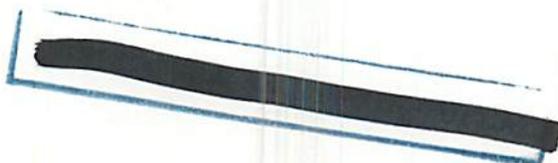


MÁRCIO ANTONIO DA SILVEIRA



**HERANÇA DO FORMATO E OUTRAS CARACTERÍSTICAS
MORFOLÓGICAS DE FRUTOS DE TOMATEIRO (*Lycopersicon
esculentum* Mill) EM UM CRUZAMENTO BIPARENTAL**

Tese apresentada à Universidade Federal de
Lavras, como parte das exigências do curso de
Agronomia, área de concentração em Fitotecnia,
para obtenção do Título de "Doutor".

Orientador

Dr. WILSON ROBERTO MALUF

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
1995

FICHA CATALOGRÁFICA PREPARADA PELA SEÇÃO DE CATALOGAÇÃO E
CLASSIFICAÇÃO DA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFLA

Silveira, Márcio Antonio da.

Herança do formato e outras características morfológicas de frutos de tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill) em um cruzamento biparental / Márcio Antonio da Silveira. -- Lavras : UFLA, 1995. 53 p. : il.

Orientador: Wilson Roberto Maluf.
Tese (Doutorado) - UFLA.
Bibliografia.

1. Tomate - Características morfológicas.
 2. Tomate - Herança.
 3. Tomate - Parâmetros genéticos.
 4. Cruzamento biparental.
 5. Tomate - hibridação.
- I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

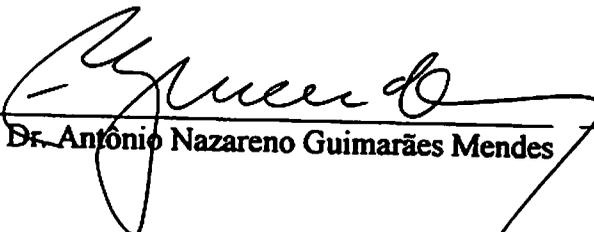
CDD-635.6423

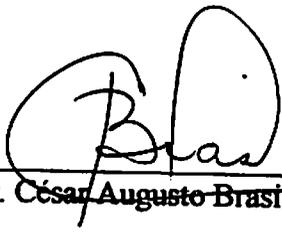
MÁRCIO ANTÔNIO DA SILVEIRA

**HERANÇA DO FORMATO E OUTRAS CARACTERÍSTICAS
MORFOLÓGICAS DE FRUTOS DE TOMATEIRO (*Lycopersicon
esculentum* Mill.) EM UM CRUZAMENTO BIPARENTAL**

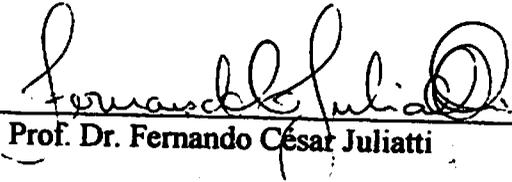
Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras,
como parte das exigências do Curso de Doutorado em
Agronomia, área de concentração em Fitotecnia, para
obtenção do título de "Doutor".

APROVADA em 15 de dezembro de 1995


Prof. Dr. Antônio Nazareno Guimarães Mendes


Prof. Dr. César Augusto Brasil Pereira Pinto


Pesq. Dr. João Eustáquio Cabral de Miranda


Prof. Dr. Fernando César Juliatti


Prof. Dr. Wilson Roberto Maluf
(Orientador)

*“É preciso sonhar,
mas com condição de Crer em nossos sonhos,
de confrontar nossas observações com a vida real
e de realizar escrupulosamente a nossa fantasia”.*

Vladmir I. Lenin

À meus pais Antonio Fernandes da Silveira e Tereza Ventura L. da Silveira, ao meu irmão Robson Fernandes da Silveira, à minha querida irmã Márcia Cristina Silveira, à Silvânia de Cassia Lima, ao professor Wilson Roberto Maluf - PhD, ao meu querido filho Caio Lima da Silveira e demais familiares pelo apoio, razão, compreensão, dedicação, incentivos, paciência, em todos os momentos de alegria e dificuldades na minha vida.

Dedico este trabalho.

AGRADECIMENTOS

- Ao Professor WILSON ROBERTO MALUF, PhD, pela orientação de fato, por conseguir não só orientar-me para os caminhos da ciência, mas para o mundo da ciência; por permitir-me alcançar uma visão holística de pesquisa científica, mas sobretudo por me ensinar lições valiosas de vida, de amizade, de respeito, humildade e por tudo que há de verdadeiro num bom relacionamento humano.

- Ao Estado do Tocantins por ter me concedido a liberação com vínculo para o Curso de Mestrado e posteriormente de Doutorado.

- Ao amigo e Diretor do Centro Universitário de Gurupi (UNITINS), Alan Barbiero, pela compreensão da realidade do Estado do Tocantins em aproveitar com sabedoria os recursos humanos já existentes e por ter contratado a mim, ao Paulo e Erich, não pela amizade, mas por acreditar em nossa capacidade de trabalho.

- À Universidade Federal de Lavras pela oportunidade concedida para a realização do curso de Pós-graduação.

- Aos amigos Vicente, Paulo Moreto e Luis Antonio, pelo apoio dado na condução do experimento de campo e pela amizade e incentivo durante todo o curso de pós-graduação.

- Aos amigos do Curso de Pós-graduação em Fitossanidade, Fitotecnia e Genética e Melhoramento de plantas com os quais tive um convívio maduro e profissional.
- À Guilherme Victor Nippes Pereira, vulgo "Mendel", pela amizade e compreensão.
- Ao amigo Sebastião Márcio de Azevedo pela convivência amigável e sincera durante o nosso trabalho de pesquisa.
- Aos grandes amigos de todas as horas e lugares: Paulo Rogério Gonçalves e Erich Collicchio.
- Ao meu Professor Peter Ernest Sonnenberg (Universidade Federal de Goiás-UFG) e Fernando A.R.Filgueira (Professor da Universidade Federal de Uberlândia) com os quais tive o primeiro contato no curso de Agronomia da UFG, com a olericultura.
- Ao Pesquisador Dr. Simon S. Cheng, da Embrapa de Belém, pelo incentivo e motivação para fazer o curso de Pós-graduação, e principalmente pela sua dedicação a cultura do Tomateiro nas regiões do trópico-úmido brasileiro.
- A Coordenadoria de aperfeiçoamento de Pessoal de nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.
- À todos aqueles que contribuíram de algum modo para o êxito deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS	vi
RESUMO	viii
SUMMARY	x
1 INTRODUÇÃO	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO	4
2.1 Herança do formato e outras características morfológicas de frutos de tomateiro (<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill) em um cruzamento biparental	4
2.2 Metodologias estatístico-genéticas para estudo da herança de caracteres quantitativos	10
2.2.1 Componentes de médias	10
2.2.2 Componentes de variância	13
3 MATERIAL E MÉTODOS	17
3.1 Local da experimentação	17
3.2 Obtenção das gerações segregantes	17
3.3 Estudo da herança de características morfológicas dos frutos de tomateiro ..	18
3.4 Análise estatística e genética	21
3.4.1 Análise de variância	21
3.4.2 Componentes de média	23
3.4.3 Correlação entre caracteres	26
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
4.1 Análise de variância	27
4.2 Componentes de média	29
4.3 Componentes de variância e herdabilidade	33
4.4 Correlações	36
5 CONCLUSÕES	46
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48
APÊNDICE	52

LISTA DE TABELAS

TABELA		Página
1	Esquema de análise de variância em blocos ao acaso, ao nível de médias e com as respectivas esperanças matemáticas dos quadrados médios $E(QM)$ e os componentes da variância fenotípica ao nível de plantas das gerações P_1 , P_2 , F_1 , F_2 , RC_{11} e RC_{21} . UFLA, Lavras-MG, 1995	22
2	Resumo da análise de variância para comprimento longitudinal de frutos, diâmetro transversal e número de lóculos por fruto procedentes do cruzamento Nemadoro X Stevens. UFLA, Lavras-MG, 1995	28
3	Resumo da análise de variância para proeminência da cicatriz estilar de fruto, espessura da polpa e firmeza de frutos proveniente do cruzamento Nemadoro x Stevens. UFLA, Lavras-MG, 1995	28
4	Resumo da análise de variância para peso médio de frutos, formato de fruto e peso médio por lóculo procedentes do cruzamento Nemadoro x Stevens. UFLA, Lavras-MG, 1995	29
5	Componentes de média observadas para comprimento longitudinal de frutos (C), diâmetro transversal de frutos (D); formato de fruto (C/D); número de lóculo por frutos, espessura da polpa; firmeza de frutos; peso médio de frutos e peso médio por lóculo obtidos a partir do cruzamento entre as cultivares de tomate Nemadoro (P_2) x Stevens (P_1). UFLA, Lavras-MG, 1995	30
6	Ajuste dos parâmetros do modelo para as características morfológicas de frutos a partir do cruzamento Nemadoro x Stevens. UFLA, Lavras-MG, 1995	30
7	Estimativas das variâncias aditiva (σ_A^2), de dominância (σ_D^2) e ambiental (σ_E^2), herdabilidades no sentido amplo (h_a^2) e restrito (h_r^2), grau médio de dominância (gmd) e número provável de genes (n). UFLA, Lavras-MG, 1995	31

TABELA

Página

8	Estimativas dos coeficientes de correlações fenotípicas (F), genotípica (G) e ambiental (E) correspondentes às combinações das 9 características estudadas a partir do cruzamento entre as cultivares de tomate Nemadoro x Stevens. UFLA, Lavras-MG, 1995	37
---	---	----

RESUMO

SILVEIRA, Márcio Antonio da. Herança do formato e outras características morfológicas de frutos de tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill) em um cruzamento biparental. Lavras: UFLA, 1995. 53p. (Tese - Doutorado em Fitotecnia).¹

O objetivo deste trabalho foi determinar a herança do formato e outras características morfológicas de frutos de tomateiro a partir de um cruzamento biparental entre as cultivares Nemadoro (semelhante ao grupo Santa Cruz) e Stevens (tipo multilocular). Para tal obtiveram-se as gerações F_1 , F_2 e retrocruzamentos para ambos os progenitores. Para avaliação das diferentes gerações utilizou-se o delineamento em blocos ao acaso com 4 repetições e 6 gerações. As parcelas de tamanho fixas com 20 plantas foram sorteadas, de modo que cada geração foi distribuída por todo o campo. Assim cada bloco foi constituído por 1 parcela de P_1 , P_2 e F_1 , 5 parcelas de F_2 e 3 parcelas de retrocruzamento para cada progenitor, perfazendo-se um total de 14 parcelas que foram aleatorizadas em cada bloco. As estimativas dos parâmetros genéticos foram obtidas segundo o modelo de Mather e Jinks (1982). Foram avaliados comprimento longitudinal dos frutos (C), diâmetro transversal dos frutos (D), número de

¹ Orientador: Wilson Roberto Maluf. Membros da Banca: César Augusto Brasil Pereira Pinto, Antonio Nazareno Guimarães Mendes, Fernando César Juliatti e João Eustáquio Cabral de Miranda.

lóculos por fruto; proeminência da cicatriz estilar de frutos, espessura da polpa; firmeza de frutos; peso médio por lóculo e formato de frutos, medidos através da relação C/D. Verificou-se com base nos resultados que a herança das características morfológicas de frutos de tomateiro estudadas apresentam dominância parcial e são predominantemente de natureza aditiva. Para o caráter formato de fruto, medido pela relação comprimento/diâmetro, observou-se uma herdabilidade no sentido restrito de 50.18% associada a um erro muito alto, de 31.60%, sugerindo que esse caráter depende tanto dos efeitos gênicos aditivos quanto dos não aditivos, mostrando que pode haver uma dificuldade no processo de seleção para esse caráter. Por outro lado, para peso médio de frutos e número de lóculos por fruto as herdabilidades, a nível individual de plantas no sentido restrito, foram altas, 67.08% e 87.46%, respectivamente, mostrando que é possível explorar com boa previsibilidade durante o processo de seleção; podendo-se utilizar processos mais simples de seleção. O modelo mais adequado para explicar o comprimento longitudinal dos frutos, espessura da polpa de frutos; relação C/D e peso médio por lóculo, foi o modelo aditivo-dominante. Contudo, para os caracteres diâmetro transversal de frutos, número de lóculos e peso médio de frutos, o modelo mais adequado para explicar foi o que incluiu os efeitos epistáticos no controle desses caracteres. A maioria dos pares de caracteres correlacionados mostraram-se com um efeito mais expressivo na correlação genética do que ambiental. Estimativas das correlações sugerem que para se obter um aumento do peso médio de frutos de tomate é preciso que se tenha um aumento no número de lóculos ao invés do peso médio por lóculo. No entanto pelas estimativas apresentadas é evidente a dificuldade em se selecionar um ideótipo que apresente simultaneamente frutos graúdos e com uma relação C/D (formato) mais semelhante ao tipo "Santa Cruz".

