individual e conjunta

A análise de variância para cada ambiente, considerando o delineamento em blocos casualizados (DBC), seguiu o seguinte modelo genético-estatístico:

$$Y_{ij} = \mu + B_j + G_i + e_{ij} \text{ em que,}$$

Y_{ij} = Observação obtida na parcela com i-ésimo genótipo no j-ésimo bloco;

μ = Média geral;

B_j = Efeito do j-ésimo bloco, considerado aleatório;

G_i = Efeito do i-ésimo genótipo; e

e_{ij} = Efeito do erro aleatório.

Considera-se que os efeitos aleatórios são independentes entre si.

Encontra-se na Tabela 2 a análise de variância do modelo com as fontes de variação (FV) e os respectivos graus de liberdade (GL), quadrados médios (QM) e esperanças dos quadrados médios [E(QM)].

Tabela 2 - Análise de variância.

FV	GL	QM	E(QM)
Blocos	b-1	QMB	$\sigma^2 + g\sigma_b^2$
Genótipos	g-1	QMG	$\sigma^2 + b\sigma_g^2$
Resíduo	(b-1)(g-1)	QMR	σ^2
Total	bg - 1	QMT	

Para a análise conjunta (Tabela 3), ou seja, agrupando dois ou mais locais, num DBC, o modelo misto é:

$$Y_{ijk} = \mu + G_i + A_j + GA_{ij} + B/A_{jk} + e_{ijk} ; \text{ em que:}$$

y_{ijk} = observação da característica no k-ésimo bloco, avaliada dentro do j-ésimo ambiente no i-ésimo genótipo;

μ = média geral do ensaio;

G_i = efeito do i-ésimo genótipo considerado fixo;

A_j = efeito do j-ésimo ambiente, considerado aleatório;

GA_{ij} = efeito da interação entre o i-ésimo genótipo e o j-ésimo ambiente;

B/A_{jk} = efeito do k-ésimo bloco dentro do j-ésimo ambiente; e

e_{ijk} = efeito do erro experimental associado à observação de ordem ijk.

Tabela 3 - Esquema da análise de variância com as respectivas fontes de variação (FV), graus de liberdade (GL), quadrados médio (QM), esperanças de quadrado médio (E(QM)).

FV	GL	QM	E (QM)
Blocos/Ambientes	$a(b - 1)$	QMB	$\sigma^2 + g \sigma^2_b$
Ambiente (A)	$a - 1$	QMA	$\sigma^2 + g \sigma^2_b + gr \sigma^2_a$
Genótipos (G)	$g - 1$	QMG	$\sigma^2 + rl \sigma^2_{ga} + ar \theta_g$
G x A	$(g - 1)(a - 1)$	QMGA	$\sigma^2 + rl \sigma^2_{ga}$
Resíduo	$A(g - 1)(b - 1)$	QMR	σ^2
Total	$bga - 1$		

$$\theta_g = \frac{\sum_k G_i^2}{g-1} ; \quad l = \frac{g}{g-1}$$

3.1.4.3. Decomposição da interação em parte complexa

A decomposição da interação em parte complexa foi estimada pela proposta de Cruz e Castoldi (1991), na qual a parte complexa foi obtida pela expressão: $C = \sqrt{(1-r)^3} \sqrt{Q_1 Q_2}$, sendo Q_1 e Q_2 os quadrados médios de genótipos nos ambientes 1 e 2, respectivamente, e 'r' a correlação entre as médias de genótipos nos dois ambientes.

3.1.4.4. Análises de Adaptabilidade e estabilidade

3.1.4.4.1. Eberhart e Russel (1966)

Após a análise de variância, realizou-se a análises de adaptabilidade e estabilidade proposta por Eberhart e Russel adotado o seguinte modelo de regressão linear;

$$Y_{ij} = \beta_{0i} + \beta_i I_j + \delta_{ij} + \varepsilon_{ij}$$

em que:

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

β_{0i} = média geral do genótipo i ;

β_i = coeficiente de regressão linear;

I_j = índice ambiental;

δ_{ij} = desvio da regressão do genótipo i no ambiente j; e

ε_{ij} = erro experimental médio.

3.1.4.4.2. Método de Lin e Binns (1988)

Realizou-se também, a posteriormente, a análise de adaptabilidade e estabilidade de Lin e Binns (1988) expressa por:

$$P_i = \sum_{j=1}^n (X_{ij} - M_j)^2 / 2n$$

em que:

P_i = índice de superioridade da i -ésima cultivar;

X_{ij} = produtividade da i -ésima cultivar plantada no j -ésimo local;

M_j = resposta máxima obtida entre todas as cultivares no j -ésimo local; e

n = número de locais.

Essa expressão foi desdobrada em:

$$P_i = \left[n(\bar{X}_i - \bar{M})^2 + \sum_{j=1}^n (X_{ij} - \bar{X}_i - M_j + \bar{M})^2 \right] / 2n$$

em que:

$$\bar{X}_i = \sum_{j=1}^n X_{ij} / n \text{ e } \bar{M} = \sum_{j=1}^n M_j / n.$$

sendo:

\bar{X}_i a média das produtividades das cultivares obtidas nos “ n ” ambientes; e

\bar{M} a média das respostas máximas de todas as cultivares em todos os ambientes.

3.1.5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1.5.1. Análise de variância individual e conjunta

3.1.5.1.1 Análises para ambientes de túnel baixo

Para este trabalho, os ambientes (sistemas de cultivo) foram separados avaliando o conjunto de túneis baixos separado do conjunto de túneis altos.

Foi feita análise de variância do conjunto de ambientes de túnel baixo (Tabela 1). Com os resultados obtidos pelas análises de variância individuais, avaliou-se a homogeneidade das variâncias entre os ambientes, sendo necessário descartar o ambiente de Muniz Freire em 2008, por meio da análise da relação 7:1 dos quadrados médios residuais (QMR), restando assim oito ambientes (Tabela 4), tendo como maior relação entre o maior e o menor quadrado médio do resíduo o valor de 6,48 (Tabela 5). Segundo Banzato e Kronka (1992), uma razão menor que sete indica que há homogeneidade das variâncias residuais obtidas nas análises, o que faz com que seja possível a realização da análise conjunta sem qualquer restrição dos locais, sendo esta uma das pressuposições de uma análise de variância.

Tabela 4 – Relação dos ambientes de túnel baixo, enumerados de acordo com o município e ano.

Ambientes	Local	Ano
1	Domingos Martins	2006
2	Muniz Freire	2006
3	Iúna	2006
4	Domingos Martins	2007
5	Muniz Freire	2007
6	Iúna	2007
7	Iúna	2008
8	Domingos Martins	2008

Para os oito ambientes na análise de variância foi detectada significância para as cultivares (Tabela 5), ou seja, há diferenças estatísticas significativas entre as cultivares.

Os coeficientes de variação (CV) dos ambientes variou entre 35,34% no ambiente 3 (maior valor) a 9,05% no ambiente 8 (menor valor). Gomes (1985) informa como sendo baixos coeficientes de variação, quando inferiores a 10%; médios, quando de 10% a 20%; altos, quando de 20% a 30%, e muito altos, quando superiores a 30%. Neste sentido, um ambiente teria o CV baixo, quatro ambientes teriam médios, um ambiente seria alto e dois apresentariam CV's muito alto.

Tabela 5 - Resultado das análises individuais, relativo à produtividade de sete genótipos em oito ambientes de túnel Baixo. Domingos Martins, Muniz Freire e Lúna, ES. 2006/2007/2008.

+Ambientes	QM	QM	QM	CV%
	BLOCO	GENÓTIPOS	RESÍDUO	
1	29,61407	135,91202*	48,20588	27,48
2	42,78185	95,9513*	7,42882	15,60
3	6,78815	120,15755*	21,26532	35,34
4	297,819	438,79231*	36,3836	18,27
5	37,32229	524,26372*	29,53668	14,41
6	0,80234	100,51536*	18,74432	32,32
7	15,12541	188,38326*	19,91956	15,81
8	10,20634	169,37436*	14,09942	9,05

+A descrição dos ambientes encontra-se na Tabela 4; * significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F, teste feito considerando-se o quadrado médio do resíduo da análise conjunta.

Em relação à análise conjunta (Tabela 6), observaram-se efeitos significativos para ambientes, cultivares e interação cultivares x ambientes, o que evidencia a existência de diferenças entre as cultivares e inconsistência no comportamento das mesmas frente às oscilações ambientais, justificando-se desta forma o estudo da adaptabilidade e estabilidade. O coeficiente de variação experimental com magnitude de 18,87% foi considerado médio.

Tabela 6 - Análise conjunta relativa à produtividade de sete genótipos em oitos ambientes de túnel baixo com quadrados médios, média (kg/ha) e coeficiente de variação. Domingos Martins, Muniz Freire e Lúna, ES. 2006/2007/2008.

Fonte de variação	GL	QM
Cultivar	6	869,53*
Ambiente	7	2490,2881*
Cultivar x Ambiente	42	129,11602*
Resíduo	96	24,44795
Média	26,1975	
Coeficiente de variação	18,87%	

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

Quando é detectada a existência de interação genótipo x ambiente, é de fundamental importância saber se esta interação é do tipo simples ou do tipo complexa. As interações simples implicam que os genótipos apresentam diferentes performances perante os diferentes ambientes, mas sem grandes alterações na classificação de produtividade, isto favoreceria a seleção ou recomendação que poderia ser feita com base em apenas um ambiente. As interações complexas implicam que há inconsistência da superioridade do genótipo com relação à variação ambiental, isto é, há genótipos com melhor desempenho em um local, mas não em outros, dificultando, assim, a seleção ou a recomendação (Cruz e Castoldi, 1991; Romanelli e Sebbenn, 2004).

De acordo com a metodologia de Cruz e Castoldi (1991), os resultados da Tabela 07 mostram que a maior parte dos contrastes entre os ambientes conteve valores superiores a 50%, ou seja, em 19 contrastes a interação foi do tipo complexa, mostrando uma situação em que acontece maiores dificuldades para o melhoramento. Apenas em nove contrastes de ambientes a interação foi do tipo simples.

É de se enfatizar que apenas o conhecimento do tipo de interação não consegue informações pormenorizadas do desempenho de cada genótipo frente às variações ambientais, sendo desta forma de fundamental importância o procedimento de análises de adaptabilidade e estabilidade.

Tabela 7 – Estimativas das interações complexas em porcentagem, dos contrastes entre ambientes.

Contraste de *ambientes	Valor da Parte complexa
1 x 2	47,590038
1 x 3	74,626425
1 x 4	74,839186
1 x 5	71,480578
1 x 6	84,800332
1 x 7	99,894658
1 x 8	73,838032
2 x 3	44,488394
2 x 4	24,24051
2 x 5	42,168663
2 x 6	68,254895
2 x 7	56,123448
2 x 8	79,21104
3 x 4	44,034975
3 x 5	72,120406
3 x 6	60,510292
3 x 7	64,841452
3 x 8	103,368409
4 x 5	43,662259
4 x 6	50,838332
4 x 7	9,657315
4 x 8	76,004066
5 x 6	57,035232
5 x 7	30,949988
5 x 8	48,710144
6 x 8	67,585789
6 x 7	55,791682
7 x 8	85,20491

*A descrição dos ambientes encontra-se na Tabela 4

3.1.5.1.2. Análises para ambientes de túnel alto

Para estudar o comportamento das cultivares sob o conjunto de ambientes de túnel alto (Tabela 8) foi efetuada a análise de variância para cada ambiente (Tabela 9). Foi detectada significância para a fonte de variação cultivar em todos os ambientes. Os coeficientes de variação foram menores que nas análises de ambientes de túneis baixos, mostrando que, quanto maior o controle experimental, menor tende a ser o coeficiente de variação experimental. Neste sentido, Garcia (1989) e Cargnelutti Filho e Storck (2007) explicam que, quanto menor for o coeficiente de variação maior será a homogeneidade dos dados, e menor a variação ao acaso. Assim, quanto menor for a estimativa do coeficiente de variação, maior será a precisão do experimento e vice-versa, e, quanto maior a precisão, maior será qualidade experimental, sendo que, menores diferenças entre estimativas de médias serão significativas. Em adição, Lima et al. (2004) afirmam que experimentos de baixa precisão podem fazer com que se obtenham conclusões equivocadas dos resultados, ampliando a possibilidade da ocorrência do erro tipo II, que seria afirmar que não há diferenças estatísticas significativas entre tratamentos, quando na verdade estas diferenças ocorrem.

A relação entre o maior e o menor QMR foi igual a 3,70 (Tabela 9), possibilitando a análise conjunta dos ambientes de túnel alto.

Na análise conjunta dos ambientes de túneis altos (Tabela 10) observaram-se efeitos significativos para ambientes, cultivares e interação cultivares x ambiente, fato este que, segundo Carpentieri-Pípolo et al. (2005), justifica o estudo da adaptabilidade e estabilidade no detalhamento da interação. O coeficiente variação experimental foi de 15,78%, considerado médio.

Tabela 8 - Conjunto de ambientes de túnel alto, enumerados de acordo com o município e ano.

Ambientes	Local	Ano
1	Domingos Martins	2006
2	Domingos Martins	2007
3	Iúna	2008
4	Domingos Martins	2008

Tabela 9 - Resultado das análises individuais, relativo à produtividade de sete genótipos em quatro ambientes de túnel alto. Domingos Martins, 2006/2007/2008 e Iúna, 2008.

Ambientes	QM GENÓTIPOS	QM RESÍDUO	CV (%)
1	120,68375*	20,04013	15,23
2	756,7766*	52,07618	15,17
3	158,61732*	25,36319	18,99
4	148,83625*	14,04117	12,36

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

Tabela 10 - Análise conjunta relativa à produtividade de sete genótipos de morangueiro em quatro ambientes de túnel alto, com quadrados médios, média (kg/ha) e coeficiente de variação. Domingos Martins, 2006/2007/2008 e Iúna, 2008.

