

37459

ERICH COLLICCHIO

**ASSOCIAÇÃO ENTRE O PORTE DA PLANTA DO FEIJOEIRO E O
TAMANHO DOS GRÃOS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Agronomia, área de concentração em Genética e Melhoramento de Plantas, para obtenção do título de "Mestre".

Orientador

Prof. MAGNO ANTÔNIO PATTO RAMALHO

Cat

**LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
1995**

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

Collicchio, Erich.

Associação entre o porte da planta do feijoeiro
e o tamanho dos grãos / Erich Collicchio.--Lavras :
UFLA, 1995.

98 p. : il.

Orientador: Magno Antônio Patto Ramalho.

Dissertação (Mestrado) - UFLA.

Bibliografia.

1. Feijão - Melhoramento genético.
2. Feijão - Grãos - Tamanho.
3. Feijão - Planta - Arquitetura.
4. Feijão - Correlação. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

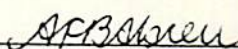
CDD-635.6523

ERICH COLLICCHIO

**ASSOCIAÇÃO ENTRE O PORTE DA PLANTA DO FEIJOEIRO E O
TAMANHO DOS GRÃOS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Agronomia, área de concentração em Genética e Melhoramento de Plantas, para obtenção do título de "Mestre".


APROVADA em 27 de março de 1995



Pesq. Ângela de Fátima Barbosa Abreu



Pesq. Alberto Vasconcelos Costa



Prof. Dr. Magno Antônio Patto Ramalho
(Orientador)

Toda vez que me lembro
do entardecer no Araguaia,
meu coração louco se espraia,
de saudades do Tocantins.
Mas os dias, as noites
e as madrugadas frias
nas montanhas mineiras,
jamais esquecerei;
pois retorno com novas forças
e ansioso para aprender
um pouco mais.

DEDICO

À minha esposa, Sâmia e a meus filhos, Thiago e Vitor.

Aos meus pais, Anézio e Norien, por tudo.

Aos meus irmãos, Alexandre, Renata, Marcelo, Vanina, Ricardo e Vivian.

Ao amigo Júlio César Marins Vianna.

À memória de

Dr. Amaury A.G. de Arruda,

minha avó, Assumpta D. Rodrigues

e minha irmã Bianca.

AGRADECIMENTOS

Expresso meus sinceros agradecimentos:

À Universidade Federal de Lavras;

Ao Governo do Tocantins, através da Secretaria de Estado da Agricultura e Abastecimento e Universidade do Tocantins - UNITINS;

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, pela concessão da bolsa de estudos;

Aos professores e funcionários do Departamento de Biologia - UFLA;

Em especial ao professor e orientador de todos os momentos, Magno Antônio Patto Ramalho, que através de sua capacidade, dedicação e simplicidade ensinou-me muito;

À pesquisadora Ângela de Fátima Barbosa Abreu, pela paciência, apoio e dedicação. Uma mulher de fato, que estava sempre presente, a quem devo muito, inclusive amizade;

Ao pesquisador e amigo Alberto Vasconcelos Costa, pelo estímulo e importantes sugestões para melhorar esse trabalho;

Ao Núcleo de Estudo de Genética - GEN, criado para colaborar na formação profissional e integração dos pós-graduandos em Genética e Melhoramento de Plantas;

Aos amigos de turma, Francisco Farias, João Acássio, Oswaldo Gomes, Paulo Martins, Paulo Rogério, Maria Izabel e Vilma Villa e demais colegas pela convivência e amizade;

A minha família pela compreensão e apoio constante;

Ao Dr. Amaury Alfredo Gomes de Arruda, meu grande conselheiro e amigo, que me mostrou pela primeira vez a importância do “Talismã”, sendo reforçada pelo prof. Magno durante esses dois anos de convívio. “Talismã” para mim, foi uma das grandes lições do curso, seja “ele” de qualquer tamanho, verdadeiro ou não, mas o importante é “carregá-lo” sempre por onde passar, para que se tenha sucesso e prazer no seu trabalho;

Aos grandes amigos Marcio Antônio da Silveira e Paulo Rogério Gonçalves, companheiros no esforço e idealismo de tornar o Estado de Tocantins, mais produtivo e menos carente, para que seu povo viva em melhores condições;

À todos que contribuíram para a realização deste trabalho;

À Deus, sempre!