SUMMARY

INHERITANCE OF SHAPE AND OTHER MORPHOLOGICAL TRAITS OF TOMATO FRUIT IN A BIPARENTAL CROSS.

This study sought to study the inheritance of shape and other morphological traits of tomato fruit in a biparental cross between cultivars Nemadoro (oval shaped, bilocular fruit, similar to Santa Cruz type) and Stevens (round multilocular type). F_1 , F_2 and backcross generations for both parents were obtained, and evaluated along with the parental lines (P_1 , P_2) in a randomized complete block design with 4 replications. Twenty plant plots for each generation were randomly distributed in the field. Each block comprised 1 plot of each of generations P_1 , P_2 and F_1 , 5 plots of F_2 and 3 plots for each of the backcross generations, totaling 14 plots that were randomly distributed within the block. Estimates of genetic parameters were obtained according to Mather and Jinks (1982). The following characters were evaluated: fruit longitudinal length (C), fruit diameter (D), number of locules per fruit, blossom-end prominence, pericarp thickness, fruit firmness, average locule weight and fruit shape (=C/D ratio). Morphological fruit traits are inherited primarily in an additive manner, with some degree of partial dominance. Narrow sense heritability estimate for fruit shape (C/D ratio) was 50.18%, associated with a large standard error (31.60%, pointing out the importance of both additive and non-additive gene effects, which may indicate some difficulty for

selection for this trait. On the other hand, narrow sense heritabilities for average fruit weight and number of locules per fruit were 67.08% and 87.46%, respectively, indicating a favorable condition for selection for these traits. The additive-dominance model was adequate to explain the inheritance of fruit length (C), pericarp thickness, C/D ratio and average locule weight. However, epistatic gene effects were significant in the expression of fruit diameter (D), number of locules per fruit and average fruit weight. Genetic correlations were more important than environmental correlations for the majority of trait pairs. Correlations among traits indicate that an increase in average fruit weight might be achieved by an increase in the number of locules per fruit rather than by an increase in average locule weight. It is evident from the magnitude of the genetic correlations among traits that it would be difficult to select an ideotype that would simultaneously bear large fruit weight and a C/D ratio closer to that of Santa Cruz.

1 INTRODUÇÃO

O tomate cultivado (*Lycopersicon esculentum* Mill) é provavelmente a hortaliça mais popular no mundo. Numerosas espécies selvagens e cultivadas podem ainda ser encontradas nas regiões montanhosas dos Andes no Peru, Equador e Bolívia, assim como nas ilhas dos Galápagos (Rick, 1981). Apesar de sua origem ser próxima a linha do Equador, o tomateiro prefere um clima tropical de altitude, ou sub-tropical, fresco e seco, com alta luminosidade. Isso deve-se ao fato da planta ter se originado em altitudes superiores a 1000m, na região Andina (Filgueira, 1982). Porém, apesar do centro de origem do Gênero *Lycopersicon* ser na região andina, há razões suficientes para se acreditar que o México foi o centro de domesticação dos tomates (Rick, 1981).

No Brasil o desenvolvimento de novas cultivares teve uma considerável participação dos agricultores (geralmente de origem japonesa), principalmente a partir da década de 30. A razão para o sucesso destas cultivares, atribui-se pelo menos em parte, a seleção para excelente qualidade e capacidade de suportar condições muito rústicas de manejo e embalagem para comercialização, comparativamente as cultivares Européias ou Norte americanas da época. Atualmente no mercado brasileiro predominam os tipos de frutos bi ou triloculares, comumente denominados de grupo 'Santa Cruz'. A cultivar 'Santa Cruz' original possuía frutos com 70-80 g com cerca de 52mm de diâmetro e 60 mm de comprimento (Filgueira, 1982). As cultivares mais

modernas deste grupo (Kada, Miguel Pereira, Ângela Hiper, Ângela gigante I-5100 e Santa Clara) tendem a possuir frutos maiores, embora mantenham o formato básico dos frutos tipo 'Santa Cruz' (Nagai, 1985).

O progresso na área de melhoramento para a cultura do tomateiro foi bastante significativa nos últimos cinquenta anos onde resultaram na introdução de cultivares adaptadas as condições bastantes diferentes e destinados a diferentes usos. Houve uma rápida substituição de cultivares com a seleção de novas variedades, sendo que apenas algumas dessas foram mantidas por um período de dez anos em razão da presença de características agronômicas essenciais para sua permanência. Contudo, os avanços em programas de melhoramento de tomate dependem até certo ponto de uma maior compreensão da herança dos caracteres.

A maioria dos caracteres de importância econômica em tomate são de natureza quantitativa e portanto são altamente influenciados por fatores ambientais, por isso os estudos para se conhecer os efeitos dos genes no controle destas características são de grande importância para os melhoristas na elaboração de programas de melhoramento (Khattra, Nandpuri e Thakur, 1990).

O tamanho de fruto é destacado entre as características de importância econômica em programas de melhoramento do tomate de mesa no Brasil (Maluf, 1990). Para produção de híbridos de tomate no Brasil o tamanho e o formato de fruto, são citados como as características que mais dificultam a produção destes híbridos. Isto se deve ao fato destes se relacionarem aparentemente com as exigências do mercado. Para que se possa atender a estas exigências é necessária a seleção de parentais com elevado peso médio de fruto, com três a quatro lóculos por fruto, mantendo-se o formato

característico do grupo 'Santa Cruz' (Gontijo, Maluf e Miranda, 1983). Assim, o presente trabalho visa basicamente o estabelecimento do modo de herança do formato e outras características morfológicas de frutos em um cruzamento biparental de tomateiro, procurando subsidiar programas de melhoramento de tomate para mesa no Brasil.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Herança do formato e outras características morfológicas de frutos de tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill) em um cruzamento biparental

O tomateiro é originário da parte ocidental da América do Sul e as espécies selvagens de tomate podem ser encontradas ao longo da cordilheira dos Andes, desde a Colômbia até ao Norte do Chile. O tomate foi levado pelos primeiros exploradores da América para a Europa onde foi inicialmente cultivado como planta ornamental e medicinal, somente bem mais tarde é que passou a ser utilizado como Alimento (Sonnenberg, 1985). Todas as espécies do gênero *Lycopersicon* são nativas da parte ocidental da América do Sul, no entanto uma teoria bastante aceita entre pesquisadores, mostra que apesar do centro de origem do gênero *Lycopersicon* ser na região Andina, há muitas razões para se acreditar que foi o México o centro de domesticação do tomate (Rick, 1981).

O tomateiro é uma planta conhecida e cultivada no mundo inteiro, sendo que no Brasil o tomate ocupa o segundo lugar entre as hortaliças de maior importância econômica, precedido pela batata (*Solanum tuberosum* L.). No mundo ocidental o tomate ocupa um lugar de destaque entre as demais hortaliças cultivadas (Filgueira,

1982). Com relação a situação das cultivares plantadas na América Latina, Maluf (1990) sugere que as cultivares de tomates plantadas hoje tiveram sua origem de introduções de materiais Europeu ou Asiáticos, ou seja, "Latino-americanos de segunda ou terceira geração". O mesmo autor relata que o tomate cultivado possui uma base genética muito estreita, e que apesar da diversidade, durante toda a sua evolução, houve uma grande perda de germoplasma implicando numa conseqüente perda de variabilidade genética. Para o caso brasileiro, isso pode ser constatado com o plantio tradicional do grupo 'Santa Cruz'. Deste grupo originou-se a primeira variedade tipo mesa no Brasil, que provavelmente surgiu do cruzamento natural entre as cultivares Rei Humberto e Redondo japonês, bem como outras variedades com fruto de forma arredondada e tipo pêra, em São Paulo, na década de 30, onde um agricultor teria selecionado e multiplicado uma boa linhagem que teria sido levada para o núcleo colonial de Santa Cruz (RJ) (Maluf, 1990). As variedades deste grupo, segundo Filgueira (1982) são altamente versáteis e que se adaptam facilmente a condições climáticas em diversos estados brasileiros. O seus frutos são comerciáveis devido ao tamanho e formato, além de apresentar boas condições de transporte, embalagem e firmeza nos frutos. No mercado brasileiro predominam os tipos de frutos biloculares, sendo variável o número de lóculos de 2 a 4, sendo a média de 3 lóculos, as plantas são altas, vigorosas e de hábito de crescimento indeterminado. Cultivares mais modernas deste grupo (Kada, Miguel Pereira, Ângela Gigante I-5100, Ângela Hiper e Santa Clara) tendem a possuir frutos maiores embora o formato básico dos frutos tipo 'Santa Cruz' permaneça. Outro tomate de mesa consumido no Brasil, porém em pequena escala, pertence ao grupo Caqui, Maçã, Salada ou Tomatão. Neste grupo as cultivares são caracteristicamente pluriloculares, exibindo 4 a 10 lóculos com diâmetro superior a 12 cm, com formato

redondo achatado e excessivamente pesados (mais de 500g). Porém tem-se observado nos últimos 10 anos que este grupo tem apresentado cada vez mais uma predominância de cultivares de frutos relativamente menores (200 a 300 g), com um número de lóculos entre 4 e 5, como é o caso da cultivar Stevens.

Com relação as cultivares biloculares, Gontijo, Maluf e Miranda (1983), constataram uma nítida tendência para frutos cada vez maiores, porém mantendo o formato padrão do grupo 'Santa Cruz' que representam 95% do mercado brasileiro. Assim eles mostraram que para atender a esta exigência de mercado, é necessário a seleção de linhagens parentais com elevado peso médio de fruto, com 3 a 4 lóculos por fruto, mantendo-se o formato característico do grupo varietal 'Santa Cruz'. Das muitas características buscadas pelo melhoramento de plantas, estão a obtenção de maior produtividade através do aumento do número e do tamanho dos frutos, que também são de melhor qualidade, no que diz respeito ao formato e textura; cor e sabor; dentre outros caracteres de importância (Rick, 1974).

Rick e Phills (1953) já mostravam que o melhoramento do tomate cultivado é uma parte importante do seu processo evolutivo, e por isso uma maior atenção deveria ser dada na obtenção de híbridos e na condução das populações segregantes. O próprio modo de reprodução natural do tomateiro (autogamia) e a facilidade de realizar cruzamentos controlados, favoreceu bastante a utilização de métodos de melhoramento que foram eficientes para unir combinações desejadas, permitindo assim que certos caracteres dominantes fossem combinados e a heterose pudesse ser explorada em híbridos F_1 (Rick, 1974).

Melo, Miranda e Costa (1988) discutindo as vantagens das cultivares híbridas sobre as cultivares de polinização aberta sob diferentes aspectos, mostraram

que em geral o emprego de híbridos F_1 proporciona aumentos potenciais na produção de 25 a 40 %, maturação mais precoce, melhor uniformidade, maior vigor inicial e desenvolvimento, resistência a doenças e capacidade de adaptação mais ampla. Contudo as limitações que aparentemente mais dificultam o desenvolvimento de híbridos F_1 de tomate no Brasil, estão relacionados com as exigências do mercado quanto ao formato e tamanho de fruto (Peso Médio).

O conhecimento das inter-relações existentes entre peso médio de frutos, número de lóculos e peso médio por lóculo é muito importante. Todavia os avanços em programas de melhoramento de tomate dependem até certo ponto de uma maior compreensão da herança dos caracteres. Grande parte das pesquisas sobre a herança de tamanho de fruto em tomate (Larson e Currence, 1944; Fogle e Currence, 1950; Powers, 1952; Maluf, Miranda e Campos, 1982; Maluf, Miranda e Cordeiro, 1982) mostram dominância incompleta para menor peso ou tamanho de fruto. Essa situação evidencia claramente a necessidade de se desenvolver um programa específico visando a obtenção de linhagens parentais para produção de híbridos F_1 do tipo 'Santa Cruz'. Autores como Cheng (1972), Miranda (1978) e Maluf et al. (1982a, 1982b) relatam que é importante levar em consideração a pouca divergência genética que existe entre as diferentes cultivares pertencentes ao grupo nacional 'Santa Cruz' devido sua origem comum. Todavia, estes autores constataram que existe de fato, uma tendência para que os maiores valores de heterose estejam relacionados a cruzamentos entre parentais de maior divergência genética, ou seja, combinações híbridas entre cultivares do tipo 'Santa Cruz' e outros grupos varietais de origem distinta de Santa Cruz. Essa tendência foi comprovada por Mello (1988) onde obteve os maiores valores de heterose utilizando a cultivar Motelle de origem Francesa e de frutos redondos-achatados com 3 a 4 lóculos

que figuram como um dos parentais nos híbridos que exibiram maiores valores de heterose para produção e número de frutos por planta. Contudo o formato arredondado desse híbrido o torna inapropriado para uma classificação como tipo Santa Cruz e seu baixo peso médio unitário o inviabiliza também para uma classificação como tipo multilocular ou salada.