Fonte de variação	GL	QM
Cultivar	6	818,92996*
Ambiente	3	1917,62094*
Cultivar x Ambiente	18	121,99466*
Resíduo	48	27,88016
Média	33,441	
Coeficiente de variação	15,78	

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

De acordo com a análise pelo método de Cruz e Castoldi (Tabela 11), a maior parte dos contrastes entre ambientes apresentou uma situação que traria menores dificuldades para o melhoramento, em que 66,66% dos contrastes revelaram interação do tipo simples, caracterizados por valores inferiores a 50 %. Neste sentido, é importante citar a afirmativa de Cruz e Castoldi (1991) de que interação relacionada à parte simples é proporcionada pela diferença de variabilidade entre genótipos nos ambientes, enquanto que a complexa, pela falta de correlação nos desempenhos médios dos genótipos entre os ambientes.

Tabela 11 – Estimativas das interações complexas em porcentagem entre pares de contrastes de ambientes.

Contraste de *ambientes	Valor da parte complexa
1 x 2	9,4375
1 x 3	58,956
1 x 4	67,836
2 x 3	14,772
2 x 4	33,395
3 x 4	29,238

*ambientes: 1 - Domingos Martins (DM), 2006; 2 – DM, 2007; 3 – Iúna, 2008; 4- DM, 2008.

3.1.5.2. Análises de Adaptabilidade e Estabilidade para ambientes de túnel baixo

3.1.5.2.1. Método de Eberhart e Russell (1966)

A classificação dos oito ambientes em favoráveis ou desfavoráveis, assim como a média de produtividade geral das sete cultivares encontra-se na Tabela 12. De acordo com Murakami et al. (2004), a classificação de ambiente em favorável ou desfavorável é obtida considerando-se a média geral de todos os experimentos, em que aquele com média superior a média geral constitui-se como ambiente favorável e aquele com média inferior a média geral é desfavorável.

Os ambientes com índice negativo foram os três do ano 2006, e o de Lúna em 2007. Compreende-se que o índice ser negativo deve-se ao fato de que este está associado à produtividade, e que esta é muito influenciada por fatores ambientais, que podem ser distintos em anos consecutivos. Assim, seria equivocada a afirmativa de que não seria indicado o plantio de morango em ambientes desfavoráveis, pois foi observado que em uma mesma localidade o índice ambiental foi negativo em determinado ano e positivo em outro.

Tabela 12 - Média de produtividade geral das sete cultivares de morangueiro e a classificação dos oito ambientes de túnel baixo em favoráveis ou desfavoráveis.

Cultivar	AMBIENTES DESFAVORÁVEIS				AMBIENTES FAVORÁVEIS				MÉDIA
	1	2	3	6	4	5	7	8	GERAL
Dover	17,679	8,946	5,598	6,188	16,702	25,632	18,587	31,192	16,3158
Camino Real	36,108	24,493	22,547	17,994	29,943	25,829	24,747	39,708	27,6715
Ventana	27,081	11,980	5,110	11,039	17,646	31,273	18,378	50,317	21,6034
Camarosa	27,894	21,978	13,978	20,809	46,463	61,378	38,969	52,487	35,4946
Seascape	16,035	14,894	17,096	19,093	36,017	31,186	34,560	37,715	25,8249
Diamante	25,755	20,037	10,860	10,219	39,823	40,422	30,216	41,470	27,3505
Aromas	26,296	19,967	16,135	8,408	44,400	48,196	32,135	37,437	29,1221
*Ij	-0,9332	-8,7267	-13,1508	-12,8045	6,8022	11,5052	2,0299	15,2779	26,1976

*Ij= índice ambiental: Ambientes desfavoráveis: 1-Domingos Martins (DM), 2006; 2-Muniz Freire (MF), 2006; 3- Iúna (IU), 2006; 6 -IU, 2007; Ambientes favoráveis: 4- DM, 2007, 5- MF, 2007, 7- IU, 2008, 8- DM, 2008.

A análise conjunta da produtividade das cultivares, nos diferentes ambientes de túnel baixo, conforme o modelo de Eberhart e Russel (1966), encontra-se na Tabela 13. Para cada genótipo foi realizada uma regressão linear simples para a variável produtividade.

De acordo com a análise, pode-se observar que o ambiente linear teve efeito significativo. Segundo Vicente et al. (2004), esta situação indica que variações significativas no ambiente proporcionaram alterações nas médias dos genótipos. Já a significância da interação GxA linear, caracteriza diferenças entre coeficientes de regressão do grupo de genótipos avaliados (Cruz et al., 2004).

Tabela 13 - Análise de variância conjunta dos diferentes ambientes de túnel baixo, conforme o modelo Eberhart e Russel (1966), para sete cultivares de morangueiro.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM
Ambiente (A)	7	17432,0167	2490,288
Cultivar (C)	6	5217,2265	869,537
Interação C X A	42	5422,8734	129,116
Ambiente/Cultivar	49	22854,8901	466,4263
Ambiente Linear	1	17432,0167	17432,0167**
C X A Linear	6	1722,0656	287,0109**
Desv. Comb.	42	3700,8078	88,1145
Desvio C-1	6	112,5899	18,765
Desvio C-2	6	558,3149	93,0525
Desvio C-3	6	1106,2971	184,3829
Desvio C-4	6	517,3135	86,2189
Desvio C-5	6	599,963	99,9938
Desvio C-6	6	147,4816	24,5803
Desvio C-7	6	658,8478	109,808
Resíduo	96	2347,0003	24,4479

**Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Castro (2002) explica que no método de Eberhart e Russel a adaptabilidade dos genótipos é estimada pela média (β_0) e pelo coeficiente de regressão linear (β_{1i}). Ainda comenta que os genótipos com maior desempenho relativo (média superior à média geral) são considerados adaptados se β_{1i} não diferir da unidade ($\beta_{1i}=1$), sendo assim, de adaptabilidade geral; Se diferir da unidade, o genótipo pode ser considerado adaptado a ambientes favoráveis se $\beta_{1i} > 1$; ou adaptados a ambientes desfavoráveis se $\beta_{1i} < 1$. Em relação a estabilidade, esta é avaliada pelo componente de variância dos desvios de regressão (σ^2_{di}). Genótipos com σ^2_{di} igual a zero são classificados com de alta estabilidade, enquanto que os genótipos com σ^2_{di} maior que zero são considerados de baixa previsibilidade.

Neste sentido, Cruz et al. (2004) afirmam que, quando ocorrem genótipos com rendimento médio superior e que apresentam σ^2_{di} estatisticamente diferente de zero, pode ser necessário fazer seleção de alguns genótipos do grupo em que a estabilidade é baixa. Para tanto, é utilizada uma medida auxiliar de comparação entre genótipos, que é o coeficiente de determinação (R^2). Cruz et al. (1997) citam que o genótipo cujo valor de R^2 é superior a 80% não deve ter seu grau de previsibilidade prejudicado.

Com relação ao parâmetro de adaptabilidade (Tabela 14), considerando o $t_{5\%}(GL_{Res}) = 2,00$, as cultivares Dover, Ventana, Diamante e Aromas não apresentaram coeficientes de regressão diferente da unidade estatisticamente. Entretanto, as médias foram 16,315, 21,603, 27,350 e 29,122 kg/ha, respectivamente. As médias das cultivares Dover e Ventana foram inferiores a média geral, enquanto que as médias de Diamante e Aromas foram superiores a média geral que é 26,197 kg/ha. Assim, pode-se afirmar que as cultivares Diamante e Aromas “têm adaptação geral ou ampla entre as cultivares avaliadas”.

Em relação à estabilidade, a cultivar Diamante apresentou σ^2_{di} igual a zero, sendo considerado, portanto, “estável”. Como Diamante apresentou alta produtividade média, coeficiente de regressão linear (β_{1i}) igual a 1 e desvios da regressão σ^2_{di} tão pequenos quanto possíveis, Vencovsky e Barriga (1992) afirmam como sendo estas características da “cultivar ideal”. A cultivar Aromas também apresentou alta produtividade média, coeficiente de regressão linear (β_{1i}) igual a 1, mas apresentou σ^2_{di} maior que zero. Contudo, o valor de seu R^2 alcançou valor maior que 80%,

mostrando assim um adequado ajustamento dos dados à reta de regressão, evidenciando alta previsibilidade de comportamento da cultivar. Desta maneira, podemos considerar estas duas cultivares como de adaptabilidade ampla, ou seja, os genótipos demonstram serem capazes de responder satisfatoriamente às melhorias ambientais sem grandes perdas de produtividade quando cultivados em ambientes desfavoráveis.

A cultivar Camarosa apresentou produtividade média alta, porém o coeficiente de regressão diferiu da unidade, sendo $\beta_1 > 1$. Apesar de ter σ^2_{di} maior que zero, apresentou R^2 superior a 90 %, podendo ser considerada “adaptada a ambientes favoráveis”.

Tabela 14 - Estimativas dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade e média da produtividade (kg^{-1}) de sete genótipos de morango (Kg/ha), avaliados em oito ambientes de túnel baixo pelo método de Eberhart e Russel .

Genótipo	β_{11}	t ($H_0: \beta_{11}=1$)	σ^2_{di}	Probabilidade (%)	R^2 (%)	Média (β_0)
Dover	0.8136	-1.8813 ^{NS}	-1.8943	100 ^{NS}	93.60	16.315
Camino Real	0.4618	-5.4314*	22.8682	0.197 ⁺	48.75	27.671
Ventana	1.1414	1.4275 ^{NS}	53.3116	0.0061 ⁺	74.57	21.603
Camarosa	1.4879	4.9245*	20.5903	0.3442 ⁺	91.42	35.494
Seascape	0.761	-2.3608*	25.182	0.113 ⁺	70.89	25.824
Diamante	1.1544	1.5588 ^{NS}	0.0441	42.6485 ^{NS}	95.74	27.350
Aromas	1.1747	1.7628 ^{NS}	28.4533	0.0533 ⁺	83.91	29.1221
Média Geral:						26.197

*significativo a 5% de probabilidade pelo teste t; ⁺ significativo a 5% pelo teste F

Castro (2002), em avaliação a adaptabilidade de cultivares de morangueiro em Viçosa MG, no qual os ambientes eram as doses de nutrientes, encontrou este mesmo comportamento da cultivar Camarosa, sendo esta adaptada apenas a ambientes favoráveis, mostrando que é um genótipo que pode ter decréscimo na produtividade quando cultivado em ambientes menos favoráveis naquela situação.

A cultivar Camino Real apresentou $\beta_1 < 1$, além de ter média de produtividade alta, o que levaria ser indicado para ambientes desfavoráveis. Todavia, os desvios da

regressão foram significativos, diferindo de zero, e o R^2 foi baixo, sendo considerando de pouca previsibilidade, impedindo assim sua indicação em ambientes desfavoráveis.

3.1.5.2.2. Metodologia de Linn e Binns (1988)

Na metodologia não-paramétrica de Lin e Bins a performance das cultivares é quantificada pelo índice de estabilidade P_i , que corresponde ao quadrado médio da distância entre a média de uma cultivar para um dado ambiente e a resposta máxima para o mesmo ambiente, em todos os ambientes avaliados. Dessa forma, o quadrado médio menor indica uma superioridade geral da cultivar em questão, pois quanto menor o valor de P_i , menor será o desvio em torno da produtividade máxima; assim, maior estabilidade está relacionada, obrigatoriamente, com alta produtividade (Daros e Amaral Júnior, 2000).

Vilhegas et al. (2001) informam que este método constitui boa alternativa na avaliação da estabilidade, pois possibilita a identificação de uma ou mais cultivares com desempenho próximo ao máximo, nos vários ambientes testados.

Em adição, Daros (1999) explica que esta metodologia possui facilidade de cálculo e de interpretação, tornando o procedimento analítico simples, sendo, portanto, promissora na avaliação da adaptabilidade e estabilidade.

A Tabela 15 apresenta as estimativas dos parâmetros de estabilidade da produtividade de cultivares de morango em ambientes de túnel baixo, pela metodologia de Lin e Binns.

Com o desdobramento da estimativa P_i , obteve-se o componente atribuído ao desvio genético em relação ao máximo (uma soma de quadrados de genótipos) e o componente devido à interação genótipo x ambiente. Segundo Farias et al. (1997), o primeiro não é prejudicial ao trabalho do melhorista, pois não implica, necessariamente, em alteração na classificação dos genótipos. Todavia, o componente atribuído à interação pode afetar a classificação genotípica. Assim, o ideal, de acordo com Vidigal Filho et al. (2007), é um material que apresente o menor

Tabela 15 – Estimativas dos parâmetros de estabilidade proposto por Lin e Binns (1988) para característica produtividade, em kg.ha^{-1} para sete cultivares avaliadas em oito ambientes de túnel baixo.

Genótipo	Média	Desvio Genético	Desvio GxA	% Genética	P _i Geral	P _i ambientes favoráveis	P _i ambientes desfavoráveis
Dover	16,315	233,0901	24,0829	90,6355	257,173	379,0501	135,296
Camino Real	27,671	52,3827	66,9993	43,8783	119,382	237,7737	0,9903
Ventana	21,603	132,9048	42,2825	75,8644	175,187	270,6809	79,6937
Camarosa	35,494	2,9099	6,2927	31,6202	9,2026	0,0	18,4052
Seascape	25,824	72,9894	38,6383	65,3864	111,6277	157,2875	65,9679
Diamante	27,350	55,7198	10,3442	84,3422	66,064	85,1552	46,9729
Aromas	29,1221	38,5874	9,0919	80,9311	47,679	56,402	38,9567
Média Geral	26,197						

P_i possível e que a maior parte desse valor seja atribuída ao desvio genético.