BIOGRAFIA

ERICH COLLICCHIO, filho de Anézio Collicchio e Norien Aparecida Rodrigues Vianna, natural de Ribeirão Preto, Estado de São Paulo, nasceu em 08 de maio de 1962.

Graduou-se no curso de Engenharia Agrônômica em julho de 1987, pela Universidade Federal de Goiás - UFG, em Goiânia, Estado de Goiás.

Conduziu trabalhos de pesquisa em várzea, com as culturas de arroz irrigado e feijão, na empresa Agropastoril Vitória do Araguaia S/A, em Porto Alegre do Norte, Estado do Mato Grosso, no período de 1987 a 1989.

Trabalhou na Secretaria de Estado da Agricultura e Abastecimento do Tocantins, como pesquisador, durante o período de março de 1990 a junho de 1994.

Em 1º de julho de 1994, foi contratado pela Universidade do Tocantins - UNITINS, como professor assistente.

Em março de 1993, iniciou o curso de mestrado em Agronomia, área de concentração em Genética e Melhoramento de Plantas, na Universidade Federal de Lavras - UFLA, concluindo-o em março de 1995.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS	viii
LISTA DE FIGURAS	xii
RESUMO	xiv
SUMMARY	xvi
1 INTRODUÇÃO	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO	3
2.1 Tamanho dos grãos	3
2.2 Porte da planta	8
2.3 Correlação entre caracteres	16
3 MATERIAL E MÉTODOS	19
3.1 Locais	19
3.2 Material	19
3.3 Obtenção das populações segregantes	20
3.4 Avaliação das plantas da geração F ₂	20
3.5 Avaliação das famílias F ₃	22
3.6 Avaliação das famílias F ₄	23
3.7 Avaliação das famílias F ₅	24
3.8 Análise dos dados	24
3.9 Estimação dos parâmetros genéticos e fenotípicos	28
3.10 Estimativas de herdabilidade (h ²)	29
3.11 Estimativas dos coeficientes de correlação	30
4 RESULTADOS	33
4.1 Avaliação da geração F ₂	33
4.2 Avaliação das famílias F ₃	39
4.3 Avaliação das famílias F ₄	47
4.4 Avaliação das famílias F ₅	55
4.5 Estimação dos parâmetros genéticos e fenotípicos	61

	Página
5 DISCUSSÃO	68
6 CONCLUSÕES	77
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	78
APÊNDICE	86

LISTA DE TABELAS

Tabela		Página
1	Estimativas da herdabilidade nos sentidos amplo (h_a^2) e restrito (h_r^2), do peso de 100 sementes, obtidas por diferentes métodos, populações, anos e locais	8
2	Algumas características das cultivares de feijão utilizadas	20
3	Escala de notas para o porte da planta	22
4	Quadro da análise de variância com as respectivas esperanças dos quadrados médios da geração F_3	25
5	Quadro da análise de variância das gerações F_4 ou F_5 , com as respectivas esperanças dos quadrados médios	26
6	Quadro da análise de variância conjunta de dois locais (Lavras e Patos de Minas - MG)	27
7	Coefficiente de parentesco (r_{xy}), segundo Smith e Kinman (1965)	29
8	Esperança matemática dos produtos médios utilizados na análise de cada par de caracteres	30
9	Resumo da análise de variância na geração F_3 , da nota do porte (NP), peso de 100 sementes em gramas (PCS) e produção de grãos em g/parcela (PROD), e estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos, do cruzamento Milionário x Flor de Mayo	39