A maioria dos estudos de herança de tamanho de frutos em tomate mostram que raramente esse caráter apresenta heterose no sentido de exceder o nível de um dos pais, e em geral o tamanho dos frutos dos híbridos F_1 é menor que a média aritmética dos pais (Larson e Currence, 1944; Fogle e Currence, 1950; Powers, 1952; Maluf, Miranda e Cordeiro, 1982). Com relação ao vigor do híbrido, Rick e Butler (1956) atribuem a este vigor, um aumento no número de frutos ao invés de aumento no seu tamanho.

Powers (1950) concluiu que o aumento no tamanho do fruto pode ser devido a recombinação que pode ocorrer entre o maior número de lóculos por fruto com maior peso por lóculo. O número de lóculos é considerado um fator que tem grande efeito no peso médio do fruto (Rick e Butler, 1956), porém Mc Arthur e Butler (1938) estudando o tamanho de fruto de tomate em tipos parentais com 2 a 4 lóculos, acabaram por ignorar os possíveis efeitos do número de lóculos. O número de lóculos 'per se' é uma característica complexa e muito influenciada pelo ambiente (Rick e Butler, 1956).

Powers (1941) estudando alguns caracteres de importância econômica para produção de tomate, destacou o peso por fruto e número de lóculos por fruto. Esse autor afirma que a natureza da interação dos genes sobretudo as que abrangem os aspectos morfogenéticos são bastantes complexas, abrangendo estudos sobre herança

quantitativa. Em seu trabalho ele relata que embora a genética tenha contribuído muito para o progresso do melhoramento de plantas, há necessidade de mais trabalhos que tratem sobre a herança dos caracteres quantitativos em tomate.

Gontijo, Maluf e Miranda (1983) fizeram análise genética do peso médio por lóculo utilizando cruzamento dialélico entre cultivares de tomate (*L. esculentum* Mill) e concluíram não haver ação gênica epistática, sendo o modelo aditivo-dominante adequado. Neste trabalho a cultivar que apresentou menor peso médio por lóculo (Floradel), indicou uma maior proporção de genes recessivos. Por outro lado as cultivares do grupo 'Santa Cruz' que apresentaram maior peso médio por lóculo foram aquelas que apresentaram maior proporção de genes dominantes. Porém devido a baixa correlação negativa verificada, eles não afirmaram que os alelos recessivos favoreciam menor peso médio por lóculo e nem que os alelos dominantes pudessem atuar no sentido de incremento do caráter. A estimativa do grau médio de dominância mostrou que no material estudado o peso médio por lóculo no híbrido é geralmente maior que a média aritmética dos pais. Dessa maneira essa conclusão concorda com os resultados já descritos na literatura (Powers, 1941; Fogle e Currence, 1950; Powers et al., 1950). Foi verificado também que pelo menos dois locus apresentam alelos com dominância para o caráter peso médio por lóculo e que o número de alelos dominantes está para os recessivos na razão de 3:1. Assim, destes resultados fica evidente a dificuldade de se conseguir aumentar o peso médio por lóculo em tomate do grupo 'Santa Cruz' a partir de cruzamentos com tomates multiloculares de frutos graúdos, porém de pequeno peso por lóculo, como é o caso da cultivar Floradel. Com isso, os mesmos autores sugerem que para obtenção de frutos maiores de tomate do tipo 'Santa Cruz', é necessário um aumento no número de lóculos e não no peso médio por lóculos.

Isto é, com frutos predominantemente triloculares e não biloculares, que consigam manter um alto peso por lóculo encontrado em certas cultivares do grupo 'Santa Cruz'. Esta sugestão parece se confirmar nas novas cultivares desse grupo que apresentam frutos graúdos, como é o caso da cultivar Ângela Gigante I-5100 e Santa Clara onde os frutos embora apresentem ainda características do grupo 'Santa Cruz', são predominantemente triloculares (Asgrow do Brasil, 1981 e Nagai, 1985) ao invés de serem biloculares.

2.2 Metodologias estatístico-genéticas para estudo da herança de caracteres quantitativos

Para o melhorista é muito importante o conhecimento da variação existente, que pode ser devido a causas genéticas e de ambiente, pois lhe permitirá optar com uma maior segurança pelo método de melhoramento mais conveniente. No entanto o conhecimento da variação é dificultado pelo controle poligênico de caracteres quantitativos assim como à influência do ambiente. Por isso a utilização de metodologias estatístico-genéticas adequadas são importantes na elucidação desses caracteres (Ramalho, Santos e Zimmermann, 1993). Estas metodologias estão fundamentadas na utilização de estatísticas, tais como: média, variância, covariância e correlação de caracteres.

2.2.1 Componentes de médias

O ponto de partida para o estudo dos caracteres quantitativos, fazendo uso dos componentes de média, é a elaboração de um modelo. Nesse modelo não é

considerada a ocorrência de epistasia. Assim, para se verificar a validade do modelo tem-se utilizado o teste de escala conjunta, proposto por Cavali, citado por Rowe e Alexander (1980) e Mather e Jinks (1984). Neste, os parâmetros do modelo "m, a e d" são estimados a partir de todos os tipos de famílias disponíveis. Com estas estimativas são obtidos valores esperados para as médias, em seguida esses valores são comparados com os valores observados por um teste de qui-quadrado. Caso o teste não seja significativo, o modelo proposto é suficiente para explicar o que está contido no valor fenotípico médio de cada população. Como são estimados três parâmetros (m, a, d) e também testado o modelo, há necessidade de se ter pelo menos quatro tipos de famílias. Segundo Mather e Jinks (1984) para a estimativa dos parâmetros é utilizado o método dos quadrados mínimos ponderados, servindo como pesos a razão inversa das variâncias médias de cada população, isto porque as estimativas das médias não são obtidas com a mesma precisão. Para contornar esse problema tem-se aplicado o método dos quadrados mínimos ponderados (Rowe e Alexander, 1980). Para a situação em que o teste for significativo, indicará que os dados não se ajustam ao modelo estabelecido e para esse caso tem-se usado a inclusão de novos parâmetros no modelo como os relativos as interações epistáticas. Esta inclusão em uma análise de média é mostrada por Hayman (1958), Mather e Jinks (1982) e Toledo e Kiihl (1982). 

No caso do tomateiro, o conhecimento do controle genético do formato de frutos, ainda deixa muito a desejar, quando comparamos com estudos de outros caracteres, como rendimento total por planta, número de frutos por planta e peso médio de fruto. Uma das metodologias utilizadas para o estudo do controle genético apresentado na literatura é a utilização dos Retrocruzamentos em associação com a

geração F_2 . Powers (1941) em estudos conduzidos a respeito da herança de caracteres quantitativos em cruzamentos envolvendo duas espécies de *Lycopersicon*, utilizou a metodologia dos Retrocruzamentos em associação com a geração F_2 com a inclusão de novos parâmetros no modelo.

Khattra, Nandpuri e Thakur (1990) estudando a herança de algumas características de importância econômica em tomate utilizaram sete gerações (P_1 , P_2 , F_1 , F_2 , RC_{11} , RC_{21} , e F_3) as quais foram analisadas segundo o método de Mather e Jinks (1971), para se obter informações sobre o efeito dos genes envolvidos na determinação da expressão dos caracteres. A suposição era que a relação entre as médias das gerações dependeria somente dos efeitos dos genes aditivos e de dominância. O modelo foi testado através do teste de escala conjunta proposto por Cavali (1952). Em alguns casos o modelo com três parâmetros foi adequado para estimar vários componentes genéticos, contudo em outras situações em que houve o envolvimento de epistasia foi necessário o modelo com seis parâmetros $[m][a][d][i][j][l]$, sendo "m" a média, "a" é a contribuição dos locos em homozigose, "d" a contribuição dos locos em heterozigose; "i" a interação epistática do tipo aditivo/aditivo; "j" é a interação do tipo aditivo/dominante e "l" é a interação do tipo dominante/dominante.

Rowe e Alexander (1980) comentam que atualmente o método dos quadrados mínimos assumem um papel importante ao estimar os parâmetros genéticos utilizando o teste de escala conjunta. Sua adaptação aos computadores via programas de álgebra de matriz onde o método é generalizado para qualquer combinação de médias de gerações e incluem interações epistáticas no modelo genético, tem facilitado o seu uso. Segundo os mesmos autores, esse trabalho facilita a utilização da

metodologia via computação e indica a generalização para modelos genéticos mais complexos, podendo ser facilmente expandido para um maior número de gerações.

2.2.2 Componentes de variância

Segundo Ramalho, Santos e Zimmermann (1993) foi Fisher quem deu início aos estudos de caracteres quantitativos no início deste século utilizando variâncias. A variância, por ser uma estatística de segunda ordem, leva vantagem quando comparada com a média, pois em algumas vezes esta pode não representar o que realmente está ocorrendo. O fato pode ser explicado porque com a utilização de médias, o que se obtém ao final é uma soma algébrica de cada um dos locos individualmente, podendo ocorrer dessa maneira a presença de genes dominantes, mas que atuam em sentidos opostos nos vários locos, com isso o efeito final é pequeno ou nulo, dando portanto uma idéia inexata do que ocorre. Com a utilização da variância essa desvantagem é eliminada pois os efeitos individuais de cada loco são elevados ao quadrado, não havendo possibilidade deles se cancelarem.

Ramalho e Vencovsky (1978) relatam que a maioria das espécies autógamas são diferentes em informações sobre o controle genético dos caracteres e por isso muitos métodos empíricos vem sendo usados no melhoramento de plantas. A utilização de estimativas dos componentes de variância a partir da geração F_2 e dos retrocruzamentos pode ser feita em plantas autógamas (Arroz, Feijão, Trigo, Soja, Amendoim e Tomate), Vello (1985). O presente método consiste, comumente, em se

avaliar a segregação fenotípica nas gerações F_2 e retrocruzamentos, determinando-se o controle genético dos caracteres com base nas leis mendelianas.

Segundo Allard (1971) e Mather e Jinks (1982 e 1984) as variâncias genéticas aditivas e de dominância podem ser estimadas a partir das avaliações de populações não segregantes juntamente com as segregantes. As populações não segregantes correspondem aos progenitores P_1 e P_2 e a F_1 . As segregantes constam da F_2 e dos retrocruzamentos da F_1 com cada progenitor (RC_{11} e RC_{21}) ou da F_2 e F_3 . Apesar de ser um processo simples para estimar as variâncias, alguns cuidados experimentais devem ser tomados. Assim, segundo Ramalho, Santos e Zimmermann (1993), de um modo geral recomenda-se um número de plantas para os progenitores e F_1 de 50 a 100 plantas, por não apresentarem variação genética. Para cada um dos retrocruzamentos utiliza-se de 100 a 200 plantas e para a geração F_2 , de 200 a 400 plantas. Os mesmos autores destacam que um ponto importante que deve ser levado em consideração é a disposição das populações no campo, sendo aconselhável conduzir o trabalho com repetições e estratificação das parcelas de modo a permitir a obtenção de uma melhor estimativa, principalmente da variância ambiental. ✕

Vello (1985) explica que a utilização de retrocruzamentos em associação com a geração F_2 como método para a separação dos componentes de variância genotípica e estimativa do coeficiente de herdabilidade foi relatada por Warner (1952). O conhecimento desses componentes torna possível a estimativa de parâmetros genéticos, tais como: coeficiente de herdabilidade e grau médio de dominância.

Santos (1984) afirma que devido ao fato dos caracteres quantitativos serem muito influenciados pelo ambiente é necessário o conhecimento do quanto da variabilidade fenotípica é herdável e quais os tipos de ação gênica estão envolvidos,

para permitir a escolha adequada do método de melhoramento. Falconer (1981) mostra que a herdabilidade restrita (h_r^2) é considerada um dos parâmetros genéticos mais importantes para os caracteres quantitativos, uma vez que indica a proporção da variância fenotípica que é atribuída ao efeito médio dos genes. A herdabilidade também apresenta um importante papel preditivo, pois expressa a confiança do valor fenotípico como guia para selecionar em cada valor genético. Contudo a herdabilidade no sentido amplo (h_a^2) acaba superestimando o valor genético, através da seleção do valor fenotípico, quando a variância genética não aditiva está presente (Allard, 1971).

→ Segundo Vencovsky (1969) outro parâmetro genético importante é o grau médio de dominância (gmd), que expressa as contribuições relativas dos efeitos aditivo e de dominância dos genes que controlam os caracteres.