Na análise em questão, cinco cultivares apresentaram o desvio genético maior que o desvio da interação, apenas Camarosa e Camino Real tiveram o desvio genético menor (Tabela 15).

Apesar da cultivar Camarosa ter apresentado o menor P_i geral, e a maior média de produtividade, os desvios genéticos foram inferiores aos desvios de interação. Como Lin e Binns (1988) preconizam que o valor do parâmetro P_i deve ser constituído, em sua maior proporção, de desvio genético e não de desvio decorrente da interação genótipo x ambiente, deve-se descartar a cultivar Camarosa.

Conforme a análise, então, Aromas e Diamante são as cultivares mais estáveis, pois apresentaram menores valores de P_i , além dos desvios genéticos serem superiores aos desvios da interação. Em adição, apresentaram os menores valores de P_i tanto em ambientes favoráveis como desfavoráveis, podendo ser indicadas de maneira ampla.

Os piores desempenhos com altos valores de P_i em todos ambientes avaliados foram das cultivares Ventana e Dover.

Quando comparados os resultados dos métodos de Eberhart e Russell (1966) com Lin e Binns (1988), podemos observar que houve semelhança entre os resultados, em que as cultivares Diamante e Aromas apresentaram ampla adaptação em ambos os métodos. Contudo, pelo método de Eberhart e Russell, também foi indicada a cultivar Camarosa para ambientes desfavoráveis, enquanto que a mesma foi descartada no estudo pelo método de Linn e Binns.

Alguns autores comentam achar resultados semelhantes entre as metodologias propostas por Eberhart e Russell (1966) e Lin e Binns (1988), mas nem sempre este fato ocorre.

Farias et al. (1997) avaliando rendimento de algodão em caroço, compararam estas duas metodologias, via correlação de Spearman. Os autores acharam altas correlações entre as duas metodologias, indicando que estas forneceriam informações semelhantes ou redundantes. Deste modo, os autores acharam mais interessante a metodologia de L&B, pois consideraram esta de fácil aplicação e interpretação, pois possibilita maior discernimento entre os materiais e sempre associa maior estabilidade com maior produtividade. Entretanto os autores afirmam

que a utilização do P_i é vantajosa, porque não há restrição sobre a independência das variáveis, além de indicar os materiais com desempenhos próximos do valor máximo nos diferentes ambientes testados.

Trabalhando com genótipos de trigo, Caierão et al. (2006) acharam resultados coerentes de Eberhart e Russell e Lin e Binns para a maioria das linhagens de trigo avaliadas. Segundo os autores, ambos os métodos de avaliação foram eficientes, pois discriminaram as populações avaliadas quanto à produtividade nos ambientes estudados e ainda foram coerentes entre si na maioria das interpretações.

Já no estudo de Silva e Duarte (2006), em que foram analisados métodos estatísticos de análise da interação $G \times A$, enfatizando-se a adaptabilidade e estabilidade fenotípica em soja, por meio de diversas metodologias, não foi encontrada correlação entre as metodologias de Eberhart e Russell (1966) e Lin e Binns (1988), mostrando, assim, que os resultados também podem ser divergentes.

3.1.5.3. Análises de Adaptabilidade e Estabilidade para ambientes de túnel Alto

3.1.5.3.1. Metodologia de Linn e Binns (1988)

A localização e ano dos ambientes de túnel alto desta análise se encontram na Tabela 8. Na Tabela 16 consta, a média das cultivares nos ambientes, bem como a média geral e o índice ambiental (I_j), com a indicação de ambientes favoráveis e desfavoráveis. Na Tabela 17 encontram-se as estimativas dos parâmetros de estabilidade da produtividade de cultivares de morango em ambientes de túnel alto, por Lin e Binns.

Tabela 16 – Média das cultivares nos ambientes, media geral e o índice ambiental, para ambientes de túnel alto.

Genótipo	Ambientes			Ambiente favorável	Média Geral
	Desfavoráveis				
	1	3	4	2	
Dover	21,615	19,008	23,274	25,314	22,3031
Camino Real	32,095	18,464	24,417	43,060	29,5093
Ventana	20,520	19,710	25,336	29,174	23,6854
Camarosa	32,828	31,696	30,175	68,421	40,7806
Seascape	27,310	31,579	35,686	51,611	36,5467
Diamante	36,273	29,135	30,272	58,926	38,6521
Aromas	34,994	36,023	42,950	56,481	42,6123
* I_j	-4,0645	-6,9246	-3,1395	14,128	33,441

* I_j = índice ambiental: Ambientes desfavoráveis: 1- Domingos Martins, 2006; 3- Iúna, 2008; 4- Domingos Martins, 2008; Ambiente favorável: 2- Domingos Martins, 2007.

Tabela 17 – Estimativas dos parâmetros de estabilidade proposto por Lin e Binns (1988) para característica produtividade, em kg.ha^{-1} para sete cultivares avaliadas em quatro ambientes de túnel alto.

Genótipo	Média	Desvio genético	Desvio GxA	% Genética	Pi Geral	P _i ambientes favoráveis	P _i ambientes desfavoráveis
Dover	22,3031	278,8144	34,9065	81,1165	343.7209	929.1211	148.5875
Camino Real	29,5093	134,6099	29,4478	82,0503	164.0577	321.071	111.5413
Ventana	23,6854	247,1272	48,4805	83,5997	295.6077	770.1635	137.4224
Camarosa	40,7806	13,1927	11,0308	54,4623	24.225	0.0	32.298
Seascape	36,5467	43,9031	10,5279	80,6583	54.431	141.27	25.4768
Diamante	38,6521	26,3913	10,9	70,7707	37.2913	45.0775	34.6959
Aromas	42,6123	5,4615	12,5646	30,2977	18.0261	71.2858	0.2729
Média Geral	33,441						

Em relação à classificação dos ambientes pelo índice ambiental, três foram considerados como desfavoráveis, os anos de 2006 e 2008 em Domingos Martins, e do ano 2008 em Lúna. Apenas o ambiente de Domingos Martins em 2007 foi considerado favorável. Cruz e Carneiro (2003) explicam que, o índice ambiental é a própria variável dependente (média das cultivares em cada local), subtraído de uma constante, que no caso é a média geral. Assim, se levarmos em consideração que o experimento de 2007 em Domingos Martins foi o que teve o maior período de colheita (como consequência maior produção), sendo conduzido até meados abril, favorecido por diversos fatores ambientais na ocasião, pode-se compreender tal fato.

Em relação aos parâmetros de estabilidade, pode-se observar que a cultivar Aromas expressou o menor valor do P_i , seguido de 'Camarosa' e 'Diamante', com altos valores de produtividade. Neste sentido, poderia ser indicado o plantio destas três cultivares para os produtores de morango da toda a região serrana. Todavia, a cultivar Aromas apresentou os desvios da interação superior aos desvios genéticos. Este fato, segundo Daros (1999) demonstra comportamento irregular da cultivar nos ambientes, sendo necessário, portanto, o descarte da mesma.

Alguns autores como Farias et al. (1997) e Daros (1999) encontraram predominância dos genótipos com menor valor do percentual da contribuição para a interação entre os que apresentam menores valores de P_i . Entretanto é importante salientar que este fato nem sempre acontece.

Os maiores valores de P_i neste trabalho foram das cultivares Dover e Ventana, sendo consideradas as mais instáveis, mesmo tendo seus desvios genéticos superiores aos desvios da interação.

Quanto aos ambientes favoráveis, o menor P_i foi de Camarosa, seguida por Diamante. Os maiores valores novamente foram de Dover e Ventana.

Em ambientes desfavoráveis, o menor valor de P_i foi da cultivar Seascape, seguida por Camarosa e Diamante. Novamente os maiores valores foram de Dover e Ventana.

3.1.6. RESUMO E CONCLUSÕES

Com o propósito de avaliar a adaptabilidade e estabilidade de cultivares de morango na região Serrana do Espírito Santo, foi avaliado o desempenho de sete cultivares nos anos agrícolas de 2006/2007, 2007/2008 e 2008/2009, nos municípios de Domingos Martins, Muniz Freire e Iúna, utilizando como ambientes os sistemas de manejo em túnel alto e túnel baixo, montados em um delineamento de blocos ao acaso, com três repetições, e quinze plantas por unidade experimental. Os ambientes de túnel alto foram analisados separadamente dos túneis baixos. O conjunto de túneis baixos era formado por oito ambientes, por sua vez, os túneis altos apenas quatro. Após serem detectadas significância nas interações cultivar x ambiente, tanto nos conjuntos de túneis altos, quanto no conjunto de túneis baixo, foi efetuada a decomposição da interação em parte complexa, sendo que a maioria dos contrastes de ambientes de túnel baixo apresentou interação do tipo complexa; nos túneis altos a maior parte da interação foi do tipo simples.

Foram feitos estudos de adaptabilidade e estabilidade. Para o conjunto de túneis baixos utilizaram-se as metodologias de Eberhart e Russell (E&R) e Lin e Binns (L&B). Já para os túneis altos apenas L&B.

Na análise dos ambientes de túneis baixos pelo método E&R as cultivares Diamante e Aromas foram classificadas como de adaptabilidade geral ou ampla, a cultivar Camarosa foi indicada para ambientes favoráveis. Pela metodologia de L&B, os menores valores de P_i Geral foram das cultivares Aromas e Diamante, sendo que estas também foram indicadas para ambientes favoráveis e ambientes desfavoráveis. Optou-se pela indicação dos genótipos da metodologia de Lin e Binns, desta forma, para ambientes de túnel baixo tanto para ambientes favoráveis como desfavorável. Recomenda-se Diamante e Aromas.

Para ambientes de túnel alto, as cultivares indicadas foram Camarosa e Diamante, além da cultivar Seascape em caso de ambientes desfavoráveis.

3.1.7. REFÊRENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arias, E. R. A. (1996) *Adaptabilidade e estabilidade das cultivares de milho avaliadas no Estado de Mato Grosso do Sul e avanço genético obtido no período 1986/1987 a 1993/94*. Lavras :UFLA, Tese: doutorado, 110 p.
- Banzato, D. A., Kronka, S. N. (1992) *Experimentação Agrícola*. Jaboticabal: Funep, 247p.
- Bartlett, M. S. (1937) Properties of sufficiency and statistical tests. Proceedings of the Royal Society of London, serie A, London, 160:268-282.
- Bhargava, A., Shukla, S., Ohri, D. (2005) Analysis of Genotype x environment interaction for Grain yield in *Chenopodium* spp. *J. Genet. Plant Breed.*, Czech, n.41, v.2, p.64-72.
- Caierão, E., Silva, M. S., Scheeren et al. (2006) Análise de adaptabilidade e da estabilidade de genótipos de trigo como ferramenta auxiliar na recomendação de novas cultivares. *Ciência Rural*, Santa Maria, 36, p.1112-1117.

- Cargnelutti Filho, A., Storck, L. (2007) Avaliação da precisão experimental em ensaios com cultivares de milho. *Pesquisa Agropecuária brasileira*. v. 42, nº1, p.17-24.
- Carpentieri-Pípulo, V., Rinaldi, D. A., Lima, V. E. N (2005) Adaptabilidade e estabilidade de populações de milho pipoca. *Pesquisa Agropecuária brasileira*. Brasília, v.40, n.1, p.87-90.
- Castro, R. L. (2002) Diversidade Genética, adaptabilidade e estabilidade do morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.) em cultivo orgânico. UFV: Viçosa, tese (Doutorado em Genética e melhoramento), 145p.
- Chloupek, O., Hrstkova, P. (2005) Adaptation of crops to environment. *Theor. Appl. Genet.* N.11: 1316-1321.
- Costa, A. N., Teixeira, C. P. (2006) Pólo de morango no Estado do Espírito Santo: algumas considerações. *In: Balbino, J.M.S (ed.).2. Tecnologias para produção, colheita e pós-colheita de Morangueiro*. Vitória: Incaper, p. 07-10. (Documentos,124)
- Cruz, C. D. (2006) Programa Genes (Versão Windows) - Aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa: UFV, 648p.
- Cruz, C. D., Castoldi, F. L. (1991) Decomposição da interação genótipos x ambientes em partes simples e complexas. *Ceres*. V. 38, p.422-430.
- Cruz, C. D., Regazzi, A. J. (1997) *Modelos Biométricos aplicados ao Melhoramento Genético*. Viçosa, UFV.
- Cruz, C. D., Regazzi, A. J., Carneiro, P. C. S. (2004) *Modelos Biométricos aplicados ao Melhoramento Genético*. Viçosa, UFV, 480 p.

- Cruz, C. D., Torres, R. A., Vencovsky, R. (1989) An alternative approach to the stability analyses proposed by Silva and Barreto. *Revista Brasileira de Genética*. v. 12, p.567- 580.
- Daros, M. (1999) *Caracterização morfológica e estabilidade de produção de Ipomoea batatas*. UENF: Campos dos Goytacazes Dissertação: Mestrado em Produção Vegetal, 67 p.
- Daros, M., Amaral Júnior, A. T. (2000) Adaptabilidade e estabilidade de produção de *Ipomoea batatas*. *Acta Scientiarum*. n.22, p.911-917,
- Duarte filho, J. et al. Cultivares (2007) *Informe Agropecuário*. Belo Horizonte, n.236, p.20-23.
- Eberhart, S. A., Russel, W. A. (1966) Stability parameters for comparing varieties. *Crop Science*, Madison, v. 36, p. 36-40.
- Farias, F.J.C., Ramalho, M.A.P., Carvalho, L.P., Moreira, J.A.N., Costa, J.N. (1997). Parâmetros de estabilidade propostos por Lin e Binns (1988) comparados com o método da regressão. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.32, p.407-414.
- Garcia, C.H. (1989) *Tabelas para classificação de coeficientes de variação*. Piracicaba: IPEF, 12 p. (Circular Técnica, 171).
- Lima, L. L., Nunes, G. H. S., Bezerra Neto, F. (2004) Coeficientes de variação de algumas características do meloeiro: uma proposta de classificação. *Horticultura Brasileira*, v.22, n.1, p.14-17.
- Lin, C. S., Binns, M. R. A. (1988) Superiority measure of cultivar performance for cultivar x location data. *Canadian Journal of Plant Science*, Ottawa, v. 68, p. 193-198.