Tabela	Página
10	Resumo da análise de variância na geração F_3 , da nota do porte (NP), peso de 100 sementes em gramas (PCS) e produção de grãos em g/parcela (PROD), e estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos, do cruzamento EMGOPA 201-Ouro x Manteigão Fosco 11 41
11	Resumo da análise de variância na geração F_3 da nota do porte (NP), peso de 100 sementes em gramas (PCS) e produção de grão em g/parcela (PROD), e estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos do cruzamento Rio Vermelho x Roxo PV 42
12	Resumo da análise de variância na geração F_4 , da nota do porte (NP), peso de 100 sementes em gramas (PCS) e produção de grão em g/parcela (PROD), e estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos do cruzamento Milionário x Flor de Mayo 48
13	Resumo da análise de variância na geração F_4 da nota do porte (NP), peso de 100 sementes em gramas (PCS) e produção de grão em g/parcela (PROD), e estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos do cruzamento EMGOPA 201-Ouro x Manteigão Fosco 11 49
14	Resumo da análise de variância na geração F_4 da nota do porte (NP), peso de 100 sementes em gramas (PCS) e produção de grão em g/parcela (PROD), e estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos do cruzamento Rio Vermelho x Roxo PV 50
15	Ocorrência de plantas ou famílias com nota do porte menor do que 3,0 e peso de 100 sementes maior ou igual a 25 gramas, nas gerações F_2 , F_3 e F_4 de cada população 55
16	Resumo da análise de variância na geração F_5 , para nota do porte (NP), peso de 100 sementes em gramas (PCS) e produção de grãos em g/parcela (PROD), e estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos das famílias selecionadas. Lavras e Patos de Minas, 1994 56

Tabela	Página	
17	Resumo da análise de variância conjunta na geração F_5 , para nota do porte (NP), peso de 100 sementes em gramas (PCS) e produção de grãos em g/parcela (PROD), e estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos. Lavras e Patos de Minas, 1994 57	57
18	Estimativas dos componentes da variância genética e fenotípica e as respectivas covariâncias da nota do porte (NP), peso de 100 sementes (PCS) e produção de grãos (PROD), dos cruzamentos Milionário x Flor de Mayo (MF), EMGOPA 201-Ouro x Manteigão Fosco 11 (EM) e Rio Vermelho x Roxo PV (RR) 57	57
19	Estimativas das herdabilidades por três métodos diferentes da nota do porte (NP), peso de 100 sementes (PCS) e produção de grãos (PROD), do cruzamento Milionário x Flor de Mayo 62	62
20	Estimativas das herdabilidades por três métodos diferentes da nota do porte (NP), peso de 100 sementes (PCS) e produção de grãos (PROD), do cruzamento EMGOPA 201-Ouro x Manteigão Fosco 11 63	63
21	Estimativas das herdabilidades por três métodos diferentes da nota do porte (NP), peso de 100 sementes (PCS) e produção de grãos (PROD), do cruzamento Rio Vermelho x Roxo PV 63	63
22	Estimativas dos componentes de variância genética e fenotípica e da herdabilidade no sentido amplo, para a nota do porte (NP), peso de 100 sementes (PCS) e produção de grãos (PROD), para a geração F_5 em Lavras e Patos de Minas 64	64
23	Coefficientes de correlação fenotípica (r_F), genética (r_G) e de ambiente (r_E), entre os três caracteres estudados, nas gerações F_2 , F_3 e F_4 do cruzamento Milionário x Flor de Mayo 66	66
24	Coefficientes de correlação fenotípica (r_F), genética (r_G) e de ambiente (r_E), entre os três caracteres estudados, nas gerações F_2 , F_3 e F_4 do cruzamento EMGOPA 201-Ouro x Manteigão Fosco 11 66	66