A estimativa dos parâmetros genéticos é muito importante para o fornecimento das informações a respeito do controle genético dos caracteres. Para se estimar esses parâmetros, faz-se necessário a obtenção dos componentes de variância e estes podem ser obtidos pela metodologia de Jinks e Hayman (1953). Assim as variâncias e covariâncias podem ser estimadas a partir da tabela dialélica e utilizadas para se obter os componentes de variância. A partir destes componentes podem ser estimados os parâmetros genéticos e também fazer uma análise gráfica através de regressão linear (Jinks e Hayman, 1953, Hayman 1954a, Jinks 1954, Mather e Jinks, 1971). Estas análises fornecem informações sobre o controle genético dos caracteres.

Gontijo, Maluf e Miranda (1983) também utilizaram a metodologia de Jinks e Hayman (Jinks e Hayman, 1953; Hayman 1954a e 1954b) para analisar geneticamente a característica referente ao peso médio pôr lóculo num cruzamento

dialélico entre seis cultivares de tomate, sendo quatro biloculares (Kada, Santo Antônio, São Sebastião e Ângela), uma multilocular (Floradel) e uma trilocular (BGH 3470). A regressão mostrou não haver ação gênica epistática sendo o modelo aditivo-dominante adequado. O grau médio de dominância estimado foi de 0.73 o que indica dominância incompleta para menor tamanho de fruto. Os resultados desse trabalho sugerem que o aumento do peso médio dos frutos em tomateiro do grupo Santa Cruz seria mais facilmente conseguidos com o aumento do número de lóculos ao invés do aumento do peso médio por lóculo.

No caso do tomateiro, o conhecimento do controle genético do formato de frutos, não é conhecido. No entanto caracteres morfológicos como comprimento, diâmetro, número de lóculo, espessura da polpa, firmeza dos frutos e presença de proeminência da cicatriz estilar ainda deixa muito a desejar, quando comparamos com estudos de outros caracteres, como rendimento total por planta, número de frutos por planta e peso médio de fruto. Uma das metodologias utilizadas para o estudo do controle genético apresentado na literatura é a utilização do método dos Retrocruzamentos em associação com a geração F_2 , para estimar os componentes da variância genética e estimar o coeficiente de herdabilidade segundo Mather e Jinks (1982 e 1984) adaptado por Vello (1985). Neste caso permite-se tanto o emprego de componentes de média (Cavalli, 1952 e Rowe e Alexander, 1980) como o de variância (Warner, 1952).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local da experimentação

O presente trabalho foi conduzido na Estação Experimental da Pioneer Ltda localizada em Ijaci-MG, região de Lavras- MG. As seis gerações utilizadas para o estudo em condições de campo foram obtidas em casa de vegetação, sendo esta etapa executada no Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras (UFLA) durante o ano de 1992. Depois de obtidas as gerações essas foram avaliadas em condições de campo na Estação Experimental da Pioneer Sementes Ltda, no período de Abril a Junho de 1993.

3.2 Obtenção das gerações segregantes

Para realização deste estudo foram utilizadas duas cultivares comerciais de tomate. A cultivar Nemadoro para fins de indústria e Stevens para mesa. As cultivares identificadas simplesmente por P_1 e P_2 respectivamente, apresentam as seguintes características:

P_1 : Stevens, cultivar introduzida da África do Sul, de porte determinado, apresentando frutos com formato arredondado, frutos firmes, multilocular, de boa qualidade e resistente a Tospovirus.

P₂: Nemadoro é uma cultivar de tomate para indústria, resistente aos nematóides das galhas, com hábito de crescimento determinado, frutos firmes, dois lóculos e com formato quadrado-oblongo, lembrando o tipo Santa Cruz¹.

Para a obtenção das seis gerações a partir das cultivares "Stevens" (Tipo Salada), e a cultivar "Nemadoro" (tipo Santa Cruz), foram plantadas em vasos de 20 litros, em substrato preparado com duas partes de terra de barranco peneirada e uma parte de composto orgânico. A primeira geração (F₁) entre "Nemadoro x Stevens" foi obtida por ocasião do primeiro semestre de 1992, onde foram plantadas 20 plantas de cada parental e realizados os cruzamentos de forma controlada manualmente, em casa de vegetação. Assim era retirado o pólen da cultivar "Stevens" e posteriormente as plantas de "Nemadoro" eram emasculadas e usadas como parental feminino. A partir do segundo semestre de 1992 foram obtidas as outras gerações como: F₂ (autofecundação de F₁); RC₁₁ (Retrocruzamento para P₁); RC₁₂ (Retrocruzamento para P₂). Nesta etapa as plantas foram tutoradas individualmente na casa de vegetação e foram realizadas todos os tratamentos culturais necessários para uma boa condução da cultura do tomateiro.

3.3 Estudo da herança de características morfológicas dos frutos de tomateiro

Esta fase foi conduzida na Estação Experimental da Pioneer Sementes Ltda em Ijaci-MG. Nesta área as sementes das seis gerações foram semeadas em bandejas de isopor tipo "Speedling" de 128 células, estas bandejas foram preenchidas com 50% de casca de arroz carbonizada mais 50% de substrato orgânico tipo

¹ Cultivar obtida no CNPH/EMBRAPA - apresenta resistência presumida às murchas causadas por *Verticillium dahliae* (gene Ve) e *fusarium oxysporum f.s. lycopersici*, raças 1 e 2 (gene I_{1,2}) e resistente a nematóides (gene Mi) (Pessoa et al., 1988).

"Plantcell". Estas foram mantidas durante toda a fase de produção de mudas em estufas semi-abertas, apropriada para este fim. As bandejas foram mantidas suspensas a 40 cm do solo em suportes feitos com vigas de ferro. A semeadura foi realizada em 16/04/93 e feita uma repicagem em 23/04/93. As mudas foram cuidadas durante 30 dias onde foram feitas regas diárias, pulverizações preventivas, duas vezes por semana, de forma a se manter o melhor estado fitossanitário possível. O transplante foi realizado no espaçamento de 1,0 m entre fileiras e 0,50 entre plantas. As mudas foram plantadas em sulcos que foram previamente adubados com matéria orgânica (esterco de galinha curtido) na quantidade de 2 litros por metro linear, correspondendo a 7t/ha. A adubação mineral de plantio foi feita com a formulação NPK de 4-14-8 na proporção de 300g por metro de sulco, o que correspondeu a uma adubação de 3t/ha. As adubações de cobertura foram realizadas normalmente, sendo a primeira antes da amontoa com sulfato de amônia na quantidade de 30 g por planta; posteriormente foram feitas coberturas semanais.

O tutoramento foi feito individualmente planta por planta com tutor de madeira de 1,50m de altura. Em seguida, foram realizados os amarrios com fita plástica de forma a dar direção e manter as plantas juntas ao tutor. Um outro trato cultural importante foram as desbrotas, realizadas de maneira a eliminar os brotos laterais que surgem nas axilas foliares. Como as plantas eram todas de porte determinado a desbrota foi feita somente até a formação do segundo cacho. O sistema de irrigação utilizado foi o de aspersão.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com 4 repetições e 6 tratamentos (gerações). Assim esquematizou-se um ensaio para estimar

os componentes da variância genética da geração F_2 e dos Retrocruzamentos (Mather e Jinks, 1982 e 1984). Neste caso permite-se tanto o emprego de componentes de média (Cavalli, 1952 e Rowe e Alexander, 1980) como de variância (Warner, 1952).

As parcelas foram fixas com 20 plantas para cada geração. Um cuidado especial com relação ao número de plantas para cada população foi tomado. Assim para as gerações P_1 , P_2 e F_1 foram utilizadas 80 plantas, 400 plantas para a geração F_2 e 240 plantas para cada um dos retrocruzamentos. O trabalho foi conduzido com parcelas de tamanho fixas. Assim cada bloco foi constituído de 1 parcela de P_1 (20 plantas), 1 parcela de P_2 , 1 parcela de F_1 , 5 parcelas de F_2 e 3 parcelas para os retrocruzamentos de cada parental, perfazendo um total de 14 parcelas, por bloco que foram completamente aleatorizada.

400
240
70
1120

1120

total 1120 plantas

A avaliação das características morfológicas dos frutos de tomate, foi feita com base em cada planta individualmente. Assim os 10 primeiros frutos foram colhidos procurando estabelecer um padrão de uniformidade baseados em mudanças de coloração, para que se pudesse efetuar as colheitas. Os frutos foram embalados em sacos plásticos e etiquetados de acordo com o número (Código) de cada planta. Assim, foram levados para uma sala onde as pesagens e medições eram realizadas. Desta maneira os tomates foram contados e pesados (dez frutos / planta), foi atribuída uma escala de notas aos "bicos" (Proeminência da cicatriz estilar) existentes em frutos de algumas plantas. Esta escala variou de 0 a 3, sendo nota 0, os materiais que não apresentavam "bico"; nota 1 para bicos de até 1 mm de comprimento; nota 2 até 2mm e nota 3 até 3mm. Em seguida eram medidos seu comprimento longitudinal (C) e seu diâmetro transversal (D) por meio de uma escala graduada feita para esta finalidade. Terminada esta operação os frutos eram medidos quanto a sua firmeza, por meio de um

texturômetro. Logo em seguida os frutos eram cortados e assim procedia-se primeiro a medição quanto a espessura da polpa com o paquímetro, e em segundo lugar a contagem do número de lóculos. Todas estas medidas foram devidamente anotadas em uma ficha (planilha) correspondente a cada planta do experimento.

3.4 Análise estatística e genética

A análise dos dados foram feitas segundo o programa Genes I - Análise de modelos biométricos aplicado ao melhoramento genético, através do procedimento - escala ou análise de gerações (Apoio da UFV e CNPq - Departamento de Biologia geral, Viçosa - MG, Autor: Cosme Damião Cruz).

3.4.1 Análise de variância

A análise de variância foi realizada com as médias das parcelas baseada no seguinte modelo matemático:

$$Y_{ij} = m + a_i + b_j + e_{(ij)}$$

Y_{ij} : Observação de ordem ij

m : Efeito da média geral

a_i : Efeito da geração de ordem i (i=1,.....,a)

b_j : Efeito do bloco de ordem j (j = 1,.....,r)

$e_{(ij)}$: Efeito residual de ordem ij

Foi feita a análise de variância para cada característica individualmente com base nos dados médios utilizando as gerações P_1 , P_2 , F_1 , F_2 ; RC_{11} e RC_{21} . O esquema da análise de variância com as respectivas esperanças matemáticas dos quadrados médios $E(QM)$ e os componentes da variância fenotípica para as gerações são apresentados na Tabela 1.

TABELA 1. Esquema de análise de variância em blocos ao acaso, ao nível de médias e com as respectivas esperanças matemáticas dos quadrados médios $E(QM)$ e os componentes da variância fenotípica ao nível de plantas das gerações P_1 , P_2 , F_1 , F_2 , RC_{11} e RC_{21} . UFLA, Lavras-MG, 1995.

FV	GL	QM	$E(QM)$	F
Blocos	$r-1$	Q_3	$\sigma_e^2 + a\sigma_B^2$	Q_3/Q_1
Gerações	$p-1$	Q_2	$\sigma_e^2 + r\sigma_p^2$	Q_2/Q_1
Resíduo	$(r-1)(p-1)$	Q_1	σ_e^2	

Populações	GL	QM	Componentes da Variância Fenotípica
Dentro de P_1	n_1-1	Q_A	σ_E^2
Dentro de P_2	n_2-1	Q_B	σ_E^2
Dentro de F_1	n_3-1	Q_C	σ_E^2
Dentro de F_2	n_4-1	Q_D	$\sigma_A^2 + \sigma_D^2 + \sigma_E^2$
Dentro de RC_{11}	n_5-1	Q_E	$\frac{1}{2}\sigma_A^2 + \sigma_D^2 + \frac{1}{2}F + \sigma_E^2$
Dentro de RC_{21}	n_6-1	Q_F	$\frac{1}{2}\sigma_A^2 + \sigma_D^2 - \frac{1}{2}F + \sigma_E^2$

Onde:

- σ_e^2 : variância do resíduo
- σ_B^2 : variância entre blocos
- σ_p^2 : variância genética entre populações
- F: covariância entre efeito dos blocos em homozigose (efeito aditivo) e locos em heterozigose (efeito de dominância)
- $\sigma_{P_1}^2$: variância fenotípica na geração P_1
- $\sigma_{P_2}^2$: variância fenotípica na geração P_2
- $\sigma_{F_1}^2$: variância fenotípica na geração F_1
- $\sigma_{F_2}^2$: variância fenotípica na geração F_2
- $\sigma_{RC_{11}}^2$: variância fenotípica na geração RC_{11}
- $\sigma_{RC_{21}}^2$: variância fenotípica na geração RC_{21}
- σ_E^2 : variância devido ao efeito ambiental
- σ_A^2 : variância devido ao efeito aditivo
- σ_D^2 : variância devido ao efeito da dominância

3.4.2 Componentes de média

A verificação do modelo neste caso foi feita pelo teste de escala Conjunta de Cavalli (1952), pois este não só permite testar o modelo como obter as estimativas dos seus componentes. Os dados foram utilizados em modelos com complexidade crescente, conforme sugerido por Hayman (1958) e Mather e Jinks (1971) de acordo com as seguintes etapas:

- a) As médias das gerações foram submetidas a uma análise de variância.