- Murakami, D. M., Cardoso, A. A., Cruz, C. D., Bizão, N. (2004) Considerações sobre duas análises de estabilidade e adaptabilidade. *Ciência Rural*. v. 34, p.71-78.
- Nakitandwe, J., Adipala, E., EL-Bedewy, R., Wagoire, W. (2005) Adaptability of sift potato genotypes in different agroecologies of Uganda. *African Crop Science Journal*. Uganda , v. 13, n.2, p.107-116.
- Gomes, F. P. (1985) *Curso de estatística experimental*. São Paulo: ESALQ, 467 p.
- Pritts, M. Luby, J. (1990) Stability indices for horticultural crops. *Hort Sci*. n.25, p.740-745.
- Romanelli, R. C., Sebbenn, A. M. (2004) Parâmetros genéticos e ganhos na seleção para produção de resina em *Pinnus elliotti* var. *elliotti*, no sul do Estado de São Paulo, *Revista. Inst.flor*. São Paulo, v.16, p.11-23.
- Silva, W. C. J., Duarte, J. B. (2006) Métodos estatísticos para estudo de adaptabilidade e estabilidade fenotípica em soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 41,n 1, p.23-30,
- Vencovsky, R., Barriga, P. (1992) *Genética biométrica no fitomelhoramento*. Ribeirão Preto, 496 p.
- Vicente, D., Pinto, R. J. B., Scapim, C.A. (2004) Análise da adaptabilidade e estabilidade de linhagens elite de soja. *Acta Scientiarum*. v.26, n.3, p.301-307.
- Vidigal Filho, P. S., Pequeno, M. G., Kvitschal, M.V. et al. (2007) Estabilidade produtiva de Cultivares de mandioca-de-mesa coletadas no estado do Paraná. *Ciências Agrárias*, v.28, n4 p.551-562.

Vilhegas, A. C. G., et al. (2001) Efeito de épocas de semeadura e estabilidade de híbridos de milho em plantios de safrinha no noroeste do Paraná. *Bragantia*. 60, p.45-51.

3.2. COMPORTAMENTO DE CULTIVARES DE MORANGUEIRO EM DIFERENTES SISTEMAS MANEJO

3.2.1. RESUMO

Visando analisar o comportamento de nove cultivares de morangueiro, 'Dover', 'Camino Real', 'Ventana', 'Camarosa', 'Seascape', 'Diamante', 'Aromas', 'Oso Grande' e 'Tudla', sob os sistemas de manejo de túnel alto, túnel baixo e céu aberto, foi montado um experimento no ano de 2007, no Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural - Incaper, no município de Domingos Martins, região serrana do Espírito Santo. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com três repetições e 15 plantas por parcela em cada um dos três sistemas de manejo. O espaçamento entre plantas utilizado foi de 40 x 40 cm, conduzido em três linhas, sobre canteiros de 30 cm de altura, com 1,00 m de largura, e 20 m de comprimento, cobertos por mulching preto. Foram avaliados os seguintes caracteres: Produtividade (P), produção total da parcela (PT), número de frutos total (NFT), produção comercial (PC), número de frutos comerciais (NFC), produção não comercial (PNC), número de frutos não comerciais (NFNC), número de frutos com

mofo-cinzento e antracnose. Para os dados de doenças foi necessário proceder a transformação dos mesmos de maneira que pudesse ser feita a análise de variância. As análises de variância de cada ambiente mostraram significância entre os tratamentos. Foi observada a homogeneidade e a normalidade dos ambientes e procedeu-se a análise conjunta. Para as características PT, NFT, PC, NFC, P e antracnose, observou-se na análise de variância conjunta que os caracteres apresentaram as fontes de variações, cultivares e sistemas de manejo significativos estatisticamente, no entanto a interação foi não significativa. Já para os caracteres, PNC e NFNC comercial todas as fontes de variações foram significativas. Para a doença mofo-cinzento, apenas foi não significativa a fonte de variação sistemas de manejo. Como a interação foi significativa, procedeu-se o desdobramento de cultivares/sistemas de manejo, e sistemas de manejo/cultivares para estudar melhor esta característica, seguido do teste de média de Tukey a 5%. O túnel alto se destacou para maioria dos caracteres, como as melhores produtividades, maiores porcentagens de frutos comerciais, bem como menores porcentagem de frutos com mofo-cinzento e menores quantidade de frutos com antracnose. Neste sentido, o campo aberto apresentou as menores médias para características como produção total, e maiores número de frutos com antracnose. O túnel baixo, para a maioria dos caracteres, não diferiu do campo aberto. A cultivar de maior destaque nos ambientes foi Camarosa (mesmo tendo apresentado maior porcentagem de doenças), seguido de Aromas e Diamante, por apresentarem boas produtividades e alta porcentagem de produção comercial. Diamante e Aromas ainda apresentaram menores porcentagens de frutos com mofo. Os piores desempenhos produtivos nos ambientes foram das cultivares Oso Grande e Dover.

3.2.2. ABSTRACT

With the purpose to analyze the performance of strawberry cultivars 'Dover', 'Camino Real', 'Ventana', 'Camarosa', 'Seascape', 'Diamante', 'Aromas', 'Oso Grande' and 'Tudla', cultivated under management systems of high tunnel, low tunnel and open

field, an experiment was set up at Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural – Incaper, in the municipality of Domingos Martins in Espírito Santo, Brazil, during the year of 2007. The statistical design was set up in completely random blocks, with three replicates and 15 plants per parcel in each of the three management systems. Distance between plants was of 40 x 40 cm, planted in three lines, over flowerbeds with 30 cm high x 1,00 m width and 20 m length, covered by black mulching. The characters evaluated were: productivity (P), total parcel production (PT), total fruit number (NFT), commercial production (PC), number of commercial fruits (NFC), non-commercial production (PNC), number of non-commercial fruits (NFNC), number of fruits with Gray Mold and Anthracnose. Data from diseases was transformed in order to perform a variance analysis. The variance analysis of each environment showed statistical significance between treatments. Homogeneity and normality of the environments was confirmed before continuing to a collective analysis. Collective variance analysis showed that characteristics PT, NFT, PC, NFC, P and Anthracnose, had variation sources, cultivars and management systems statistically significant, however the interaction was not statistically significant. In the case of characteristics of PNC and NFNC, all variation sources were significant. For gray mold disease, the only non-significant variation source was management, as the interaction was significant the ratio cultivars/management system and management system/cultivars were analyzed to study this characteristic, followed by Tukey test at 5% probability. High tunnel exceeded for the majority of characters, as better productivities, higher percentages of commercial fruits, lower percentages of fruits with gray mold disease and lower quantities of fruits with anthracnose. For the great part of the characters low tunnel did not differ from open field. The most exceeding cultivar in the different environments was Camarosa (even having higher percentage of diseases), followed by Aromas and Diamante, showing good productivities and high percentage of commercial production. Diamante and Aromas also have the lowest percentages of diseased fruits. The worst productive performances in the environments were from cultivars Oso Grande and Dover.

3.2.3. INTRODUÇÃO

A cultura do morango é uma atividade de grande importância sócio-econômica no país, pois é empregadora de grande número de pessoas no período da sua condução (Costa e Ventura, 2007).

No Espírito Santo, a cultura também tem esta característica de grande empregadora, tendo em vista que chega a utilizar, conforme relato de Balbino et al. (2006), de 15 pessoas/ha/ano. Todavia, para alcançar bons desempenhos requer o uso constante de tecnologias para o manejo, como uso de ambientes protegidos.

A utilização de ambientes protegidos na cultura do morango visa prolongar o período de colheita, além de fornecer proteção contra chuvas e geadas, minimizando os efeitos ambientais e, desta forma, reduzindo a ocorrência de algumas doenças e pragas (Antunes et al., 2007; Calvete et al., 2008).

O prolongamento da colheita, bem como a redução da incidência de doenças e pragas, se dá pelo fato de que estes ambientes conseguem um bom controle de diversos fatores ambientais.

Sganzerla (1995) explica que os túneis altos são estruturas construídas geralmente com arcos de metal, cobertos por uma lona plástica, com seu ponto mais alto podendo alcançar até 3,5 metros. Por serem altos permitem que os produtores circulem pelo ambiente, facilitando assim o trabalho principalmente em época de chuva.

De acordo com Pereira et al. (2004), o túnel baixo é um tipo de ambiente protegido utilizado, principalmente, em cultivo de espécies de pequeno porte, como alface, morango, pimentão, rúcula e pepino. A presença de material plástico em sua cobertura proporciona um ganho térmico durante o dia, facilitando o crescimento das plantas, protegendo as culturas do impacto da chuva, dos ventos frios e das temperaturas mínimas. E por estas serem estruturas de menor porte, apresentam menor custo de instalação em relação ao túnel alto.

Rocha (2002) relata que no Brasil, há inúmeras pesquisas que têm confirmado a hipótese de que em ambientes protegidos os rendimentos superam aqueles obtidos no campo.

Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar o comportamento de nove cultivares de morango sob diferentes sistemas de manejo da cultura, a saber, túnel baixo, túnel alto e cultivo a campo, na região serrana do Espírito Santo.

3.2.4. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado no Centro Regional de Desenvolvimento Rural Centro Serrano, do Instituto Capixaba de Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper), no município de Domingos Martins, numa altitude de 950m, latitude 20°23' e longitude 41° 03'. Foram avaliadas nove cultivares de morangueiro, 'Dover', 'Camino Real', 'Ventana', 'Camarosa', 'Seascape', 'Diamante', 'Aromas', 'Oso Grande' e 'Tudla'. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com três repetições e 15 plantas por parcelas em cada um dos três ambientes de cultivo. O espaçamento entre plantas utilizado foi de 40 x 40 cm, conduzido em três linhas, sobre canteiros de 30 cm de altura, com 1,00 m de largura e 20 m de comprimento, cobertos por "mulching" preto. A fertilização foi feita por gotejamento, de acordo com as análises de solo e recomendações de adubações para a cultura do morango preconizadas por Prezotti (2006).

Os ambientes protegidos consistiam da cobertura das plantas com filme plástico de cor branca (leitosa). Para o sistema de túnel baixo o filme era suspenso sobre arcos de ferro galvanizado a uma altura de aproximadamente 1,0 metro de

altura, enquanto para o sistema de túnel alto, o filme ficava suspenso a uma altura de 2,5 metros

O experimento foi montado no final do mês de maio de 2007, e a colheita iniciou-se em agosto, sendo esta efetuada duas vezes por semana, sendo conduzido até março de 2008. Por ocasião da colheita, classificava-se a produção como comercial (peso \geq 7g), não comercial (peso $<$ 7g), doentes com antracnose (*Colletotrichum spp.*) ou mofo-cinzento (*Botrytis cinerea*). Neste sentido, para elaboração deste trabalho, foram utilizadas as seguintes características; produção total da parcela (PT), número de fruto total da parcela (NFT), produção comercial da parcela (PC), número de frutos comerciais da parcela (NFC), produção não comercial da parcela (PNC), número de frutos não comerciais da parcela (NFNC), Produtividade (P), número de frutos com antracnose da parcela (A) e número de frutos com mofo da parcela (M).

A estimativa da produtividade foi obtida a partir da PT oriundo de uma área plantada de 2 m², seguindo a proporção para 7200 m², que seria a área plantada de morango em 1 ha.

Os dados obtidos foram submetidos aos testes de normalidade de Lilliefors, de homogeneidade de Bartlett, análises de variância individual e conjunta, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, por meio do programa Computacional Genes (Cruz, 2006). As médias dos dados referentes às doenças tiveram que passar por procedimento de transformação por raiz quadrada, após, estes dados foram submetidos aos testes de normalidade Lilliefors, de homogeneidade de Bartlett (1937), a análises de variância e teste de média.

3.2.4.1. Análises de variância individual e conjunta

A análise de variância para cada ambiente, considerando um Delineamento em Blocos Casualizados (DBC) segue o seguinte modelo genético-estatístico:

$$Y_{ij} = \mu + B_j + G_i + e_{ij} \text{ em que,}$$

Y_{ij} = Observação obtida na parcela com i-ésimo genótipo no j-ésimo bloco;

μ = Média geral;

B_j = Efeito do j-ésimo bloco considerado aleatório;

G_i = Efeito do i-ésimo genótipo;

e_{ij} = Efeito do erro.

A análise de variância do modelo com as Fontes de Variação (FV) e os respectivos Graus de Liberdade (GL), Quadrados Médios (QM) e Esperanças dos Quadrados Médios (E(QM)), encontra-se a Tabela 1.

Tabela 1 - Análise de variância.

FV	GL	QM	E(QM)
Blocos	b-1	QMB	$\sigma^2 + g\sigma_b^2$
Genótipos	g-1	QMG	$\sigma^2 + b\sigma_g^2$
Resíduo	(b-1)(g-1)	QMR	σ^2
Total	bg - 1	QMT	

Para a análise conjunta (Tabela 2), ou seja, agrupando dois ou mais locais, num DBC, o modelo misto é:

$$Y_{ijk} = \mu + G_i + A_j + GA_{ij} + B/A_{jk} + e_{ijk} \quad ; \text{ onde}$$

y_{ijk} = observação da característica no k-ésimo bloco, avaliada dentro do j-ésimo ambiente no i-ésimo genótipo;

μ = média geral;

G_i = efeito do i-ésimo genótipo considerado fixo;

A_j = efeito do j-ésimo ambiente, considerado aleatório;

GA_{ij} = efeito da interação entre o i-ésimo genótipo e o j-ésimo ambiente, considerado aleatório;

B/A_{jk} = efeito do k-ésimo bloco dentro do j-ésimo ambiente; e

e_{ijk} = efeito do erro experimental associado à observação de ordem ijk .