Tabela	Página
25 Coeficientes de correlação fenotípica (r_F), genética (r_G) e de ambiente (r_E), entre os três caracteres estudados, nas gerações F_2 , F_3 e F_4 do cruzamento Rio Vermelho x Roxo PV	67
26 Coeficientes de correlação fenotípica (r_F), genética (r_G) e de ambiente (r_E), entre os três caracteres estudados, na geração F_5 , em Lavras (L) e Patos de Minas (P)	67

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Modo de condução das famílias de cada um dos cruzamentos e época de semeadura dos experimentos	21
2	Distribuição de frequência dos caracteres: nota de porte [a]; peso de 100 sementes (g) [b] e produção de grãos (g/planta) [c], das plantas da geração F ₂ , provenientes do cruzamento Milionário x Flor de Mayo. Lavras, fevereiro de 1993	35
3	Distribuição de frequência dos caracteres: nota do porte [a]; peso de 100 sementes (g) [b] e produção de grãos (g/planta) [c], das plantas da geração F ₂ , provenientes do cruzamento EMGOPA 201-Ouro x Manteigão Fosco. Lavras, fevereiro de 1993	36
4	Distribuição de frequência dos caracteres: nota de porte [a]; peso de 100 sementes (g) [b] e produção de grãos (g/planta) [c], das plantas da geração F ₂ , provenientes do cruzamento Rio Vermelho x Roxo PV. Lavras, fevereiro de 1993	37
5	Distribuição de frequência dos caracteres nota do porte e do peso de 100 sementes conjuntamente, para as plantas da geração F ₂ proveniente dos cruzamentos: Milionário x Flor de Mayo [a], EMGOPA 201-Ouro x Manteigão Fosco 11 [b] e Rio Vermelho x Roxo PV [c]	38
6	Distribuição de frequência dos caracteres: nota do porte [a]; peso de 100 sementes (g) [b] e produção de grãos (g/planta) [c], das famílias da geração F ₃ , provenientes do cruzamento Milionário x Flor de Mayo. Lavras, julho de 1993	43
7	Distribuição de frequência dos caracteres: nota do porte [a]; peso de 100 sementes (g) [b] e produção de grãos (g/parcela) [c], das famílias da geração F ₃ , provenientes do cruzamento EMGOPA 201-Ouro x Manteigão Fosco 11. Lavras, julho de 1993	44

Figura		Página
8	Distribuição de frequência dos caracteres: nota do porte [a]; peso de 100 sementes (g) [b] e produção de grãos (g/planta) [c], das famílias da geração F ₃ , provenientes do cruzamento Rio Vermelho x Roxo PV. Lavras, julho de 1993	45
9	Distribuição de frequência dos caracteres nota do porte e peso de 100 sementes conjuntamente, para as plantas da geração F ₃ proveniente dos cruzamentos: Milionário x Flor de Mayo [a], EMGOPA 201-ouro x Manteigão Fosco 11 [b] e Rio Vermelho x Roxo PV [c]	46
10	Distribuição de frequência dos caracteres: nota do porte [a]; peso médio de 100 sementes (g) [b] e produção de grãos (g/parcela) [c], das famílias da geração F ₄ , provenientes do cruzamento Milionário x Flor de Mayo. Lavras, novembro de 1993	51
11	Distribuição de frequência dos caracteres: nota do porte [a]; peso médio de 100 sementes (g) [b] e produção de grãos (g/parcela) [c], das famílias da geração F ₄ provenientes do cruzamento EMGOPA 201-Ouro x Manteigão Fosco 11. Lavras, novembro de 1993	52
12	Distribuição de frequência dos caracteres: nota do porte [a]; peso médio de 100 sementes (g) [b] e produção de grãos (g/parcela) [c], das famílias da geração F ₄ , provenientes do cruzamento Rio Vermelho x Roxo PV. Lavras, novembro de 1993	53
13	Distribuição de frequência dos caracteres nota do porte do peso de 100 sementes conjuntamente, para as plantas da geração F ₄ proveniente dos cruzamentos: Milionário x Flor de Mayo [a], EMGOPA 201-ouro x Manteigão Fosco 11 [b] e Rio Vermelho x Roxo PV [c]	54
14	Distribuição de frequência dos caracteres: nota do porte [a]; peso de 100 sementes (g) [b] e produção de grãos (g/parcela) [c], das famílias selecionadas da geração F ₅ . Lavras, julho de 1994	58
15	Distribuição da nota do porte [a], do peso de 100 sementes (g) [b] e da produção de grãos (g/parcela) [c], das famílias selecionadas da geração F ₅ . Patos de Minas, julho de 1994	59
16	Distribuição de frequência dos caracteres nota do porte e do peso de 100 sementes conjuntamente, para as famílias selecionadas da geração F ₅ , para Lavras [a] e Patos de Minas [b]	60