Um valor de teste F significativo para tratamentos, indica diferenças genéticas entre estas médias, permitindo assim a análise em termos de efeitos gênicos.

b) Um modelo aditivo/dominante, sem efeitos epistáticos, foi utilizado para obterem-se as estimativas dos parâmetros "m", "a", "d". O modelo era testado, e em caso de ajuste, tinha-se um indicativo de que as médias das gerações podem ser adequadamente descritas por este modelo. Não havendo ajuste, há indicação de que o modelo aditivo dominante não descreva adequadamente as médias das gerações e neste caso um modelo mais complexo era utilizado para explicar os resultados obtidos.

As estimativas dos componentes da variância genética e seu erro associado foram obtidas segundo a metodologia de Mather e Jinks (1982, 1984), adaptada por Vello (1985):

$$\sigma_E^2 = \frac{(\sigma_{P_1}^2 + \sigma_{P_2}^2 + \sigma_{F_1}^2)}{3}$$

Com base no esquema proposto por Warner (1952) foram estimadas as herdabilidades no sentido amplo (h_a^2) e no sentido restrito (h_r^2), com seus respectivos erros-padrão (Vello e Vencovsky, 1978), pelas seguintes expressões:

$$h_a^2 = \frac{\sigma_{F_2}^2 - \sigma_E^2}{\sigma_{F_2}^2}$$

$$h_r^2 = \frac{\sigma_A^2}{\sigma_{F_2}^2} = \frac{2\sigma_{F_2}^2 - \sigma_{RC_1}^2 - \sigma_{RC_2}^2}{\sigma_{F_2}^2}$$

$$s(h_a^2) = \left\{ \frac{2}{9} \left[\frac{1}{(\sigma_{F_2}^2)^2} \right] \left[\frac{(\sigma_{P_1}^2)^2}{n_1 + 2} + \frac{(\sigma_{P_2}^2)^2}{n_2 + 2} + \frac{(\sigma_{F_1}^2)^2}{n_3 + 2} + \left(\frac{1}{n_4 + 2} \right) (3 - h_a^2) \right] \right\}^{1/2}$$

$s(h_a^2)$: erro associado à estimativa da herdabilidade no sentido amplo, onde: n_1, n_2, n_3
 n_4 : número de indivíduos dos dois progenitores e das gerações F_1 , e F_2 ,
 respectivamente, segundo Ramalho, Santos e Zimmermann (1993).

$$s(h_r^2) = \left\{ 2 \left[\left(\frac{1}{\sigma_{F_2}^2} \right) \left(\frac{(\sigma_{RC_1}^2)^2}{n_5 + 2} + \frac{(\sigma_{RC_2}^2)^2}{n_6 + 2} \right) + \left(\frac{1}{n_4 + 2} \right) (2 - h_r^2)^2 \right] \right\}^{1/2}$$

$s(h_r^2)$: erro associado à estimativa da herdabilidade no sentido restrito, onde: n_4, n_5 e n_6
 correspondem aos números de indivíduos da geração F_2 e dos dois retrocruzamentos,
 respectivamente, segundo Ramalho, Santos e Zimmermann (1993).

O grau médio de dominância foi estimado baseado em médias, em função da existência de variância de dominância negativa, através do programa genes I - Análise de modelos biométricos aplicado ao melhoramento genético, através do procedimento - escala ou análise de gerações (Apoio da UFV e CNPq - Departamento de Biologia geral, Viçosa - MG, Autor: Cosme Damião Cruz).

Para estimativa do número de genes foi utilizada a metodologia de Wright, segundo Ramalho, Santos e Zimmermann (1993). Assim a expressão utilizada é :

$$Ng = \frac{(\bar{P}_1 - \bar{P}_2)^2}{8(RC_{11} + RC_{21} - 2\sigma_E^2)}$$

3.4.3 Correlação entre caracteres

Para a estimativa das correlações entre os caracteres foram utilizadas as seguintes expressões segundo Ramalho, Santos e Zimmermann (1993):

Correlação Fenotípica (r_F)

$$R_F = \frac{COV_F(X, Y)}{\sqrt{\sigma_F^2 X \cdot \sigma_F^2 Y}}$$

Correlação Genética (r_G)

$$R_G = \frac{COV_G(X, Y)}{\sqrt{\sigma_G^2 X \cdot \sigma_G^2 Y}}$$

Correlação Ambiental (r_E)

$$R_E = \frac{COV_E(X, Y)}{\sqrt{\sigma_E^2 X \cdot \sigma_E^2 Y}}$$

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análise de variância

Os resultados da análise de variância para as características estudadas mostram que houve diferenças significativas entre gerações para comprimento longitudinal dos frutos (C), diâmetro transversal (D), número de lóculos por fruto; espessura da polpa do fruto; firmeza dos frutos, formato de fruto (C/D), proeminência da cicatriz estilar e peso médio por lóculo. Contudo, para peso médio de frutos não houve diferença significativa. Pelas Tabelas 2, 3 e 4 observou-se efeitos significativos de gerações para todas as características com exceção do peso médio de frutos, e estas sempre associadas a baixos coeficientes de variação.

TABELA 2. Resumo da análise de variância para comprimento longitudinal de frutos, diâmetro transversal e número de lóculos por fruto procedentes do cruzamento Nemadoro X Stevens. UFLA, Lavras-MG, 1995.

FV	GL	QM		
		Comprimento Longitudinal de Frutos	Diâmetro Transversal de Frutos	Número de Lóculos
Blocos	3	0,042	0,0680	0,0357
Gerações	5	1,170**	0,3569**	1,0950**
Resíduo	15	0,017	0,0416	0,0257
Dentro de P ₁	73	0,1023	0,1724	0,2863
Dentro de P ₂	68	0,2015	0,0999	0,0361
Dentro de F ₁	54	0,1171	0,4509	0,2500
Dentro de F ₂	385	0,2607	0,3196	1,0749
Dentro de RC ₁₁	224	0,1108	0,1918	0,4073
Dentro de RC ₂₁	235	0,2598	0,1663	0,3073
CV (%)		2,25	3,64	5,42

TABELA 3. Resumo da análise de variância para proeminência da cicatriz estilar de fruto, espessura da polpa e firmeza de frutos proveniente do cruzamento Nemadoro x Stevens. UFLA, Lavras-MG, 1995.

FV	GL	QM		
		Proeminência da cicatriz estilar	Espessura da Polpa dos frutos	Firmeza de Frutos
Blocos	3	0,0017	0,0013	0,670
Gerações	5	0,1603**	0,0248**	7,392**
Resíduo	15	0,0011	0,0008	1,5430
Dentro de P ₁	73	0,000	0,0032	2,6791
Dentro de P ₂	68	0,00163	0,0042	1,3143
Dentro de F ₁	54	0,000041	0,0040	1,9118
Dentro de F ₂	385	0,00348	0,0037	2,2039
Dentro de RC ₁₁	224	0,000079	0,0027	1,956
Dentro de RC ₂₁	235	0,006610	0,0037	1,236
CV (%)		3,03	4,18	3,56

TABELA 4. Resumo da análise de variância para peso médio de frutos, formato de fruto e peso médio por lóculo procedentes do cruzamento Nemadoro x Stevens. UFLA, Lavras-MG, 1995.

FV	GL	QM		
		Peso Médio de Frutos	Formato de Frutos C/D	Peso Médio por Lóculos de Fruto
Blocos	3	150,98	0,0005	5,329
Gerações	5	130,93 ^{NS}	0,0988**	132,89**
Resíduo	5	52,147	0,0003	11,003
Dentro de P ₁	73	325,43	0,0026	21,22
Dentro de P ₂	68	259,75	0,0035	67,93
Dentro de F ₁	54	387,46	0,0055	38,90
Dentro de F ₂	385	763,65	0,0143	62,29
Dentro de RC ₁₁	224	540,37	0,0034	33,59
Dentro de RC ₂₁	235	294,04	0,0180	56,82
CV (%)		6,86	1,73	8,88

4.2 Componentes de média

Os componentes de médias das gerações, assim como os parâmetros do modelo para todas as características, são apresentados nas Tabelas 5 e 6. Pelos resultados verificou-se dominância incompleta para todas as características morfológicas, com predominância de efeitos aditivos, embora ocorra também efeito de dominância, conforme mostra a Tabela 7.

Para comprimento longitudinal dos frutos (C), espessura da polpa do fruto, formato de fruto (C/D) e peso médio por lóculo houve uma adequação do modelo aditivo-dominante (Tabela 6), sendo este suficiente para explicar o que está contido no valor fenotípico médio para cada geração (Tabela 5). Ainda para os mesmos caracteres pôde-se observar que a contribuição dos locos em heterozigose foi no sentido de reduzir

a expressão do caráter. Dentre esses caracteres, apenas o peso médio por lóculo tem merecido uma maior atenção por parte dos pesquisadores (Powers, 1941; Fogle e Currence, 1950; Powers et al., 1950; Gontijo, Maluf e Miranda, 1983), principalmente no tocante aos mecanismos do controle genético dessa característica, sendo que formato de fruto, espessura e comprimento não se encontram trabalhos publicados.

TABELA 5. Componentes de média observadas para comprimento longitudinal de frutos (C), diâmetro transversal de frutos (D); formato de fruto (C/D); número de lóculo por frutos, espessura da polpa; firmeza de frutos; peso médio de frutos e peso médio por lóculo obtidos a partir do cruzamento entre as cultivares de tomate Nemadoro (P₂) x Stevens (P₁). UFLA, Lavras-MG, 1995.

Características Morfológicas	Parâmetros do modelo					
	m	a	d	i	j	l
Comprimento longitudinal (C)	6,080±0,0274	-0,714±0,0246	-0,4139±0,0518	X	X	X
Diâmetro transversal (D)	6,0009±0,099	0,4129±0,0238	-0,5014±0,1613	-0,5286±0,1017	X	X
Número de lóculos por fruto	3,3497±0,1172	0,68901±0,0279	-0,3342±0,1675	-0,5909±0,1223	X	X
Espessura da polpa do fruto	0,6875±0,0043	-0,1107±0,0036	-0,0048±0,0085	X	X	X
Firmeza dos frutos	9,0258±0,2340	-0,1907±0,1145	-1,0777±0,3733	-0,3279±0,2537	-0,703±0,322	X
Peso médio dos frutos	125,882±3,806	5,7405±1,1188	-26,683±5,7929	-24,086±4,0583	X	X
Formato de frutos (C/D)	1,118±0,00427	-0,2083±0,004	-0,1294±0,0088	X	X	X
Peso médio por lóculo	39,7975±0,4573	-7,9686±0,4057	-6,7409±0,883	X	X	X

TABELA 6. Ajuste dos parâmetros do modelo para as características morfológicas de frutos a partir do cruzamento Nemadoro x Stevens. UFLA, Lavras-MG, 1995.

Características Morfológicas	Ajuste do modelo (R ²)	Modelo aceito	Parâmetros do modelo
Comprimento longitudinal (C)	1,00	Aditivo-dominante	m a d
Diâmetro transversal (D)	0,97	Epistasia	m a d i
Número de lóculos por fruto	0,97	Epistasia	m a d i
Espessura da polpa do fruto	0,99	Aditivo-dominante	m a d
Firmeza dos frutos	0,80	Epistasia	m a d i j
Peso médio dos frutos	0,93	Epistasia	m a d i
Formato de frutos (C/D)	0,99	Aditivo-dominante	m a d
Peso médio por lóculo	1,00	Aditivo-dominante	m a d

TABELA 7. Estimativas das variâncias aditiva (σ_A^2), de dominância (σ_D^2) e ambiental (σ_E^2), herdabilidades no sentido amplo (h_a^2) e restrito (h_r^2), grau médio de dominância (gmd) e número provável de genes (n). UFLA, Lavras-MG, 1995.

Características Morfológicas	σ_A^2 ¹	σ_D^2 ²	σ_E^2 ³	h_r^2 ⁴	gmd ⁵	n ⁶
Comprimento longitudinal (C)	0,150	-0,024*	0,134	0,528±0,144	0,62	6,73
Diâmetro transversal (D)	0,281	-0,255*	0,293	0,489±0,130	0,34	6,80
Número de lóculos por fruto	1,435	-0,565*	0,205	0,874±0,091	0,55	4,39
Espessura da polpa do fruto	0,00115	-0,00124*	0,0038	0,229±0,168	0,11	14,79
Firmeza dos frutos	1,2154	-0,9658*	1,9542	0,3834±0,15	—	13,48
Peso médio dos frutos	692,804	-269,273*	340,02	0,670±0,120	—	8,49
Formato de frutos (C/D)	0,0072	0,00284	0,004	0,501±0,158	0,88	8,70
Peso médio por lóculo	34,169	-13,6182*	41,74	0,450±0,147	0,84	10,09

* Só foram estimados a herdabilidade no sentido restrito devido a presença de valores negativos.