Tabela 2 - Esquema da análise de variância com as respectivas fontes de variação (FV), graus de liberdade (GL), quadrados médio (QM), esperanças de quadrado médio (E(QM)).

FV	GL	QM	E (QM)
Blocos/Ambientes	$a(b - 1)$	QMB	$\sigma^2 + g \sigma^2_b$
Ambiente (A)	$a - 1$	QMA	$\sigma^2 + g \sigma^2_b + gr \sigma^2_a$
Genótipos (G)	$g - 1$	QMG	$\sigma^2 + rl \sigma^2_{ga} + ar \theta_g$
G x A	$(g - 1)(a - 1)$	QMGA	$\sigma^2 + rl \sigma^2_{ga}$
Resíduo	$a(g - 1)(b - 1)$	QMR	σ^2
Total	$bga - 1$		

$$\theta_g = \frac{\sum_k G_i^2}{g - 1} \quad ; \quad e \quad l = \frac{g}{g - 1}$$

3.2.5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se na análise de variância conjunta, que os caracteres, produção total (PT), número de frutos totais (NFT), produção comercial (PC), número de frutos comerciais (NFC), produtividade (P) e número de frutos com antracnose (A) apresentaram as fontes de variação, cultivares e sistemas de manejo significativos estatisticamente, indicando que existem diferenças entre cultivares e existem diferenças entre sistemas de manejo. Todavia a interação foi não significativa, o que nos permite concluir que as cultivares que demonstraram melhor desempenho em um ambiente também apresentou o mesmo comportamento nos outros ambientes.

Para os caracteres, produção não comercial (PNC) e número de fruto não comercial (NFNC) todas as fontes de variações foram significativa. Por outro lado, para a doença mofo-cinzento (M) apenas foi não significativo a fonte de variação sistemas de manejo, por este motivo, efetuou-se o desdobramento de cultivares/sistemas de manejo, e sistemas de manejo/cultivares para estudar melhor esta característica, seguido do teste média.

De acordo com a Tabela 3, o sistema de manejo “túnel alto” proporcionou as melhores produtividades com 44,742 Kg /ha na média de todas as cultivares, valor 30% superior ao túnel baixo com média de 31,177 Kg /ha e 35% superior que em

campo aberto com 29,323 Kg /ha. Além disso, o coeficiente de variação (CV) foi bem característico nos ambientes, concordando com Gomes (1989), que explica que, quanto maior o controle ambiental menor o CV, assim no túnel alto, onde há um maior controle o CV foi de 16,70%, no túnel baixo 19,87% e a campo aberto 35,90%.

Apesar do CV do sistema de manejo campo aberto ser classificado como muito alto, é interessante citar Zimmermann (2004) explicando que cada variável possui uma escala própria de coeficientes que está relacionada à sua variabilidade intrínseca, e que muitos autores têm procurado estabelecer tabelas associando os valores de CV aos conceitos: baixo, médio, alto e muito alto. Assim, para cada variável estudada uma tabela de limites pode ser construída com limites bem diversos uma das outras. Neste sentido, Cargnelutti Filho e Storck (2007) informam que a indisponibilidade de tabelas de classificação, para cada característica observada, dificulta a classificação de experimentos quanto à precisão experimental. Neste sentido, o pesquisador deve ter bom senso antes de descartar experimentos de baixa precisão, principalmente se estes apresentarem diferença entre tratamentos significativa, como foi caso do sistema de manejo campo aberto.

Tabela 3 – Produtividade (kg/ha) de nove cultivares de morango, nos sistemas de manejo de túnel alto, túnel baixo e a campo aberto. Domingos Martins, ES. 2007/2008.

Cultivares	túnel alto	túnel baixo	campo aberto
Dover	25,314 A e	16.702 A cd	12,804 A d
Camino Real	43,060 A cd	29.943 A bc	27,586 B bcd
Ventana	29,174 A e	17.646 AB cd	13,478 B d
Camarosa	68,421 A a	46,463 B a	44,764 B a
Seascape	51,611 A bc	36,017 B ab	35,834 B abc
Diamante	58,926 A ab	39,823 B ab	32,696 B abc
Aromas	56,481 A abc	44,400 AB ab	35,287 B abc
Oso Grande	18,329 A e	13,237 A d	20,945 A cd
Tudla	51,366 A bc	36,359 B ab	40,513 AB ab
Média Geral	44,742	31,177	29,323
C.V. (%)	16,70	19,87	35,90

*As médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na linha, e minúsculas na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (P < 0,05).

A produtividade dentro do sistema de manejo túnel baixo foi muito próxima ao do campo aberto, não mostrando diferenças estatísticas significativas para a maioria das cultivares entre os sistemas de manejo. No túnel baixo, o melhor desempenho foi da cultivar Camarosa, com 46,463 Kg/ha, seguida pelas cultivares Aromas, Diamante, Tudla e Seascape, com produções estatisticamente iguais. O desempenho menos expressivo foi de Oso grande.

No campo aberto, novamente Camarosa com 44,764 Kg/ha se destaca, e as menores médias foram de Dover e Ventana. É interessante observar que as cultivares de “dia neutro”, recém introduzidas no estado Diamante, Aromas e Seascape permaneceram no mesmo grupo, tanto no túnel baixo quanto em campo aberto, e com boas produtividades. Por conseguinte, deve-se destacar o potencial destas cultivares de dia neutro em plantio de inverno na região.

Dentro do sistema de manejo túnel alto, a cultivar ‘Camarosa’ se destacou com uma produtividade estimada de 68,421 Kg /ha, permanecendo isolada em um grupo. A segunda melhor produtividade foi de ‘Diamante’, com 58,926 Kg /ha, sendo aproximadamente 14% menor que ‘Camarosa’. Os desempenhos menos expressivos foram das cultivares ‘Oso Grande’ e ‘Dover’. Apenas as cultivares ‘Dover’ e ‘Oso Grande’ não detiveram diferenças estatísticas de produtividade entre os três sistemas de manejo.

No trabalho de Virmond e Resend (2006), no qual foi avaliado a produtividade média de quatro cultivares (Dover, Sweet Charlie, Camarosa e Oso Grande) em túnel alto, baixo e a campo aberto, verificou-se que na ocasião a produtividade obtida no túnel alto não diferiu da apresentada no túnel baixo, porém esta foi significativamente superior à produtividade obtida no campo aberto.

A produção total da parcela (PT) (Tabela 4) seguiu o mesmo padrão da produtividade, tendo em vista que para o cálculo da produtividade utiliza-se o valor da PT, mantendo os grupos com os mesmos genótipos, inclusive o mesmo coeficiente de variação. Oliveira e Scivittar (2006) avaliaram em túnel baixo as cultivares Camarosa e Aromas, e observaram que a cultivar Camarosa também produziu mais do que a Aromas, sendo concordante com o resultado encontrado neste trabalho.

Tabela 4 - Produção total (PT), em kg/parcela e número total de frutos (NFT) de nove cultivares de morango, nos sistemas de manejo de túnel alto, túnel baixo e campo aberto. Domingos Martins, ES. 2007/2008.

Cultivares	Túnel alto		Túnel baixo		Campo aberto	
	PT	NFT	PT	NFT	PT	NFT
Dover	7.031,74 Ae	808,66 Acde	4.639,66 A cd	634,00 Acd	3.556,56 Ad	467,33 Ac
Camino Real	11.961,09 Acd	895,00 Acd	8.317,73 ABbc	649,00 A cd	7.662,80 Bbcd	607,33 Ac
Ventana	8.104,07 Ade	689,66 Ade	4.901,70 ABcd	440,00 Ad	3.743,91Bd	319,33 Ac
Camarosa	19.006,00 Aa	2051,00 Aa	12.906,53 Ba	1364,33 Ba	12.434,62 Ba	1226,00 Ba
Seascape	14.336,42 Abc	1647,00 Aab	10.004,90 Bab	1270,33 ABab	9.954,04 B abc	1214,66 Ba
Diamante	16.368,46 Aab	1366,00 Ab	11.062,11 Bab	895,00 Bbc	9.082,27 Babc	718,00B bc
Aromas	15.689,26Aabc	1555,66 Ab	12.333,59ABab	1334,66 ABab	9.802,12 Babc	1092,00 Bab
Oso Grande	5.091,51 Ae	446,33 Ae	3.676,95 A d	354,33 Ad	5.818,15A cd	562,66 Ac
Tudla	14.268,51 Abc	1234,33 Abc	10.099,86 Bab	980,66 Aabc	11.253,67 ABab	1135,00 A ab
Média	12.428,56	1188,18	8.660,34	880,25	8.145,35	815,81
C.V. (%)	16,70	19,23	19,87	20,85	35,90	33,65

* As médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na linha, e minúsculas na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Castro (2002), em avaliação de dez cultivares de morango em cultivo orgânico a campo aberto, Camarosa, Dover, Oso Grande, Tudla, Campinas, Selva, Sweet Charlie, Toyonoka, Princesa Isabel, Sequóia, observou que Camarosa foi a cultivar com maior produção total, mostrando assim um bom desempenho, até com agricultura orgânica.

Na característica número de frutos totais NFT (Tabela 4), o sistema de túnel alto mostrou o melhor desempenho com a maior média de 1188,18 frutos, enquanto que no túnel baixo foi 880,25 e no campo aberto 815,81. Todavia, o teste de média não revelou diferença entre as cultivares Dover, Camino Real, Ventana, Oso Grande e Tudla nos três sistemas de manejo. A cultivar Camarosa apresentou o maior NTF em todos os sistemas de manejo, enquanto a cultivar Oso Grande exibiu o menor NFT. Oliveira et al. (2008), em trabalho sob túnel baixo, também avaliaram número de frutos entre as cultivares Camarosa, Aromas e Camino Real. Os autores observaram que não houve diferença entre o número de frutos de Camarosa e Aromas, cultivares que demonstraram melhor desempenho.

A produção comercial (PC) foi maior no túnel alto (Tabela 5), com 9.711,53 kg na média de todas as cultivares, sendo 35% maior que no túnel baixo, que teve média de 6.290,57 Kg, e 41,43% maior que no campo aberto, com média de 5.687,62 Kg. Entre os sistemas de manejo, apenas as cultivares Dover e Oso Grande não apresentaram diferenças estatísticas, as demais mostram melhor média no túnel alto. De maneira geral, o túnel baixo foi estatisticamente igual ao campo aberto.

No túnel alto Diamante e Camarosa obtiveram os melhores valores PC, enquanto que os menos expressivos foram Oso grande, Dover e Ventana.

No túnel baixo as melhores produções foram de Aromas, Diamante, Camarosa, Tudla e Camino Real. Já as menores médias foram de Oso Grande e Dover.

No sistema Campo aberto, Camarosa foi a cultivar que teve o melhor desempenho, ao contrário do Dover, o menos expressivo.

Ainda na Tabela 5, o número de fruto comercial (NFC) foi estatisticamente maior no túnel alto, e apenas as cultivares Dover, Ventana e Oso Grande não tiveram diferenças entre os sistemas.

Tabela 5 - Produção Comercial (PC) kg/parcela, e número de fruto comercial (NFC) por parcela, de nove cultivares de morangueiro, nos sistemas de manejo de túnel alto, túnel baixo e campo aberto. Domingos Martins, ES. 2007/2008.

Cultivares	Túnel alto		Túnel baixo		Campo aberto	
	PC	NFC	PC	NFC	PC	NFC
Dover	5.180,10Ac	420,200 Ade	2.908,94 Ac	241,33 Ab	2.260,18 Ad	181,00 Ac
Camino Real	9.928,48 Ab	678,00 Acd	6.944,61 Ba	481,33 ABab	5.613,89 Babc	370,33 Bbc
Ventana	5.957,26 Ac	413,33 Ade	3.551,96 ABbc	252,66 Ab	2.738,22 Bcd	186,33 Ac
Camarosa	13.882,76 Aa	1089,33 Aa	8.760,18 Ba	689,00 Ba	8.704,42Ba	652,66 Ba
Seascape	9788,51 Ab	849,66 Aabc	6.220,00 Bab	544,33 Ba	6.204,39 Bab	517,00 Bab
Diamante	14.293,28 Aa	1086,33 Aa	9.081,05 Ba	623,33 Ba	6.740,32 Bab	437,33 Babc
Aromas	12.753,46 Aab	1010,33 Aab	9.195,24 Ba	748,00 Ba	7.127,57 Bab	568,00B ab
Oso Grande	4.139,13 Ac	315,00 Ae	2.765,92 Ac	217,66 Ab	4.384,68 Abcd	343,00 Abc
Tudla	11.480,80 Aab	811,66 Abc	7.187,28Ba	545,33 Ba	7.414,96 Bab	552,67 Bab
Média	9.711,53	741,51	6.290,57	482,55	5.687,62	423,14
C.V. (%)	15,94	19,80	21,15	19,90	36,79	38,98

*As médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na linha, e minúsculas na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (P< 0,05).

No túnel baixo cinco cultivares, a saber, Aromas, Camarosa, Diamante, Tudla e Seascape, perfizeram médias altas e estatisticamente iguais. Neste sistema de manejo, a média menos expressiva foi da cultivar Oso Grande, no entanto esta média não diferiu estatisticamente das médias das cultivares Dover, Ventana e Camino Real quanto a característica NFC.