RESUMO

COLLICCHIO, Erich. **Associação entre o porte da planta do feijoeiro e o tamanho dos grãos.** Lavras: UFLA, 1995. 98p. (Dissertação - Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas).*

O maior emprego de tecnologia na cultura do feijoeiro no Brasil, tem exigido que as cultivares apresentem porte mais ereto. Contudo, todos os materiais cultivados disponíveis que apresentam esse tipo de porte, possuem sementes pequenas, as quais, têm menor aceitação comercial. Por essa razão, foi realizado esse trabalho no período de fevereiro de 1993 à novembro de 1994, para verificar se existe associação entre esses dois caracteres e procurar alternativas para selecionar cultivares que apresentem porte ereto e sementes de tamanho mais aceitáveis pelo consumidor. Foram utilizadas para isso, as gerações F₂, F₃, F₄ e F₅ dos seguintes cruzamentos: Milionário x Flor de Mayo, EMGOPA 201-Ouro x Manteigão Fosco 11 e Rio Vermelho x Roxo PV. Os experimentos de avaliação das famílias F₃, F₄ e F₅, foram conduzidos na Universidade Federal de Lavras, em Lavras - MG. Esta última geração, foi também avaliada em Patos de Minas - MG. Em todas as etapas avaliou-se o porte, através de uma escala de notas, que varia de 1 (porte ereto) à 9 (planta prostrada), peso médio de 100 sementes e produção de grãos. Foram obtidas estimativas da variância genética e fenotípica, da herdabilidade e também

* Orientador: Magno Antônio Patto Ramalho. Membros da Banca: Ângela de Fátima Barbosa Abreu e Alberto Vasconcelos Costa.

das correlações fenotípica, genética e ambiental entre os três caracteres, em todas as gerações dos três cruzamentos, exceto na geração F_2 , onde foi estimada apenas a correlação fenotípica. Os resultados obtidos mostraram que: ocorreu variabilidade genética para todos os caracteres nos três cruzamentos realizados, como foi constatado pelas estimativas da variância genética e herdabilidade, o que permite antever sucesso com a seleção; Não foi verificada a existência de correlação entre a nota do porte e a produção de grãos, porém foi constatada uma tendência de associação positiva entre o peso de 100 sementes e a produção de grãos; De um modo geral, não foi observada associação entre a nota do porte e o peso de sementes, indicando ser possível selecionar plantas eretas com qualquer tamanho de sementes. Contudo, a frequência de famílias com porte ereto (nota inferior a 3) e peso de 100 sementes acima de 25 gramas, foi muito pequena; Foi constatado que a frequência de ocorrência de plantas mais eretas, é influenciada pelas condições de temperatura e umidade. No melhoramento para esse caráter, ênfase deve ser dada na seleção realizada sob condições de alta temperatura e umidade, que ocorre na safra “das águas”. Isto porque as plantas que forem eretas nessa época, deverão manter esse fenótipo nas demais condições de cultivo do feijoeiro.