* As variâncias de dominância negativas foram consideradas como sendo de valor zero para o cálculo dos demais parâmetros.

^{1,2,5 e 6} - Estimativas com base na variância ambiental obtida em 3.

^{4,5} - Estimativas obtidas com base em 1,2 e 3.

Com relação a característica peso médio por lóculo, Gontijo, Maluf e Miranda (1983) determinaram, a partir de um cruzamento dialélico de cultivares de tomate, que o modelo aditivo-dominante foi adequado, não havendo ação gênica epistática. Constataram também a presença de dominância incompleta. Assim os resultados deste trabalho concordam com os dados publicados por Gontijo, Maluf e Miranda (1983). Esses sugerem que o aumento do peso médio dos frutos em tomateiros do grupo Santa Cruz seriam mais facilmente obtidos com o aumento do número dos lóculos ao invés do aumento do peso médio por lóculo.

Para diâmetro transversal de frutos (D), número de lóculos por fruto, peso médio de frutos e firmeza de frutos não houve uma adequação do modelo aditivo-dominante (Tabela 6). O modelo ajustado foi o que inclui os efeitos epistáticos no controle desses caracteres. Pela Tabela 5, verifica-se que os efeitos de dominância (d)

e a epistasia do tipo homozigoto x homozigoto (i) atuam no sentido de reduzir a expressão do número de lóculos por fruto, peso médio por fruto diâmetro. A maioria dos estudos para essas características indicam dominância incompleta para menor número de lóculos por frutos (Rick e Butler, 1956; Miranda, Maluf e Campos, 1982).

Por sua vez, grande parte das pesquisas sobre a herança do tamanho de frutos em tomate revela uma dominância incompleta para menor peso de fruto (Larson e Currence, 1944; Fogle e Currence, 1950; Powers, 1952; Maluf, Miranda e Campos, 1982; Maluf, Miranda e Cordeiro, 1982). Contudo, os resultados obtidos quanto a aceitação do modelo são discordantes do trabalho de Miranda, Maluf e Campos (1982) para o número de lóculos por fruto e do trabalho de Maluf, Miranda e Campos (1982) para peso médio de frutos, onde os autores mostram que houve ausência de epistasia. Pelos resultados (Tabela 6), verificou-se no presente trabalho a necessidade de um modelo mais complexo, incluindo as interações epistáticas, para explicar o valor fenotípico médio de cada geração.

Para o caráter firmeza de frutos o modelo incluindo efeitos epistáticos foi adequado. Observando-se os efeitos de dominância e as epistasias do tipo aditivo x aditivo (i), aditivo x dominante (j) atuam no sentido de reduzir a firmeza dos frutos. Para o grau médio de dominância encontrou-se um efeito de dominância incompleta ou parcial, ocorrendo uma predominância da variância aditiva, embora possa também haver variância de dominância no controle genético desse caráter.

4.3 Componentes de variância e herdabilidade

A utilização de médias pode dar uma idéia inexata do que está ocorrendo, pois o que se obtém ao final é a soma algébrica dos efeitos de cada loco individual, podendo assumir a média um valor pequeno ou nulo em função da presença de genes dominantes que podem atuar em sentidos opostos nos vários locos. Por isso procurou-se analisar através dos componentes da variância, uma vez que com a variância os efeitos de cada loco individualmente são elevados ao quadrado, não havendo portanto a possibilidade deles se cancelarem.

As estimativas para os componentes de variância genética bem como as estimativas de herdabilidades a nível de indivíduos são apresentadas na Tabela 7. Pelos resultados apresentados nesta tabela detecta-se que a expressão de cada caráter apresenta um comportamento diferenciado quanto as diversas estimativas.

Verificou-se para comprimento longitudinal dos frutos que a herdabilidade no sentido amplo (48,4%) e restrito (52,8%) se mostraram moderadas, uma vez que esta estimativa foi a nível de indivíduos, e apresentaram um erro associado de 16% e 27% respectivamente, indicando dessa maneira uma boa precisão. Para a característica diâmetro transversal de frutos a herdabilidade no sentido amplo foi muito baixa (8,17%) apresentando um erro associado maior que a própria herdabilidade, indicando para esse caso, que um cuidado especial deve ser tomado ao se utilizarem esses parâmetros, devido a baixa precisão. A herdabilidade obtida no sentido restrito foi moderada (48,9%), apresentando um menor erro associado (26,9%), sugerindo portanto que os efeitos ambientais e genéticos não-aditivos é que contribuem para uma herdabilidade restrita moderada. Vello e Vencovsky (1978) comentam que as estimativas de segundo grau

podem apresentar elevados erros associados devendo sua utilização prática ser abordada com restrições.

A herdabilidade no sentido amplo para número de lóculos por fruto foi alta (80,86%) apresentando um erro associado muito baixo (5%). O mesmo foi observado para herdabilidade no sentido restrito que apresentou também um valor alto (87,46%) e um erro associado baixo (10,48%), sugerindo neste caso uma maior confiabilidade na utilização desse parâmetro.

A herdabilidade para peso médio de frutos também foi alta no sentido amplo (55,43%) e com um erro associado baixo (10,20%); e também alta herdabilidade no sentido restrito (67,08%) com erro baixo (18,02%). Assim, por este resultado pode-se inferir que é possível explorar com boa previsibilidade a seleção de indivíduos tanto para peso médio quanto para o número de lóculos por fruto.

Khalf-Allah e Peirce (1963); Peirce e Currence (1959) e Powers (1939) comentam que as características peso de fruto e número de lóculo têm se mostrado altamente herdáveis. Peirce e Currence (1959) encontraram uma alta herdabilidade no sentido restrito para peso médio de frutos (68,1%).

Resultados apresentados por Mac Arthur (1941); Mac Arthur e Butler (1938) e Powers (1939) relatam que o peso de fruto e número de lóculos contribuem diretamente para o tamanho de frutos e são portanto uma certa medida indicativa do tamanho de fruto.

Para peso médio por lóculo verificou-se uma baixa herdabilidade no sentido amplo (32,99%) com erro associado de (25,10%), indicando baixa precisão e uma moderada herdabilidade no sentido restrito (45,01%) com um erro de (32,74%), mostrando também uma precisão muito baixa. Tais resultados sugerem uma dificuldade

no processo de seleção, para peso médio por lóculo devido a presença de efeitos ambientais e genéticos não aditivos.

A herdabilidade para espessura da polpa e firmeza de fruto se mostrou com um valor baixo no sentido restrito de (22,95%) e (38,34%), apresentando erros associados altos de (73,48%) e (39,40%), respectivamente. A herdabilidade no sentido amplo foi muito baixa para firmeza de frutos (11,32%) com um erro alto (86,73%). Da mesma forma esses resultados sugerem uma dificuldade no processo de seleção quando se desejar ideótipos que apresentem polpa espessa e frutos firmes.

Para o caráter formato de fruto, medido através da relação comprimento/diâmetro, percebe-se uma alta herdabilidade no sentido amplo (70,0%) com um erro associado de (6,58%), mostrando uma boa precisão. A herdabilidade no sentido restrito moderada (50,18%) e com erro de (31,60%), mostra neste caso uma baixa precisão. Isto evidencia que a expressão do caráter formato de fruto depende tanto dos efeitos gênicos aditivos quanto dos não aditivos, indicando assim uma dificuldade no processo de seleção. Todavia sugere-se que seja possível explorar a seleção para esse caráter.

As estimativas obtidas do número de genes ou blocos gênicos foram baseadas em pressuposições e por essa razão devem ser interpretada com certa cautela. Contudo, sugere-se uma maior facilidade para se trabalhar com o caráter número de lóculos ($n=4,39$), quando comparado com o caráter firmeza de frutos ($n = 13,48$), onde o número de genes é muito maior, apresentando portanto uma maior complexidade dessa característica quando se desejar a sua utilização em programas de melhoramento.

4.4 Correlações

As correlações dos 36 pares de características estudadas, observou-se 34 pares, onde as correlações genéticas foram maiores que as fenotípicas, apresentando o mesmo sinal, exceto para comprimento longitudinal e peso médio por lóculo de frutos. Este fato evidencia uma maior influência do componente genético do que de ambiente.

Para a característica **comprimento longitudinal de frutos (C)** quando correlacionada com **diâmetro transversal (D)** verificou-se uma alta correlação genética (Tabela 8), porém negativa. A existência desta elevada correlação pode ser atribuída a ligação ou pleiotropia entre os pares de caracteres. Com isso pode-se prever que uma seleção no sentido de frutos com maior comprimento longitudinal implicará em frutos com menor diâmetro transversal. O mesmo pode ser observado pela alta correlação fenotípica (-0,94), obtida entre esses caracteres, na qual o sinal negativo sugere que os genes que podem aumentar o valor fenotípico para uma característica, podem reduzi-lo para outra. A correlação ambiental (0,77) para esses caracteres, indica que essas características são influenciadas de modo sistemático pelas flutuações que ocorrem nas condições ambientais, podendo as mesmas serem influenciadas de forma favorável ou desfavorável pelo ambiente.

A correlação genética entre **comprimento longitudinal de frutos (C)** e **número de lóculos por frutos (Nloc)** observada foi alta e negativa (-0,96) assim como a correlação fenotípica (-0,93), contudo a correlação ambiental observada foi baixa (0,21). Este resultado sugere que essas características devem ser pouco influenciadas pelas variações ambientais, seja de modo favorável ou desfavorável. Assim as correlações

fenotípicas e genéticas permitem sugerir que um provável aumento no comprimento longitudinal, poderá reduzir o número de lóculos.

TABELA 8. Estimativas dos coeficientes de correlações fenotípicas (F), genotípica (G) e ambiental (E) correspondentes às combinações das 9 características estudadas a partir do cruzamento entre as cultivares de tomate Nemadoro x Stevens. UFLA, Lavras-MG, 1995.

caracteres	r	Diâmetro	Nº de lóculo	Proeminência da cicatriz estilar	Espessura	Firmeza	Peso médio de Fruto	(C/D)	PMLC
Comprimento (C)	F	-0,948	-0,939	0,969	0,969	0,697	-0,542	0,992	0,961
	G	-1,051(a)	-0,961	0,978	0,971	0,769	-0,795	1,002(a)	-0,988
	E	0,772	0,212	0,192	0,732	0,322	0,895	0,185	0,625
Diâmetro (D)	F		0,992	-0,943	-0,897	-0,664	0,778	-0,979	-0,936
	G		1,035(a)	-1,008(a)	-1,011(a)	-0,831	0,788	-1,027(a)	-1,089(a)
	E		0,585	0,033	0,604	0,197	0,945	-0,751	0,446
Lóculo (NLOC)	F			-0,951	-0,874	-0,743	0,780	-0,972	-0,958
	G			-0,960	-0,902	-0,863	0,959	-0,979	-0,997
	E			-0,443	0,083	0,227	0,464	-0,657	-0,332
Proeminência da cicatriz estilar "bico"	F				0,872	0,782	-0,806	0,975	0,986
	G				0,886	0,8845	-0,788	0,968	0,896
	E				0,283	-0,042	0,049	0,100	0,386
Espessura (ESPE)	F					0,568	-0,466	0,947	0,873
	G					0,642	-0,720	0,968	0,896
	E					0,086	0,7287	-0,254	0,560
Firmeza (FIRM)	F						-0,402	0,699	0,855
	G						-0,689	0,787	0,958
	E						0,252	0,025	0,298
Peso médio (PMF)	F							-0,643	-0,595
	G							-0,805	-0,942
	E							-0,544	0,574
Formato (C/D)	F								0,966
	G								1,013(a)
	E								-0,141

(a) Estimativas < -1,0 ou > 1,0 para a qual o valor real é assumido como próximo de -1,0 ou 1,0, respectivamente.

Uma correlação fenotípica alta e positiva foi verificada entre comprimento longitudinal de frutos (C) e proeminência da cicatriz estilar (0,96), espessura (0,96); firmeza (0,69), relação comprimento/diâmetro (0,99) e peso médio por lóculo, (0,96). Estes resultados indicam que os genes que podem aumentar o valor fenotípico para um caráter podem aumentar para o outro também.

As correlações genéticas entre o comprimento longitudinal dos frutos com a proeminência da cicatriz estilar, a espessura, firmeza e a relação C/D como sendo altas e positivas; indicam a ocorrência de pleiotropia ou ligação entre pelo menos alguns dos genes responsáveis por essas características. Assim com exceção ao caráter proeminência da cicatriz estilar que é tido como indesejável, os outros caracteres podem ser explorados durante o processo de seleção, quando se desejar ideótipos próximos ao tipo Santa Cruz. Portanto parece haver uma certa previsibilidade para se selecionar formato semelhante ao tipo "Santa Cruz", frutos firmes e com maior espessura de polpa. Todavia, é claro que frutos com maior comprimento longitudinal implicam em uma proeminência da cicatriz estilar mais pronunciada, devido a alta correlação verificada, o que é indesejável do ponto de vista comercial.