O túnel baixo não apresentou diferença estatística para o campo aberto quanto ao NFC. O maior valor de NFC em campo aberto foi de Camarosa, enquanto os menos expressivos foram de Dover e Ventana.

No túnel alto as cultivares que apresentaram maiores NFC foram Camarosa e Diamante, enquanto que Oso Grande teve a menor quantidade.

Para melhor compreensão dos resultados, fez-se a porcentagem das médias da produção comercial (PC) em relação a produção total (PT), de maneira a conhecer qual sistema de manejo que proporciona uma maior porcentagem produção comercial, e ainda, qual cultivar em cada sistema de manejo tem maior porcentagem de PC por PT. Na Tabela 6, observou-se que o ambiente de túnel alto foi o ambiente que teve maior porcentagem de PC da PT.

Tabela 6 - Porcentagem da produção comercial sobre a produção total de nove cultivares de morango em diferentes sistemas de manejo. Domingos Martins, ES. 2007/2008.

Cultivares	Túnel alto (%)	Túnel Baixo (%)	Campo aberto (%)
Dover	73,57 Ac	62,33 Bd	63,44 Bc
Camino Real	83,57 A ab	83,41 Aa	74,14Ba
Ventana	74,05 Ac	73,05 Abc	73,79 Aa
Camarosa	73,48 Ac	68,10 Acd	70,25 Aab
Seascape	68,07 Ac	62,12 Bd	62,14 Bc
Diamante	87,48 Aa	81,80 Ba	74,52 Ca
Aromas	81,55 Aab	73,94 Bbc	70,83 Bab
Oso Grande	80,95 Ab	74,60 Bb	73,93 Ba
Tudla	80,50 Ab	71,10 Bbc	65,80 Bbc
Média Geral	78,38	72,27	69,87
C.V. (%)	4,06	3,90	5,41

*As médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na linha, e minúsculas na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Apenas as cultivares Ventana e Camarosa não mostraram diferenças entre sistemas de manejo, as demais sofreram influência da interação genótipo *versus* Sistema de manejo. A cultivar Diamante mostrou diferença entre os sistemas com maior proporção de produção comercial no túnel alto e menor a campo aberto. As demais cultivares não tiveram diferença estatística entre túnel baixo e campo aberto

Na Tabela 7 encontram-se os resultados da produção não comercial (PNC). Apenas as cultivares Camarosa e Seascape apresentaram variação para esta característica entre os sistemas de manejo.

De acordo com os resultados, o túnel alto apresentou altos valores para esta característica. Entretanto, este fato pode ser explicado como consequência lógica da maior produção neste sistema de manejo. Neste, camarosa foi a cultivar que obteve maior PNC, enquanto que Oso Grande a menor PNC.

Os maiores valores de PNC no túnel baixo foram de Camarosa e Seascape. Por sua vez, as cultivares Camino Real, Ventana, Diamante e Oso Grande expressaram os menores valores de PNC.

Em Campo aberto novamente as cultivares Camarosa e Seascape, apresentaram os maiores valores para PNC, enquanto que Ventana o mais baixo valor.

Para o número de fruto não comercial (NFNC), descrito na Tabela 7, novamente somente Camarosa e Seascape apresentaram diferença entre sistemas, às outras cultivares apresentaram médias estatisticamente iguais.

Camarosa apresentou maior NFNC no túnel alto, e Oso Grande apresentou menor valor para esta característica.

No túnel baixo Seascape e Camarosa se destacaram, e Oso Grande novamente foi o menos expressivo.

Em campo aberto, Seascape novamente se destacou, e as menores magnitudes de valores foram de Camino Real, Ventana, Diamante e Oso Grande.

Tabela 7 - Produção Não Comercial (g/parcela) e Número de Fruto Não Comercial de nove cultivares de morango, nos sistemas de manejo de túnel alto, túnel baixo e campo aberto. Domingos Martins, ES. 2007/2008.

Cultivares	Túnel alto		Túnel baixo		Campo aberto	
	PNC	NFNC	PNC	NFNC	PNC	NFNC
Dover	1.428,51 Acd	339,33 Acd	1.160,20 Abc	308,00 Abc	777,62 Aabcd	209,67 Abc
Camino Real	602,39 Ade	113,67 Af	492,98 Ac	108,67 Ade	438,50 Acd	94,33 Ac
Ventana	795,23 Ade	158,00 Aef	529,05 Ac	114,00 Ade	309,05 Ad	68,33 Ac
Camarosa	3.203,95 Aa	715,33 Aa	2.167,00 Ba	478,67 Ba	1.529,80 Ba	329,67 Cab
Seascape	2.988,49 Aab	608,33 Aab	2.509,26 Aa	569,00 Aa	1.640,94 Ba	404,67 Ba
Diamante	740,87 Ade	180,00 Adef	628,29 Ac	148,66 Acde	422,60 Acd	101,67 Ac
Aromas	2.127,55 Abc	468,67 Abc	1.995,99 Aab	441,00 Aab	1438,03 Aab	327,33 Aab
Oso Grande	421,19 Ae	85,00 Af	370,69 Ac	82,33 A e	535,31 Abcd	117,33 Ac
Tudla	1392,68 Ade	302,00 Ade	1.169,00 Abc	264,33 Acd	1.357,26 Aabc	313,33 Aab
Média	1.522,31	330,03	1.224,72	279,40	938,79	218,11
C.V. (%)	24,84	30,03	33,12	33,19	33,98	25,26

*As médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na linha, e minúsculas na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Em referencia as doenças, quanto ao número de frutos com antracnose (Tabela 8), o sistema de campo aberto obteve as maiores médias, e apenas as cultivares Dover e Oso Grande não mostram diferença entre os sistemas, a maior média foi de Seascape e as menores de Dover e Oso Grande. Segundo Tanaka (2002), esta doença é favorecida por umidade e temperaturas elevadas, sendo que o inóculo inicial atinge os frutos pela ação água de chuva, vento ou até mesmo inseto. Neste sentido, é de fácil compreensão da maior quantidade de frutos com a doença em sistema de campo aberto, pois as plantas estão mais expostas às condições ambientais.

No túnel alto, a maior quantidade de frutos doentes com Antracnose foi da cultivar Camarosa, e os menores valores Dover, Oso Grande, Ventana e Camino Real.

No túnel baixo, a maior média foi da cultivar Diamante, enquanto que as menores médias foram de Camino Real, Dover e Oso Grande.

Para a característica Antracnose, foi observado o elevado valor de coeficiente de variação, o que provavelmente se deve à falhas na metodologia de coleta e avaliação, devendo, portanto, em outras ocasiões ser ajustada.

Tabela 8 - Média dos valores de total de número de frutos de morango com antracnose, nos diferentes sistemas de manejo. Domingos Martins, ES. 2007/2008.

Cultivares	Túnel alto	Túnel Baixo	Campo aberto
Dover	0,7070 Ab	1,2250 Ac	1,7883 Ad
Camino Real	1,2897 Bb	0,8797 Bc	4,1057 Abcd
Ventana	1,2530 Bb	1,4697 Bbc	3,8590 Acd
Camarosa	4,0237 ABa	3,0783 Babc	6,2250 Aabc
Seascape	2,6000 Bab	2,1657 Babc	8,0557 Aa
Diamante	2,1470 Bab	4,3227 Ba	6,6293 Aab
Aromas	3,3203 Bab	4,0377 ABab	6,0523 Aabc
Oso Grande	0,8797 Ab	1,3510 Ac	2,8520 Ad
Tudla	1,5590 Bab	2,0447 Babc	5,6677 Aabc
Média	1,97	2,28	5,02
C.V. (%)	46,39	47,15	39,19

Os dados da característica é oriundo de transformação por $\sqrt{x + 1/2}$: As médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na linha, e minúsculas na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Em relação ao número de frutos com mofo-cinzento, dos valores transformados (M) (Tabela 9), a interação também foi significativa, procedeu-se também o desdobramento e após o teste de comparação de média de tukey ($P < 0,05$). Entre os sistemas de manejo, as cultivares Dover, Camino Real, Camarosa, Diamantes e Oso Grande detiveram alta quantidade de frutos com mofo (dos valores transformados) (M), e não tiveram diferenças estatísticas entre sistemas.

No sistema de manejo túnel alto, Camarosa foi a cultivar que apresentou o maior M. Menores valores foram das cultivares Oso Grande e Aromas.

Em túnel baixo, os menores valores de M, foram das cultivares Oso Grande, Camino Real e Ventana, a mais expressiva foi Camarosa com maior valor de M.

Em campo aberto, menores magnitudes de M foram de Ventana, Dover, Oso Grande e Aromas. Entre os ambientes, após os desdobramentos, foi detectada pequenas diferenças entre ambientes já na tabela.

De maneira geral, o sistema de manejo de túnel alto foi o que teve menor média de frutos com mofo, entretanto, muito próximo dos outros dois.

Tabela 9 – Número de frutos de morangueiro com mofo cinzento (NFM), e estes valores transformados (M), além da porcentagem (%) do NFM em relação ao número total frutos, nos diferentes sistemas de manejo. Domingos Martins, ES. 2007/2008.

Cultivares	túnel alto			túnel baixo			céu aberto		
	M	NFM	%	M	NFM	%	M	NFM	%
Dover	4,64 A bc	21,33	2,63 Bbc	7,29 Aabc	53,0	8,75 Aab	6,04 Ac	37,0	7,98 Ab
Camino Real	6,83 A abc	50,33	5,20 Bb	5,90 Ac	35,3	5,37 Bbc	7,50 Abc	60,7	9,21 Aab
Ventana	7,95 A ab	65,33	9,24 Aa	6,18 ABc	41,7	8,72 Aab	4,88 Bc	24,3	7,38 Abc
Camarosa	10,05 A a	104,00	4,91 Bb	10,93 Aa	120,0	8,87 Aab	10,62 Aab	116,7	9,43 Aab
Seascape	7,40 Babc	54,33	3,38 Bbc	7,95 ABabc	64,3	5,07 Ac	10,28 Aab	106,0	8,67 Aab
Diamante	6,74 Aabc	46,00	3,38 Bbc	6,81 Abc	46,7	5,14 ABc	7,00 A bc	54,3	6,77 Abc
Aromas	4,01 Bc	15,67	1,07 Ac	7,13 Aabc	50,7	3,78 Ac	6,45 AB c	42,7	3,98 Ac
Oso Grande	4,00 A c	15,67	3,62 Bbc	4,68 Ac	21,7	6,30 ABbc	6,17 Ac	39,0	7,11 Abc
Tudla	8,44 B ab	71,00	5,77 Bab	10,43 ABab	109,3	11,07 Aa	11,38 Aa	134,7	11,61 Aa
media	6,67		26,57	7,48		29,14	7,81		26,75
C.V.(%)	18,13		4,35	14,58		7,01	24,12		8,01

Os dados da característica Mofo é proveniente de transformação por $\sqrt{x + 1/2}$: médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na linha, e minúsculas na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Como havia diferença no número de frutos total (NFT) entre os sistemas de manejo, achou-se interessante calcular a porcentagem do número de frutos com mofo (NFM) em relação ao NFT em cada sistema de manejo, procedendo às análises de variância individuais e conjunta, e teste de médias (Tabela 9).

De acordo com a análise de variância conjunta, as fontes de variação Cultivar, Sistemas de manejo e Interação foram significativas. O teste de média mostrou que, entre os sistemas de manejo, o túnel alto foi o que apresentou menores porcentagens de frutos com mofo, sendo que apenas as cultivares Ventana e Aromas não apresentaram diferenças entre os sistemas. O túnel baixo só não obteve médias estatisticamente iguais ao do céu aberto para as cultivares Camino Real e Seascape. O campo aberto foi o sistema que apresentou maior porcentagem de frutos com mofo.

É importante citar que, o ambiente de campo aberto, praticamente encerrou a colheita em dezembro, quando as maiores partes dos frutos que se colhiam estavam doentes, enquanto que o túnel alto encerrou a colheita em abril. Assim o campo aberto, apresentou uma maior quantidade de frutos doentes em um menor período de tempo.

É sabido que na região serrana do Espírito Santo o verão tem as temperaturas elevadas e com bastante chuva. Neste sentido, acredita-se que a quantidade de frutos doentes nos ambiente protegidos foram ocasionados pelos respingos de chuvas nas plantas que ficavam nas laterais dos túneis, formando assim uma situação favorável ao aparecimento de doença. Estes resultados estão de acordo com Ventura e Costa (2008), que afirmam que todas estas cultivares descritas neste trabalho se mostram suscetíveis ao fungo *Botrytis cinerea*.

3.2.6. RESUMO E CONCLUSÕES

Visando analisar o comportamento de nove cultivares de morangueiro, 'Dover', 'Camino Real', 'Ventana', 'Camarosa', 'Seascape', 'Diamante', 'Aromas', 'Oso Grande' e 'Tudla', sob os sistemas de manejo de túnel alto, túnel baixo e céu aberto, foi montado um experimento no ano de 2007, no Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural - Incaper, no município de Domingos Martins, região serrana do Espírito Santo. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com três repetições e 15 plantas por parcela em cada um dos três ambientes de cultivo. O espaçamento entre plantas utilizado foi de 40 x 40 cm, conduzido em três linhas, sobre canteiros de 30 cm de altura, com 1,00 m de largura e 20 m de comprimento, cobertos por mulching preto. Foram avaliados os seguintes caracteres: Produtividade (P), produção total da parcela (PT), número de fruto total (NFT), produção comercial (PC), número de frutos comerciais (NFC), produção não comercial (PNC), número de frutos não comerciais (NFNC), número de frutos com mofo-cinzento e Antracnose.