SUMMARY

ASSOCIATION BETWEEN THE COMMON BEAN PLANT ARCHITECTURE AND SEED SIZE

The widest use of technology in the common bean crop in Brazil has required cultivars with more upright architecture. However, all cultivars available which show this sort of architecture, possess small seeds which have less commercial acceptance. For this reason, this work was conducted from February 1993 to November 1994, to verify whether there is any association between these two traits and to seek alternatives to select cultivars which display upright architecture and seed size more acceptable by the consumer. For this goal, the F_2 , F_3 , F_4 and F_5 generations from the following crosses: Milionário x Flor de Mayo, EMGOPA 201-Ouro x Manteigão Fosco 11 e Rio Vermelho x Roxo PV were used. The experiments including the F_3 , F_4 and F_5 families, were carried out at Universidade Federal de Lavras, in Lavras, state of Minas Gerais, Brazil. The F_5 generation, was also evaluated at Patos de Minas - MG. In all steps, plant architecture was evaluated through a scale ranging from 1 (upright architecture) to 9 (prostrated plant), average weight of 100 seeds and grain yield. Estimates of genetic and phenotypic variance, heritability and also phenotypic, genetic and environmental correlations among the three traits, in all generations of the three crosses were obtained, except in the F_2 generation, where only the phenotypic correlation was estimated. The results showed genetic variation for all

traits in the three crosses studied, allowing to foresee success with selection. No correlation was detected between the score of plant architecture and grain yield, but a general bias of positive association between the weight of 100 seeds and yield was verified. In general, no association between plant architecture and seed weight was observed, showing to be possible to select upright plants with any seed size. However, the frequency of upright architecture families (score 3 or less) and 100 seeds weight above 25 grams, was very low. It was found that the occurrence frequency of more upright plants was influenced by temperature and humidity. In breeding for upright plant architecture, emphasis must be placed on the selection made under conditions of high temperature and humidity, which take place over the rain season. The reason for this strategy is because plants which are upright during this season, will be able to keep this phenotype under other farming conditions of the bean crop.

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, mudanças importantes ocorreram com a cultura do feijão. Em muitas propriedades o seu cultivo se tornou altamente tecnificado, deixando de ser uma cultura de subsistência. O incremento no uso da irrigação foi um dos grandes responsáveis por este fato, embora, mesmo na cultura não irrigada o emprego da maior tecnologia tenha sido uma constante. Para se ajustarem a essa nova condição, os programas de melhoramento do feijoeiro de várias instituições, além de objetivarem a produtividade e a resistência à doenças, desejam obter cultivares que apresentem porte ereto e grãos com maior aceitação comercial.

No que se refere ao porte, um dos seus componentes mais importantes é o hábito de crescimento (Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1979 e Kretchmer, Laing e Wallace, 1979), que pode ser agrupado de forma geral em determinado e indeterminado. O hábito de crescimento pode apresentar quatro tipos: o tipo I, são plantas de crescimento determinado e cuja gema apical termina em uma inflorescência. O tipo II são plantas com crescimento indeterminado e guia curta, o tipo III apresenta crescimento indeterminado e guia longa e o tipo IV, é semelhante ao último, porém são plantas mais volúveis com internódios mais longos.

A tendência é que novas cultivares apresentem um melhor ideotipo (Adams, 1982), isto é, que sejam de tipo II com o porte o mais ereto possível e com maior tolerância ao acamamento. Espera-se com isso, obter uma planta fisiologicamente mais eficiente, mas

sobretudo que facilite os tratos culturais, possibilite a colheita mecanizada, reduza a ocorrência de algumas doenças, especialmente o mofo branco e diminua as perdas na colheita, principalmente se esta coincidir com o período de chuvas prolongadas, uma vez que o contato das vagens com o solo seria menor, o que beneficiaria a qualidade dos grãos. Contudo, tem havido dificuldade em associar o porte da planta a um maior tamanho dos grãos, que são preferidas pelos consumidores. Tanto é assim, que as principais cultivares recomendadas de porte ereto, tais como: EMGOPA 201-Ouro, Milionário, Rio Tibagi e Carioca-MG, apresentam grãos pequenos, o que reduz a aceitação comercial.