Por outro lado uma correlação genética alta e negativa foi observada entre comprimento longitudinal de frutos e peso médio de fruto (Pmf), e em peso médio por lóculo. Dessa forma, espera-se no processo de seleção visando frutos com maiores comprimentos longitudinais, sejam obtidos frutos com menor peso médio e também menor peso médio por lóculo. Por serem positivos as correlações ambientais, elas parecem ser favorável ou desfavorável as duas características, sugerindo portanto a necessidade de um controle mais rigoroso do ambiente. Por outro lado podemos verificar que as correlações entre comprimento longitudinal de frutos e bico; firmeza e relação C/D, apresentaram uma baixa correlação ambiental com valores (0,19), (0,32) e (0,18) respectivamente (Tabela 8).

Para a característica diâmetro transversal dos frutos, verificou-se correlações fenotípicas e genéticas positivas e altas, quando correlacionada com número de lóculo por fruto e peso médio de frutos. Todavia quando o diâmetro foi

correlacionado com a proeminência da cicatriz estilar, espessura, firmeza, relação C/D, e peso médio por lóculo (Tabela 8), observou-se que as correlações fenotípicas e genéticas foram altas, porém negativas. Analisando a correlação ambiental entre diâmetro e peso médio por fruto, observou-se uma correlação alta e positiva, indicando que o ambiente pode atuar de modo favorável ou desfavorável as duas características. O mesmo não pôde ser constatado quando correlacionou diâmetro com número de lóculos, espessura e peso médio por lóculo (PMLC) onde os valores não se mostraram tão pronunciados. Todavia verificou-se que a correlação entre diâmetro e a relação C/D, foi alta e negativa, indicando que as condições ambientais poderão ser favoráveis a uma característica e desfavoráveis à outra.

Para a característica número de lóculos quando correlacionada com bico, espessura, firmeza, relação C/D e peso médio por lóculo podemos observar tanto para a correlação fenotípica quanto a genética, valores elevados e negativos. Contudo, apenas entre a característica número de lóculos e peso médio por fruto é que se observou alta correlação fenotípica e genética positiva (Tabela 8). Estes resultados vem mostrar a importância que esse caráter vem merecendo por parte de alguns pesquisadores, que trabalham com melhoramento genético do tomateiro (Maluf, Miranda e Campos, 1982; Maluf, Miranda e Cordeiro, 1982).

A constante busca por frutos graúdos e que mantenham o formato semelhante ao tipo "Santa Cruz" tem sido um desafio para muitos (Gontijo, Maluf e Miranda, 1983; Maluf, Miranda e Campos, 1982; Maluf, Miranda e Cordeiro, 1982). Nesse aspecto, Powers (1950) em seu trabalho já indicava que o aumento no tamanho de fruto poderia ser devido a recombinação que pode ocorrer entre maior número de lóculos por fruto e com maior peso por lóculo. Nesta mesma linha de trabalho Gontijo,

Maluf e Miranda (1983), fazendo um análise genética entre cultivares de tomate, chegaram a conclusão que para obter maiores frutos de tomate do tipo "Santa Cruz" ter-se-ia que aumentar preferencialmente o número de lóculos e não o peso médio por lóculo. Assim, frutos graúdos, sem perder a semelhança com o tipo "Santa Cruz", poderiam ser obtidos através de um aumento no número de lóculos. Isso parece se confirmar nas "novas" cultivares deste grupo, que são predominantemente triloculares e não biloculares como é o caso da cultivar Ângela Gigante I-5100(Asgrow do Brasil, 1981) e Santa Clara (Nagai, 1985).

Os resultados obtidos no presente trabalho também permitem sugerir que um aumento no número de lóculos é o caminho mais indicado para a obtenção de frutos graúdos sem descaracterizá-lo do grupo 'Santa Cruz'. A correlação genética alta, porém negativa, entre peso médio de fruto e peso médio por lóculo (-0,94), mostra que um aumento no peso médio por lóculo implicaria em redução no peso médio por fruto. Dessa maneira, fica evidente, que o caminho para se obter maiores frutos de tomate com formato tipo "Santa Cruz" seria realmente no sentido de aumentar o número de lóculos e não no peso médio por lóculo, concordando com o do trabalho de Gontijo, Maluf e Miranda (1983). Todavia, os resultados obtidos através de correlações entre o número de lóculos e a firmeza de frutos (-0,74) e (-0,86) mostram que uma tentativa para se aumentar o número de lóculos poderá contribuir para que haja uma redução na firmeza de frutos. Por outro lado, diminuição da relação C/D também contribuem para o aumento no tamanho do fruto, contudo um limite inferior (ligeiramente superior a 1,0) deve ser obedecido para que não haja descaracterização do formato tipo "Santa Cruz". No entanto como as correlações fenotípicas e genéticas são altas (-0,95) e (-0,96) entre número de lóculo e proeminência da cicatriz estilar, fica evidente que um aumento no

número de lóculo implicará numa redução do tamanho da proeminência da cicatriz estilar, o que é desejável.

Quanto a correlação ambiental, verificou-se valores baixos para a correlação entre número de lóculos e espessura (0,08) e também com firmeza de frutos (0,22) e valor médio para número de lóculo e peso médio do fruto (0,46), indicando que as mesmas são influenciadas de modo sistemático pelas variações que ocorrem nas condições ambientais. Por outro lado, um valor negativo para correlação ambiental foi constatada entre número de lóculos e a proeminência da cicatriz estilar (-0,44), relação C/D (-0,65), e com o peso médio por lóculo (-0,33), sugerindo assim que o ambiente pode atuar de maneira a favorecer uma característica e desfavorecer a outra.

As correlações ambientais entre o número de lóculos com espessura, firmeza e peso médio de fruto, apresentarem valores baixos e positivos (Tabela 8). Para a característica proeminência da cicatriz estilar, verificou-se uma correlação fenotípica alta e positiva entre esta e as seguintes características: espessura, firmeza de frutos, relação C/D e peso médio por lóculo.

Correlações fenotípica e genética negativas podem ser observadas entre a proeminência da cicatriz estilar e peso médio de fruto (-0,60) e (0,78), indicando que a presença da proeminência da cicatriz estilar parece implicar em frutos com menor peso médio. Todavia, os resultados sugerem que a presença da proeminência da cicatriz estilar, apesar de indesejável no fruto, apresenta-se altamente correlacionadas fenotípica e geneticamente com caracteres desejáveis como: espessura, firmeza, formato (C/D) e peso médio por lóculo. Neste caso, alguns genes que podem aumentar o proeminência da cicatriz estilar, poderão provocar um redução no peso médio de frutos.

Para as correlações ambientais entre proeminência da cicatriz estilar e as demais características morfológicas estudadas verificou-se uma baixa e positiva correlação para todos os caracteres, com exceção entre proeminência da cicatriz estilar e firmeza que apresentaram uma baixa e negativa correlação ambiental. Todavia o valor expresso é muito baixo permitindo que as correlações fenotípicas e genéticas entre essas duas sejam muito mais expressivas que a ambiental.

Pelos resultados verificou-se que a correlação fenotípica entre espessura e firmeza foi positiva (0,56). Para espessura e relação C/D (formato), a correlação verificada foi alta e positiva (0,94), assim como espessura e peso médio por lóculo (0,87). Esse resultado sugere que a espessura é uma característica importante, uma vez que os genes que contribuem para aumentar o valor fenotípico desse caráter devem aumentar também a firmeza de frutos, relação C/D (formato mais alongado) e o peso médio por lóculo. Contudo, os resultados apresentados para a correlação entre espessura e peso médio de frutos, mostram uma correlação fenotípica média e negativa (-0,46). Isso evidencia que um provável aumento na espessura deverá produzir uma redução no peso médio de fruto e dessa forma, apesar de importante, esta característica é muito complexa quando se desejar trabalhar com ela isoladamente. A correlação genética verificada entre espessura da polpa e peso médio de frutos é alta e negativa (-0,72), reforçando com isso a dificuldade para se trabalhar com essa característica, uma vez que essa correlação é devida a pleiotropia ou a ligação. Por outro lado fica clara a importância da espessura quando correlacionada geneticamente com as seguintes características: relação C/D (formato), peso médio por lóculo e firmeza de frutos (Tabela 8).

Quanto a correlação ambiental entre a espessura e as demais características verificou-se que firmeza, peso médio de fruto e peso médio por lóculo

são influenciados de modo sistemático pelas variações do ambiente. Contudo o ambiente pode ser favorável à espessura e desfavorável a relação C/D.

A característica firmeza de frutos mostrou uma correlação fenotípica alta e positiva com a relação C/D (formato) e peso médio por lóculo. O mesmo pode ser observado para a correlação genética entre essas características, sugerindo a possibilidade da ocorrência ser devida a pleiotropia ou a ligação. Dessa maneira pode-se esperar que no processo de seleção para frutos firmes a relação C/D não seja prejudicada para o tipo "Santa Cruz", que apresenta uma relação C/D maior que um. Todavia um fator complicador durante o processo de seleção que objetive maior peso de frutos seria a sua associação negativa com o caráter firmeza de frutos, embora essa associação não seja absoluta, pois as correlações genéticas são altas mas numericamente inferiores a 1,0. Por isso sugere-se um cuidado especial quando se quer selecionar frutos com maior peso médio.

A correlação ambiental entre a firmeza e peso médio de fruto, relação C/D, e o peso médio por lóculo, indica que essas características sofrem uma influência do ambiente, contudo essas são de baixas magnitudes. Dentre essas, cabe destaque a correlação ambiental entre a firmeza de frutos e a relação C/D (0,025). Assim, para todas as características correlacionadas com firmeza de frutos permite-nos inferir que o efeito ambiental parece ter pouca influência na correlação fenotípica entre estas características.

A complexidade de se selecionar frutos com maiores pesos pode ser observada na Tabela 8 pelos valores das correlações. Pelos resultados observou-se através da correlação fenotípica entre peso médio de fruto e relação C/D que os genes que contribuem para aumentar o valor fenotípico de um caráter contribuem para redução

do outro. O mesmo pôde ser verificado para a correlação genética entre as duas características indicando que a seleção para um caráter poderá prejudicar o outro. Ainda para essas duas características observou-se que a correlação ambiental também é negativa sugerindo que o efeito ambiental deve ser favorável a uma característica e desfavorável à outra. Para peso médio de fruto e peso médio por lóculo, fica evidente pelos resultados da Tabela 8 que tanto a correlação fenotípica quanto a genética indicam que qualquer seleção que houver em um caráter poderá prejudicar o outro.

A relação C/D dá uma idéia sobre o formato de fruto em tomate. Pelos resultados apresentados na Tabela 8 verificou-se que as correlações fenotípicas e genéticas foram altas e positivas entre a relação C/D e o peso médio por lóculo. Isto sugere que na busca de uma maior relação C/D é provável que haja um aumento no peso médio por lóculo. Quanto a correlação ambiental, observou-se que o efeito ambiental foi baixo (-0,14).

Todos esses resultados obtidos a respeito das correlações entre as características morfológicas do tomateiro vêm comprovar o grau de complexidade para se obter frutos de tomateiros com peso médio superior aos já encontrados no mercado. Contudo, além do aumento do peso médio de frutos é fundamental que se mantenha o formato do tipo "Santa Cruz", que é a preferência de 95% do mercado brasileiro. Assim, é evidente que a obtenção de frutos de tomateiro que sejam graúdos e com formato básico do tipo "Santa Cruz" é dificultada por uma série de fatores genéticos e ambientais. Por isso, a busca deste ideótipo tem sido um desafio para muitos pesquisadores.

Os resultados aqui obtidos permitem definir uma estratégia para a seleção de tipos com fruto de formato "Santa Cruz" (relação C/D ligeiramente superior a 1,0)

com elevado peso médio unitário. A seleção deve prioritariamente direcionar-se em relação a maior número de lóculos, relativamente as de "Nemadoro", o que devido às correlações genéticas existentes, implicaria em redução na relação C/D. Esta não deve ser inferior a 1,0, e sim ligeiramente superior a 1,0 para que não se descaracterize o formato tipo Santa Cruz; o que implicaria possivelmente numa redução da firmeza do fruto, que, no entanto não seria necessariamente pronunciada (uma vez que as correlações genéticas entre peso médio e relação C/D, peso médio e firmeza são altas, porém bem inferiores a 1,0); a proeminência da cicatriz estilar (bico) não seria demasiadamente pronunciada, em virtude do aumento do número lóculos (negativamente correlacionado com o tamanho da proeminência da cicatriz estilar) e da redução da relação C/D (positivamente correlacionado com o tamanho da proeminência da cicatriz estilar). Uma redução moderada no peso médio por lóculo seria amplamente compensado pelo aumento no número de lóculos.