Para os dados de doenças foi necessário proceder a transformação dos mesmos de maneira que pudesse ser feita a análise de variância. As análises de variância de cada ambiente mostraram significância entre os tratamentos. Foi observada a homogeneidade e a normalidade dos ambientes e procedeu-se a

análise conjunta. Para as características PT, NFT, PC, NFC, P e Antracnose observou-se na análise de variância conjunta que os caracteres apresentaram as fontes de variações, cultivares e sistemas de manejo significativos estatisticamente, no entanto a interação foi não significativa. Para os caracteres PNC e NFNC comercial todas as fontes de variações foram significativas. Já para a doença mofo-cinzento, apenas foi não significativa a fonte de variação sistemas de manejo. Como a interação foi significativa, procedeu-se o desdobramento de cultivares/sistemas de manejo, e sistemas de manejo/cultivares para estudar melhor esta característica, seguido do teste de média de Tukey a 5%.

O campo aberto apresentou as menores médias para características como produção total, e maiores número de frutos com antracnose. O túnel baixo, para a maioria dos caracteres, não se diferiu do campo aberto.

O túnel alto se destacou para maioria dos caracteres, como as melhores produtividades, maiores porcentagens de frutos comerciais, bem como menores porcentagem de frutos com mofo-cinzento e menores quantidade de frutos com antracnose, se destacando, desta forma, como excelente sistema de manejo para os produtores de morango da Região Serrana do Espírito Santo.

A cultivar de maior destaque nos ambientes foi Camarosa (mesmo tendo apresentado maior porcentagem de doenças), seguido de Aromas e Diamante, por apresentarem boas produtividades e alta porcentagem de produção comercial. Diamante e Aromas ainda apresentaram menores porcentagens de frutos com mofo. Os piores desempenhos produtivos nos ambientes foram das cultivares Oso Grande e Dover.

3.2.7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Antunes O. T., Calvete E. O., Rocha H. C., Nienow A. A., Cecchetti D., Riva E., Maran R.E. (2007) Produção de cultivares de morangueiro polinizadas pela abelha jataí em ambiente protegido. *Horticultura Brasileira*. 25, 94-99.
- Balbino, J. M. S et al. (2006) Tecnologias para produção de mudas e cultivo comercial de morango. *In: Balbino, J. M. S (ed.).2. Tecnologias para produção, colheita e pós-colheita de Morangueiro*. Vitória: Incaper, p.25-35.(Documentos,124)
- Bartlett, M.S. (1937) *Properties of sufficiency and statistical tests*. Proceedings of the Royal Society of London, serie A, London, 160:268-282.
- Cargnelutti Filho, A., Storck, L. (2007) Avaliação da precisão experimental em ensaios com cultivares de milho. *Pesquisa Agropecuária brasileira*. V. 42, nº1, p.17-24.

- Castro, R. L. (2002) *Diversidade genética, adaptabilidade e estabilidade do morangueiro (Fragaria x ananassa Duch.) em cultivo orgânico*. UFV, Viçosa, Tese: doutorado em genética e Melhoramento, 145p.
- Costa, H., Ventura, J. A. (2007) Manejo integrado do morangueiro. In: *Manejo integrado de doenças de fruteiras*. Brasília: Sociedade Brasileira de Fitopatologia, p.21-44.
- Cruz, C.D. (2006) Programa Genes (Versão Windows), Aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa: UFV, 648p.
- Duarte Filho J., Antunes L. E. C., Pádua J. G. (2007) Cultivares. *Informe Agropecuário*. v.28, p.20-23.
- Oliveira, R. P., Scivittar, W. B. (2006) Desempenho produtivo de mudas nacionais e importadas de morangueiro. *Revista Brasileira de Fruticultura*. Jaboticabal, 28, p.520-522.
- Oliveira, R. P., Scivittar, W.B., Finknauer, D. (2008) Produção de morangueiro da cv. Camino real em sistema de túnel. *Revista Brasileira de Fruticultura*. Jaboticabal, 30, p.681-684.
- Pereira, E., Silva, I.J O., Moura, D. J. , Piedade, S. M. S. (2004) Desempenho da cultura da rúcula cultivada em época de verão em túneis baixos de polietileno perfurado. *Engenharia Agrícola*. Jaboticabal, v.24, n.2, p.285-290.
- Gomes, F. P. (1985) *Curso de estatística experimental*. São Paulo: ESALQ, 467 p.
- Prezzoti, L. C. (2006) Nutrição mineral do morangueiro. In: Balbino, J. M. (ed.) *Tecnologias para produção, colheita e pós-colheita de morangueiro*. 2. Vitória, ES: Incaper, p.37-40 (Incaper. Documento, 124).

- Rocha, P. K. (2002) *Desenvolvimento de Bromélias em ambientes protegidos com diferentes alturas e níveis de sombreamento*. Dissertação (mestrado em Agronomia) São Paulo: ESALQ, 84p.
- Sganzerla, E. (1995) *Nova agricultura: a fascinante arte de cultivar com plásticos*. 5. Porto Alegre, Livraria e editora agropecuária LTDA., 341p.
- Tanaka, M. A. S. (2002) Controle das doenças causadas por fungos e Bactéria em morangueiro. In: Zambolim, I., Vale, F.X. R., Monteiro, A.J.A, Costa, H. (2002) *Controle de doenças de plantas: Fruteiras*
- Ventura, J. A., Costa, H. (2008) Estratégias de manejo para o controle de doenças de plantas: casos de sucesso em banana abacaxi e morango. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 20, Vitória-ES: SBF/Incaper, *Anais...* Vitória-ES: SBF/Incaper, CD-ROM, p1-35.
- Virmond, M. F. R., Resende, J. T. V. (2006) Produtividade e Teor de Sólidos Solúveis Totais em Frutos de Morango Sob Diferentes Ambientes de Cultivo. *Revista Eletrônica Lato Sensu*— disponível on-line: <http://www.unicentro.br/propesp/posGraduacao/revista.asp> .
- Zimmermann, F. J. P. (2004) *Estatística aplicada à pesquisa agrícola*. Embrapa Arroz e Feijão, 402 p.

4. RESUMOS E CONCLUSÕES

Com o propósito de avaliar a adaptabilidade e estabilidade de cultivares de morango na região Serrana do Espírito Santo, foi avaliado o desempenho de sete cultivares nos anos agrícolas de 2006/2007, 2007/2008 e 2008/2009, nos municípios de Domingos Martins, Muniz Freire e Lúna, utilizando como ambientes os sistemas de manejo em túnel alto e túnel baixo, montados em um delineamento de blocos ao acaso, com três repetições, e quinze plantas por unidade experimental. Os ambientes de túnel alto foram analisados separadamente dos túneis baixos. O conjunto de túneis baixos era formado por oito ambientes, por sua vez, os túneis altos, apenas quatro. Após serem detectadas significância nas interações cultivar x ambiente, tanto nos conjuntos de túneis altos, quanto no conjunto de túneis baixo, foi efetuada a decomposição da interação em parte complexa, sendo que a maioria dos contrastes de ambientes de túnel baixo apresentou interação do tipo complexa, nos túneis altos a maior parte da interação foi do tipo simples.

Foram feitos estudos de adaptabilidade e estabilidade. Para o conjunto de túneis baixos utilizaram-se as metodologias de Eberhart e Russell (E&R) e Lin e Binns (L&B). Já para os túneis altos apenas L&B.

Na análise dos ambientes de túneis baixo pelo método E&R as cultivares Diamante e Aromas foram classificadas como de adaptabilidade geral ou ampla, a

cultivar Camarosa foi indicada para ambientes favoráveis. Pela metodologia de L&B, os menores valores de P_i Geral foram das cultivares Aromas e Diamante, sendo que estas também foram indicadas para ambientes favoráveis e ambientes desfavoráveis. Optou-se pela indicação dos genótipos da metodologia de Lin e Binns, desta forma, para ambientes de túnel baixo tanto para ambientes favoráveis como desfavoráveis recomenda-se Diamante e Aromas.

Para ambientes de túnel alto, as cultivares indicadas foram Camarosa e Diamante, além da cultivar Seascape em caso de ambientes desfavoráveis.

Já visando analisar o comportamento de nove cultivares de morangueiro, 'Dover', 'Camino Real', 'Ventana', 'Camarosa', 'Seascape', 'Diamante', 'Aromas', 'Oso Grande' e 'Tudla', sob os sistemas de manejo de túnel alto, túnel baixo e céu aberto, foi montado um experimento no ano de 2007, no Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural - Incaper, no município de Domingos Martins, região serrana do Espírito Santo. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com três repetições e 15 plantas por parcela em cada um dos três ambientes de cultivo. O espaçamento entre plantas utilizado foi de 40 x 40 cm, conduzido em três linhas, sobre canteiros de 30 cm de altura, com 1,00 m de largura, e 20 m de comprimento, cobertos por mulching preto. Foram avaliados os seguintes caracteres: Produtividade (P), produção total da parcela (PT), número de fruto total (NFT), produção comercial (PC), número de frutos comerciais (NFC), produção não comercial (PNC), número de frutos não comerciais (NFNC), número de frutos com mofo-cinzento e Antracnose.

Para os dados de doenças foi necessário proceder a transformação dos mesmos de maneira que pudesse ser feita a análise de variância. As análises de variâncias de cada ambiente mostraram significância entre os tratamentos. Foi observada a homogeneidade e a normalidade dos ambientes e procedeu-se a análise conjunta. Para as características PT, NFT, PC, NFC, P e Antracnose observou-se na análise de variância conjunta que os caracteres apresentaram as fontes de variações, cultivares e sistemas de manejo significativos estatisticamente, no entanto a interação foi não significativa. Para os caracteres PNC e NFNC todas as fontes de variações foram significativas. Para a doença mofo-cinzento, apenas foi não significativo a fonte de variação sistemas de manejo. Como a interação foi significativa, procedeu-se o desdobramento de

cultivares/sistemas de manejo e sistemas de manejo/cultivares para estudar melhor esta característica, seguido do teste de média de Tukey a 5%.

O campo aberto apresentou as menores médias para características como produção total, e maiores número de frutos com antracnose. O túnel baixo para a maioria dos caracteres não se diferiu do campo aberto.

O túnel alto se destacou para maioria dos caracteres, como as melhores produtividades, maiores porcentagens de frutos comerciais, bem como menores porcentagem de frutos com mofo-cinzento e menores quantidade de frutos com antracnose, se destacando, desta forma, como excelente sistema de manejo para os produtores de morango da Região Serrana do Espírito Santo.

A cultivar de maior destaque nos ambientes foi Camarosa (mesmo tendo apresentado maior porcentagem de doenças), seguido de Aromas e Diamante, por apresentarem boas produtividades e alta porcentagem de produção comercial. Diamante e Aromas ainda apresentaram menores porcentagens de frutos com mofo. Os piores desempenhos produtivos nos ambientes foram das cultivares Oso Grande e Dover.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Annicchiarico, P. (1992) Cultivar adaptations and recommendation from alfalfa trials in Northern Italy. *Journal of genetics & breeding*, Rome, v.46, n.1, p.269-278.

Agrianual 2008 (2008) *Anuário da agricultura*. São Paulo: FNP, p. 417-419.

Antunes, L. E. C., et al. (2009) Sistema de produção de morango. Disponível online: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Morango/SistemaProducaoMorango/cap09.htm#desvantagens#desvantagens> . acessado em 06/02/2009.

Balbino, J. M. S *et al.* (2006) Tecnologias para produção de mudas e cultivo comercial de morango. *In: BALBINO, J.M.S (ed.).2. Tecnologias para produção, colheita e pós-colheita de Morangueiro*. Vitória: Incaper, p.25-35.(Documentos,124)

Balbino, J. M. S, Marin, A.J. (2006) Importância socioeconômica da cultura do morango para o estado do Espírito Santo e o planejamento da produção

comercial. In: Balbino, J.M.S (ed.).2. *Tecnologias para produção, colheita e pós-colheita de Morangueiro*. Vitória: Incaper, p.11-14.(Documentos,124).

Barros, H. B., Sedyama, T., Teixeira, R. C., Cruz, C. D. (2008) Análises paramétricas e não paramétricas para a determinação da adaptabilidade e estabilidade de genótipos de soja. *Scientia Agrária*. v.9, p.299-309,.

Branzanti, E. C. (1989) *La fresa*. Madrid: Mundi-Prensa, 386p.

Bringham, R. S. (1990) Cytogenetics and evolution in American *Fragaria*. *HortScience*. v.25, n.8, p.879-881.

Calvete, E. O., Azevedo, M., Bordignon, M. H., Suzin, M. (2002) Análises anatômicas e da biomassa em plantas de morangueiro cultivadas *in vitro* e *ex vitro*. *Horticultura Brasileira*, v. 20, n. 4, p.649-653.