A princípio esse fato indica uma possível associação genética ou de desenvolvimento entre o tamanho dos grãos e o porte da planta. Um fato que reforça essa observação, é que no banco de germoplasma do Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), com mais de 30.000 entradas, apenas 2 % apresentavam plantas com hábito de crescimento do tipo II, eretas e com tamanho de semente de médio a grande (Hidalgo, 1991). Entretanto, há na literatura relatos que essa associação não ocorre, sendo perfeitamente possível obter plantas eretas com qualquer tamanho de grãos (Kelly e Adams, 1987; Malburg e Kelly, 1992 e Kornegay, White e Cruz, 1992 e Brothers e Kelly, 1993)

Considerando que nos programas de melhoramento do feijoeiro que estão sendo conduzidos no Brasil, ainda há dificuldade na obtenção de plantas de porte ereto com grãos de tamanho mais aceitável pelos consumidores, foi conduzido este trabalho visando verificar se há associação entre esses dois caracteres e propor alternativas para se ter êxito na obtenção de cultivares de porte ereto e grãos de tamanho médio.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Tamanho dos grãos

O feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.), é uma espécie de origem múltipla e com centros de domesticação independentes (Harlan, 1971 e 1975). No entanto, é consenso que originou-se no continente americano (Kaplan, 1965; Miranda Colin, 1967; Gentry, 1969 e Gepts e Debouck, 1991).

Evidências morfológicas mostram que o feijão silvestre, tem uma ampla distribuição desde o oeste do México até o nordeste da Argentina, sendo que foi observado nessas áreas, diferenças na morfologia das plantas, provavelmente devido à adaptabilidade do feijoeiro aos distintos ambientes (Debouck e Tohme, 1989).

A evolução do feijão comum sob domesticação foi revista por alguns autores, onde três regiões foram hipotetizadas: a primeira corresponde a América Central, com temperaturas elevadas e baixas altitudes, onde predominam as variedades com sementes pequenas, e outras duas na América do Sul, uma dando origem a sementes grandes na região Sul Andina, envolvendo Peru e Argentina, com temperaturas mais baixas e grandes altitudes e a outra de menor importância, no Norte dos Andes, envolvendo a Colômbia, onde foram domesticados feijões de sementes pequenas (Singh, 1989).

No entanto o fluxo de alelos entre esses centros não ocorre livremente, sugerindo que o isolamento geográfico levou ao estabelecimento de dois grupos gênicos (pools gênicos) divergentes, um da América Central e outro da América do Sul, denominados Mesoamericano (sementes pequenas) e Andino (sementes grandes) respectivamente, mantendo bem diferenciado os tamanhos das sementes (Evans, 1974; Gepts e Bliss, 1985 e Singh, 1989). De acordo com algumas características agrônômicas estes dois grupos foram divididos em seis raças, sendo que o Mesoamericano possui as raças Mesoamérica, Jalisco e Durango, enquanto que o Andino é constituído pelas raças Nova Granada, Peru e Chile (Singh, 1989).

Foi relatado pela primeira vez por Davis e Frazier (1964), um mecanismo de incompatibilidade genética entre os dois grupos gênicos. Essa incompatibilidade ocorre quando estão envolvidos cruzamentos entre cultivares de sementes pequenas e grandes. Segundo Singh e Gutierrez (1984), dois genes (DL_1 e DL_2) com ações complementares, estão envolvidos no controle da incompatibilidade, sendo o genótipo $DL_1DL_1dl_2dl_2$ de um material com sementes pequenas, incompatível com o genótipo $dl_1dl_1DL_2DL_2$ de sementes grandes. A presença dos dois alelos dominantes nos dois locos DL_1 e DL_2 na geração F_1 do cruzamento, determinará a incompatibilidade devido a formação do genótipo $DL_1dl_1DL_2dl_2$. Cultivares que apresentam genótipos $dl_1dl_1dl_2dl_2$, não mostram incompatibilidade. Se as plantas são homozigotas, $DL_1DL_1DL_2DL_2$, ocorre o nanismo, que é letal (Shii, Temple e Mok, 1980).