Esta estratégia coincide com a sugestão de Gontijo, Maluf e Miranda (1983) para a seleção visando a frutos de formato "Santa Cruz" com elevado peso médio unitário. A seleção direta para maiores relações C/D, sem atentar para o número de lóculos, poderão levar a seleção de tipos biloculares, que a despeito de sua maior firmeza e maior peso médio por lóculo, poderão não levar a frutos de maior peso médio unitário.

5 CONCLUSÕES

- 1 - A herança para as características diâmetro transversal, comprimento longitudinal de frutos, número de lóculos; proeminência da cicatriz estilar, espessura da polpa de fruto; firmeza de frutos; peso médio de fruto; relação C/D (formato) e peso médio por lóculo, mostra dominância parcial, sendo de natureza predominantemente aditiva, embora tenha ocorrido efeito de dominância para o formato de fruto.**
- 2 - Os coeficientes de herdabilidade, a nível de plantas individuais, no sentido restrito para peso médio de fruto e número de lóculo por fruto, indicam que é possível uma eficiente seleção para estas características.**
- 3 - Para o caráter formato de fruto, medido pela relação comprimento/diâmetro, observou-se coeficientes de herdabilidade no sentido restrito de 50,18%, com um erro de 31,60%, indica baixa precisão. A expressão desse caráter depende tanto dos efeitos gênicos aditivos quanto dos não aditivos, indicando certa dificuldade no processo de seleção.**
- 4 - O modelo aditivo-dominante foi adequado para explicar o comprimento longitudinal de frutos, espessura da polpa do fruto, relação C/D e peso médio por lóculo.**

- 5 - O modelo adequado para explicar o diâmetro transversal de frutos, número de lóculos e peso médio de frutos, é o que inclui os efeitos epistáticos ao tipo aditivo aditivo no controle desses caracteres.
- 6 - Para se obter um aumento do peso médio dos frutos de tomateiros, sugere-se que se priorize a seleção para um aumento no número de lóculos por fruto.
- 7 - Existe uma considerável dificuldade para se obter frutos de tomateiro que apresentem simultaneamente frutos graúdos e com formato tipo "Santa Cruz", uma vez que, um maior número de lóculos pode favorecer a obtenção de frutos com maior peso e em contrapartida, esse mesmo aumento pode prejudicar o formato do tipo "Santa Cruz", bem como a espessura de polpa, firmeza de fruto e proeminência da cicatriz estilar.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLARD, R.W. **Princípios do melhoramento genético das plantas**. São Paulo: Edgard Blucher, 1971. 379p.
- ASGROW DO BRASIL. Tomate Ângela Gigante I-5100. **A Semente**, São paulo, v.2, n.3, p.4, 1981.
- CAVALLI, L.L. An analysis of linkage in quantitative inheritance. In: REEVE, C.R; WADINGTON, C.H. (eds.). **Quantitative inheritance**. London: HMSO, 1952. p.135-144.
- CHENG, S.S. **Avaliação de algumas características agronômicas em híbridos de tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill)**. Viçosa: UFV, 1972, 36p. (Dissertação - Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas).
- FALCONER, D.S. **Introdução à genética quantitativa**. Viçosa: UFV, 1981. 279p.
- FILGUEIRA, F.A.R. **Manual de olericultura**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1982. 357p.
- FOGLE, H.W.; CURRENCE, T.M. Inheritance of fruit weight and earliness in a tomato cross. **Genetics**, New York, v.35, p.363-380, 1950.
- GONTIJO, M.C. do; MALUF, W.R.; MIRANDA, J.E.C. Análise genética do peso por lóculo em cruzamento dialélico de cultivares de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.1, n.1, p24-27, maio 1983.
- HAYMAN, B.I. The analysis of variance of diallel tables. **Biometrics**, Washington, v.10, p 235-244, 1954a.
- HAYMAN, B.I. The separation of epistatic from additive and dominance variation in generation means. **Heredity**, London, v.12, p.371-390, 1958.
- HAYMAN, B.I. The theory and analysis of diallel crosses. **Genetics**, New York, v.39, p.789-909, 1954b.

- JINKS, J.L. The analysis of continuous variation in a diallel cross of *Nicotiana rustica* varieties. **Genetics**, New York, v.39, p.767-788, 1954.
- JINKS, J.L.; HAYMAN, B.I. The analysis of diallel crosses. **Maize Genetics Cooperation Newsletter**, Ithaca, v.27, p.48-54, 1953.
- KHALF-ALLAH, A.M.; PEIRCE, L.C. A comparison of selection methods for improving earliness, fruit size and yield in the tomato. **Proceedings of the American Society of Horticultural Science**, New York, v.82, p.414-419, 1963.
- KHATTRA, A.S.; NANDPURI, K.S.; THAKUR, J.C. Inheritance of some economic characters in tomato. **Indian Journal of Horticulture**, New Delhi, v.47, n.2, p.210-215, 1990.
- LARSON, R.E.; CURRENCE, T.M. The extent of hybrid vigor in F_1 and F_2 generations of tomato crosses. **Minnesota Agricultural Experiment Station Technical Bulletin**, Minnesota, v.164, p.1-32, 1944.
- McARTHUR, J.W. Size inheritance in tomato fruits. **Journal Heredity**, Washington, v.32, p.291-295, 1941.
- McARTHUR, J.W.; BUTLER, L. Size inheritance and geometric growth processes in the tomato fruit. **Genetics**, New York, v.23, p.253-268, 1938.
- MALUF, W.R. Evolução das espécies hortícolas na América Latina. In: SIMPÓSIO LATINO - AMERICANO SOBRE RECURSOS GENÉTICOS DAS ESPÉCIES HORTÍCOLAS, 1, 1990. Anais... Campinas: Fundação Cargill, 1990. p.111-114.
- MALUF, W.R.; MIRANDA, J.E.C. de; CAMPOS, J.P. Análise genética de um cruzamento dialélico I. Características referentes a produção de frutos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.17, n.4, p.633-644, 1982.
- MALUF, W.R.; MIRANDA, J.E.C. de; CORDEIRO, C.M.T. Correlações entre médias de híbridos F_1 e médias parentais em tomate. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.17, n.8, p.1171-1176, 1982.
- MATHER, K.; JINKS, J.L. **Biometrical genetics**. London: Chapman and Hall, 1971. 382p.
- MATHER, K.; JINKS, J.L. **Biometrical genetics; the study of continuous variation**. 3.ed. London: Chapman and Hall, 1982. 396p.
- MATHER, K.; JINKS, J.L. **Introdução a genética biométrica**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1984. 242p.

- MELLO, P.C.T. de. **Heterose e capacidade combinatória em um cruzamento Dialélico parcial entre seis cultivares de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill)**. Piracicaba: ESALQ, 1988. 100p. (Tese - Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas).
- MELLO, P.C.T.; MIRANDA, J.E.C.; COSTA, C.P. Possibilidades e limitações do uso de híbridos F₁ de tomate. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.6, n.2, p.4-6, nov. 1988.
- MIRANDA, J.E.C. **Avaliação de seis cultivares de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) e suas progênies híbridas F₁**. Viçosa: UFV, 1978. 42p. (Tese - Mestrado em Genética e Melhoramento).
- MIRANDA, J.E.C.; MALUF, W.R.; CAMPOS, J.P. Análise de um cruzamento dialélico de cultivares de tomate II. Características vegetativas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.17, n.5, p.767-773, 1982.
- NAGAI, H. Santa Clara I-5100, novo cultivar de Tomate para mesa. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.3, n.1, p.82, 1985.
- PEIRCE, L.C.; CURRENCE, T.M. The efficiency of selecting for earliness, yield, and fruit size in tomato cross. **Proceedings of the American Society of Horticultural Science**, New York, v.73, p.253-268, 1959.
- PESSOA, H.B.S.V.; MIRANDA, J.E.C.; MALUF, W.R.; HUANG, S.P. Nemadoro: tomate para indústria resistente ao nematóide das galhas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.6, n.1, p.41-42, maio 1988.
- POWERS, L. Gene analysis of weight per locule in tomato hybrids. **Botanical Gazette**, Chicago, v.112, p.163-174, 1950.
- POWERS, L. Gene recombination and heterosis. In: GOWEN, J.W. (ed.). **Heterosis**. Ames: Iowa State College, 1952. cap. 19.
- POWERS, L. Inheritance of quantitative characters in crosses involving two species of *Lycopersicon*. **Journal of Agricultural Research**, Washington, v.63, p.149-174, 1941.
- POWERS, L. Studies on the nature of interations of the genes differentiating quantitative characters in a cross between *Lycopersicon esculentum* and *L. pimpinellifolium*. **Journal of Genetics**, Cambridge, v.39, p.139-170, 1939.
- RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.B. dos; ZIMMERMANN, M.J. **Genética Quantitativa em plantas autógamias; aplicações ao melhoramento do feijoeiro**. Goiânia: UFG, 1993. 271p.

- RAMALHO, M.A.P.; VENCOVSKY, R. Estimação dos componentes da variância genética em plantas autógamas. *Ciência e Prática*, Lavras, v.2, n.2, p.117-140, 1978.
- RICK, C.M. Origin and domestication of cultivated tomatoes. In: ESQUINAS-ALCAZAR, J.T. (ed.). *Genetic resources of tomatoes and wild relatives. international board for plant genetic resources report*. Rome: IBPGR, 1981. p.3-6.
- RICK, C.M. Tomato *Lycopersicon esculentum* (solanaceae). In: SIMONDS, N.W. *Evolution of crop plants*. London: Longman, 1974. p.268-272.
- RICK, C.M.; BUTLER, L. Cytogenetics of the tomato. *Advances in Genetics*, New York, v.8, p.267-382, 1956.
- RICK, C.M.; PHILLS, B.R. Novel variation in tomato species hybrids. *American Naturalist*, Lancaster, v.87, p.359-373, 1953.
- ROWE, K.E.; ALEXANDER, W.L. Computations for estimating the genetic parameters in joint-scaling tests. *Crop Science*, Madison, v.20, p.109-110, 1980.
- SANTOS, J.B. dos. *Controle genético de caracteres agronômicos e potencialidades de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) para o melhoramento genético*. Piracicaba: ESALQ, 1984. 223p. (Tese - Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas).
- SONNENBERG, P.E. *Olericultura Especial*. 3.ed. Goiânia: UFG, 1985. 149p. v.2.
- TOLEDO, J.F.F. de; KIIHL, R.A. de S. Métodos de análise dialélica do modelo genético em controle das características, dias para a floração e número de folhas trifoliadas em soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.17, n.5, p.745-755, 1982.
- VELLO, N.A. *Estimação dos componentes da variância genética pelos métodos dos retrocruzamentos e das gerações sucessivas de autofecundação*. Piracicaba: ESALQ, 1985. 20p. (SGAEA - publicação didática, 2)..
- VELLO, N.A.; VENCOVSKY, R. *Erros associados às estimativas de parâmetro genéticos*. Piracicaba: Sociedade Internacional de Biometria, 1978. 7p.
- VENCOVSKY, R. *Análise de cruzamentos dialélicos entre variedades pelo método de Gardner e Eberhart*. Piracicaba: ESALQ, 1969. p.99-111.
- WARNER, D.N. A method for estimating heritability. *Agronomy Journal*, Madison, v.44, n.8, p.427-430, 1952.

APÉNDICE

TABELA 1A. Médias e componentes de médias para as características peso médio de frutos, firmeza, diâmetro, espessura, formato e número de lóculos. UFLA, Lavras - MG, 1995.

Geração	N	Peso médio de fruto		Firmeza		Comprimento		Diâmetro		Espessura		Formato		Nº de lóculos	
		Média	Variância	Média	Variância	Média	Variância	Média	Variância	Média	Variância	Média	Variância		
P ₁	77	105,8766	325,4335	8,6125	2,6791	5,3249	0,1023	5,8498	0,1724	0,5746	0,0032	0,9123	0,0026	3,3315	0,2863
P ₂	72	98,2590	259,7558	8,9440	1,3143	6,7936	0,2015	5,1033	0,0999	0,7911	0,0042	1,3321	0,0035	2,0902	0,0361
F ₁	58	100,6541	387,4632	8,1477	1,9118	5,6029	0,1171	5,6048	0,4509	0,6706	0,0040	1,0070	0,0055	3,0568	0,2500
F ₂	389	113,3959	763,6597	8,5556	2,2039	5,8594	0,2607	5,7724	0,3196	0,6827	0,0037	1,0226	0,0143	3,2357	1,0749
RC ₁₁	228	110,7344	540,3742	8,0296	1,9560	5,5518	0,1108	5,8415	0,1918	0,6323	0,0027	0,9531	0,0034	3,4739	0,4074
RC ₂₁	239	101,8775	294,0407	8,6136	1,2363	6,2427	0,2598	5,3605	0,1663	0,7460	0,0037	1,1716	0,0180	2,5728	0,3073