Castro, R. L. (2004) Melhoramento Genético do morangueiro: Avanços no Brasil In: *Simpósio Nacional do Morango, 2.; Encontro de pequenas frutas nativas,1*. Palestras. Pelotas: Embrapa clima temperado, p.22-36.(Documentos, 124)

Chabot, B. F. (1978) Environmental influences on photosynthesis and growth in *Fragaria vesca*. *New Phytol*. N.80, p.87-98

Costa, H., Ventura, J. A. (2006) Doenças do morangueiro: Diagnóstico e manejo. In: Balbino, J. M. S (ed.).2. *Tecnologias para produção, colheita e pós-colheita de Morangueiro*. Vitória: Incaper, p. 41-57. (Documentos,124)

Costa, H., Balbino, J. M. de S., Teixeira, C.P. *et al.* (2006) Avanços e desafios na produção integrada do morangueiro no estado do Espírito Santo In: SEMINÁRIO Brasileiro da Produção Integrada de Frutas, 8., Vitória, ES. 2006. *Anais...* Vitória, ES: Incaper, 2006, p. 256

- Cruz, C. D., Carneiro, P. C. S. (2003) *Modelos Biométricos Aplicados ao Melhoramento Genético*. Viçosa, UFV, 585p.
- Cruz, C. D., Castoldi, F.L. (1991) Decomposição da interação genótipos x ambientes em partes simples e complexas. *Ceres*. V 38, p.422-430,
- Cruz, C. D., Regazzi, A. J. (1997) *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético*. Viçosa, MG: UFV, 394p.
- Cruz, C. D., Regazzi, A.J., Carneiro, P. C. S. (2004) *Modelos Biométricos aplicados ao Melhoramento Genético*. Viçosa, UFV, 480 p.
- Cruz, C. D., Torres, R. A., Vencovsky, R. (1989) An alternative approach to the stability analyses proposed by Silva and Barreto. *Revista Brasileira de Genética*. v. 12, p.567- 580.
- Darezzo, R. J., Aguiar, R. L., Aguilera, G. A. H et al. (2004) Cultivo em ambientes protegidos: Histórico, tecnologias e perspectivas. In: *Cultivo em ambiente protegido: histórico, tecnologia e perspectivas*. Viçosa: UFV, p.1-8.
- Daros, M. (1999) *Caracterização morfológica e estabilidade de produção de Ipomoea batatas*. Dissertação: Mestrado, UENF: Campos dos Goytacazes- RJ, 58 p.
- Daros, M., Amaral Júnior, A. T. (2000) Adaptabilidade e estabilidade de produção de *Ipomoea batatas*. *Acta Scientiarum*. n.22, p.911-917.
- Darrow, G. M. (1936) Inter-relation of Temperature and Photoperiodism in the Production of Fruit-buds and Runners in the Strawberry. *Proceedings of the American Society for horticultural Science*. ,v.34, p.360-363.

- Darrow, G. M. (1966) *The strawberry: history, breeding and physiology*. Holt, Rinehart and Winston, New York.
- Davis, T. M., Denoyes-Rothan, B., Lerceteau- Köhler, E. (2007) *Strawberry*. In: Kole C. (ed.) *Genome Mapping and Molecular Breeding in plants IV: Fruits and nuts*. Springer. P. 189-206
- Dias, M. S. C., Costa, H., Canuto, R. S. (2007) Manejo de doenças do morangueiro. *Informe agropecuário*. Belo Horizonte: EPAMIG, p.64-77.
- Duarte filho, J. et al. (1999) Aspectos do florescimento e técnicas empregadas objetivando a produção precoce em morangueiros. *Informe Agropecuário*. Belo Horizonte, n.198, p.30-35.
- Duarte filho, J. et al. Cultivares (2007) *Informe Agropecuário*. Belo Horizonte, n.236, p.20-23.
- Durner, E. F. e Poling, E. B. (1988). Strawberry developmental responses to photoperiod and temperature. *A review. Adv. Strawberry Prod.* n7, p.6-14.
- Eberhart, S. A., Russel, W. A. (1966) Stability parameters for comparing varieties. *Crop Science*. v.6, p.36-40.
- Faedi, W., Mourgues, F., Rosati, C. (2002) Strawberry Breeding and Varieties: Situation and Perspectives. *Acta Horticulturae*, n.567, p.51-59.
- Finlay, K. W., Wilkinson, G. N. (1963) The analysis of adaptation in a plant breeding programme. *Australian Journal of Agricultural Research*, Melbourne, v.14, p.742-754.

- FAOSTAT. (2008) Statistical Databases: Agricultural Production. Disponível on-line em http://www.fao.org/waicent/portal/statistics_en.asp.
- Gama, A. S., Lima, H. N., Lopes, M. T. G., Teixeira, W. G. (2008) Caracterização do modelo de cultivo protegido em Manaus com ênfase na produção de pimentão. *Horticultura Brasileira*. n. 26: 121-125.
- Gauch, H. G., Zobel, R. W. (1996) AMMI analysis of yield trials. In: Kang, M. S., Gauch, H. G. eds. *Genotype-by-environment interaction*. Boca Raton, FL, CRC Press, p. 85-122.
- Gemtchújnicov, I. D. (1976) *Manual de Taxonomia Vegetal*. São Paulo: Ceres, 368p.
- Goto R. (1997) Plasticultura nos trópicos: uma avaliação técnico-econômica. *Horticultura Brasileira* 15:163-165.
- Guimarães, L. J. M. (2006) *Caracterização de genótipos de milho desenvolvidos sob estresse de Nitrogênio e herança da deficiência de uso deste nutriente*. Tese (doutorado) Genética e melhoramento, UFV, Viçosa, 110p.
- Hancock, J. F., Scott, D. H., Lawrence, F. J. (1996) *Strawberry*. In: Janick, M.; Moore, J. N. (Ed.) *Fruit Breeding*. Vine and small fruits crop. p. 419-470.
- Huehn, M. (1990) Nonparametric measures of phenotypic stability. Part I: theory. *Euphytica*. v.47, p.189-194.
- Ito, H., Saito, T. (1962) Studies on the flower formation in the strawberry plants. I. Effects of temperature and photoperiod on the flower formation. *Tahoku J. Agric. Res.* n13, p.191-203.

- Jones, J. K. (1986) *Strawberry*. In: Simmonds, N.W. (ed.) *Evolution of crop plants*. Edinburg. School of Agriculture Edinburg, p. 237-242.
- Larson, K. D. (1994) *Strawberry*. In: Schaffer, B., Anderson, P.C. *Handbook of environmental physiology of fruit crops*.1. CRC Press, Boca Raton, p.271-297.
- Lin, C. S., Binns, M. R. (1988) A superiority measure of cultivar performance for cultivar x location data. *Canadian Journal of Plant Science*. Ottawa, v. 68, p. 193-198, 1988.
- Madail, J. C. M., Reichert, L. J., Martins, C. R. (2003) Mercado internacional e nacional. In: FLORES-CANTILLANO (ed.). *Morango. Pós-colheita*. Pelotas, EMBRAPA Clima temperado, p.10-13.(Frutas do Brasil, 42).
- Maranha, F. G. C. B. (2005) *Estratificação ambiental para a avaliação de genótipos de algodoeiro no estado de Mato Grosso*. Piracicaba, 2005. Tese (Doutorado)-Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo. 63p.
- Marin, J. A., Costa, H., Balbino, J. M. S. (1999) Situação da cultura do morangueiro no estado do Espírito Santo. In: Duarte Filho, J., *et al.* Simpósio nacional do Morango. I. Pouso Alegre . EPAMIG, p.131-134.
- Mendonça, O., Carpentierl-Pípolo, V., Garbuglio, D. D., Fonseca Júnior, N. S. (2007). Análise de fatores e estratificação ambiental na avaliação da adaptabilidade e estabilidade em soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. Vol 42, n11, p. 1567-1575.
- Multiplanta (2009). Morango: cultivares. Andradas: disponível: <http://www.multiplanta.com.br> , consultado em 08/01/2009.

- Murakami, D. M., Cruz, C. D. (2002) Proposal of methodology to assess the representativeness of environments for genotypic discrimination. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, v.2, p.325-330.
- Murakami, D.M., Cardoso, A. A., Cruz, C.D., Bizão, N. (2004) Considerações sobre duas análises de estabilidade e adaptabilidade. *Ciência Rural*. v. 34, p.71-78.
- Okimura, M., Igarashi, I. (1997) Effects of photoperiod and temperature on flowering in everbearing strawberry seedlings. *Acta Horticulturae*. n.439,p.605-607.
- Oliveira, M. A. C., Santos, A. M. (2003) *Classificação Botânica, Origem e Evolução*. In: Santos, A.M., Medeiros, A.R.M (ed.) *Morango: Produção*. Pelotas, EMBRAPA Clima temperado, p.16-17.(Frutas do Brasil, 42)
- Padovani, M.I. (1991) *Morango: o delicado e saboroso fruto da integração dos povos*. São Paulo: Icone,. 68p.
- Pereira, E., Silva, I. J. O., Moura, D. J., Piedade, S. M. S. (2004) Desempenho da cultura da rúcula cultivada em época de verão em túneis baixos de polietileno perfurado. *Engenharia Agrícola*.Jaboticabal, v.24, n.2, p.285-290.
- Plaisted, R. L., Peterson, L. C. (1959) A technique for evaluating the ability of selections to yield consistently in different locations or seasons. *American Potato Journal*, Orono, v. 36, p. 381-385,
- Planasa (2009). Product: fresa; Tudla. Disponível on-line: www.planasa.com , consultado em 06/02/2009.

- Potter, D., Luby, J. J., Harrison, R. E. (2000) Phylogenetic relationships among species of *Fragaria* (Rosaceae) inferred from non-coding nuclear and chloroplast DNA sequences. *Systematic Botany*.v2., n 25, p.337-348.
- Pritts, M., Luby, J. (1990) Stability indices for horticultural crops. *Hort Sci.* n.25, p.740-745.
- Purquerio, L. F. V., Tivelli, S. W. (2009) Manejo do ambiente em cultivo protegido.: http://www.iac.sp.gov.br/Tecnologias/MANEJO_Cultivo_Protegido/Manejo_Cultivo_protegido.htm. disponível on-line.
- Qin, Y., Silva, J.T., Zhang, L., Zhang, S. (2008) Transgenic strawberry: State of the art for improved traits. *Biotechnology Advances.* n.26,p.219-232.
- Queiroz-Voltan, R. B., Jung-Mendaçolli, S. L., Passos, S. A. *et al.*(1996) Caracterização botânica de cultivares de Morango. *Bragantia*, 55(1), p.29-44.
- Reichert, L. J., Madail, J. C. M. (2003) Aspectos socioeconômicos. *In: Santos, A. M., Medeiros, A. R. M (eds.). Morango: Produção.* Pelotas, EMBRAPA Clima temperado, p.12-15.(Frutas do Brasil, 42)
- Resende, M. D. V. (2002) *Genética Biométrica e Estatística no Melhoramento de Plantas Perenes.* Brasília: Embrapa Informação tecnológica, 975p.
- Resende, L. M. A., Mascarenhas, M.H.T., Paiva, B.M. (1999) Panorama da produção e comercialização do morango. *Informe Agropecuário.* 198(20), p.5-19.
- Robertson, A. (1959) Experimental design on the measurement of heritabilities and genetic correlations. *Biometrical genetics.* New York :Pergamon Press, 186p.

- Rocha, M. M. (2002) *Seleções de linhagens experimentais de soja para adaptabilidade e estabilidade fenotípica*. Tese (Doutorado- Agronomia), ESALQ, Piracicaba- SP, 173p.
- Rocha, M. M., Vello, N. A. (1999) Interação genótipos e locais para rendimento de grãos de linhagens de soja com diferentes ciclos de maturação. *Bragantia*. 58(1), p. 69-81.
- Romagosa, I., Fox, P. N. (1993) Genotype x environment interaction and adaption. In: Hayward, M. D., Bosemark, N.O., Romagosa, I. *Plant breeding: principles and prospects*. London: Chapman & Hall , p.375-390.
- Santos, A. M. (1999) Melhoramento Genético do Morangueiro. *Informe Agropecuário*. 198 (20), p.24-29.
- Seeling, R. A. (1975) *Strawberries*. 3.ed. Washington: United Fresh Fruit & Vegetable Association, 24p.
- Senanayake, Y. D. A., Bringham, R. S. (1967) Origin of *Fragaria* polyploids: I. cytological analysis. *American Journal of Botany*, v.54. p.221-228.
- Sganzerla, E. (1995). *Nova agricultura: a fascinante arte de cultivar com plásticos*. 5. Porto Alegre, Livraria e editora agropecuária LTDA., 341p.
- Shaw, D. V. (2004) Strawberry production systems, breeding in California In: *Simpósio Nacional do Morango*, 2.; Encontro de pequenas frutas nativas,1. Palestras. Pelotas: Embrapa clima temperado, p.15.20.(Documentos, 124)
- Shulaev, V., Korban, S. S., Sosinski, B. et al. (2008) Multiple models for Rosaceae Genomics. *Plant Physiology*. V. 147, p. 985-1003.

- Silva, J. G. C., Barreto, J. N. (1985) Aplicação da regressão linear segmentada em estudos da interação genótipo x ambiente. In: *Simpósio de Experimentação Agrícola*, 1, Piracicaba, 1985. Resumos. Campinas, Fundação Cargill, p.49-50.
- Silva, W. C. J., Duarte, J. B. (2006) Métodos estatísticos para estudo de adaptabilidade e estabilidade fenotípica em soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 41,n 1, p.23-30.
- Sousa, M. B. S., Curado, T. F. (2005) Colheita, Pós-colheita, conservação e qualidade. In: Palha, M.P(coord). *Manual do Morangueiro*. Portugal: INIAP/EAN, p. 107-120.
- Taylor, D. R. (2002) The physiology of flowering in strawberry. *Acta Horticulturae*. 567, p.245-251.
- Vencovsky, R., Barriga, P. (1992) *Genética biométrica no fitomelhoramento*. Ribeirão Preto, 486 p.
- Verma, M. M., Chahal, G. S., Murty, B. R. (1978) Limitations of conventional regression analysis: a proposed modification. *Theoretical and Applied Genetics*, Berlin, v. 53, p. 89 91.
- Vilhegas, A. C. G., et al. (2001) Efeito de épocas de semeadura e estabilidade de híbridos de milho em plantios de safrinha no noroeste do Paraná. *Bragantia*. 60, p.45-51.
- Wricke, G. (1965) Zur berechnung der oovalenz bei sommerweizen und hafer. *Z. Pflanzenzucht*. Berlin, v.52, p.127-138.
- Yates, F., Cochran, W. G. (1938) The analysis of group of experiments. *J. Agric. Sci.*, London, 28: p.556-580.

Zambolim, L., Costa, H. (2006) Manejo Integrado de doenças do morangueiro, *In: Boletim do morango: Cultivo Convencional, segurança alimentar, cultivo orgânico*. Belo Horizonte: FAEMG, 160p.