No feijão, o grupo de proteínas de reserva encontrado em maior proporção é o das globulinas, que varia de 40 a 60 %, sendo que dentre elas a phaseolina é caracterizada como a de maior importância (Ma e Bliss, 1978). Alguns tipos de phaseolina foram separados pela técnica de eletroforese, que são: "T", encontrada na cultivar Tendergreen; "S", na cultivar Sanilac e o tipo "C", na cultivar Contender. Outros tipos de phaseolina como "A", "B", "H" e "M", foram

relacionadas aos tipos "T", "S" e "C" (Gepts et al., 1986 e 1988). As cultivares de feijão de sementes grandes têm apresentado as phaseolinas tipo "T" e "C", que caracterizam o material domesticado nos Andes e a phaseolina tipo "S" presente nas cultivares de sementes pequenas, caracteriza o material Mesoamericano (Gepts et al., 1986 e 1988).

Um dos fatores principais que limita a aceitação comercial de uma cultivar de feijão no mercado é o tamanho de sua semente. Existe uma ampla variabilidade para o tamanho da semente de feijão (Vieira, 1967 e Hidalgo, Rubiano e Toro, 1992), assim é que no banco de germoplasma do CIAT, onde estão armazenadas mais de 30.000 entradas, há uma variação no peso das sementes de 15 a 60 g / 100 sementes (Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1975; Vieira, 1978 e Singh, 1989). No Brasil a preferência dos consumidores, situa-se entre 20 a 30 g / 100 sementes (Santos e Vencovsky, 1986), embora alguns tipos de feijão com sementes grandes, denominados de Jalo, sejam preferidos por uma parte do mercado.

De acordo com Hidalgo, Rubiano e Toro (1992), foi realizada pelo CIAT uma classificação prática do tamanho das sementes separando-as em três grupos: pequenos (menos de 25 g / 100 sementes), médios (entre 25 e 40 g / 100 sementes) e grandes (mais de 40 g / 100 sementes). De maneira geral plantas com tamanho de sementes pequenas representavam 38 %, médias 37 % e grandes 25 % da coleção de germoplasma do CIAT em 1988 (Hidalgo, 1991).

O tamanho da semente é uma característica resultante da atuação de fatores ambientais e genéticos (Hsu, 1979). Entre os fatores ambientais que podem afetar o tamanho dos grãos de feijão estão: temperatura, umidade, fertilidade do solo, época de plantio e espaçamento (Steinmetz e Army, 1932). Esses autores constataram que ocorreu variação do tamanho das sementes de duas cultivares, semeadas em diferentes localidades de Minnesota, nos Estados Unidos. Uma delas, a 'Robust nº 46', semeada em seis locais teve uma de variação no peso de

100 sementes de 13,30 a 23,60 gramas. Utilizando essa mesma cultivar, verificaram também variação no tamanho das sementes, quando semeadas em diferentes épocas e com diferentes densidades.

O que chama a atenção quanto ao efeito ambiental é que dentro de uma cultivar, que é uma linha pura, ocorre variação quanto ao tamanho da semente, conforme constatado por Vieira (1967). Trabalhando com duas cultivares, verificou que 'Rico 23' produziu grãos pequenos, pesando de 17 a 22 g / 100 unidades, enquanto que 'Manteigão Fosco 11' produziu grãos maiores, variando de 34 a 45 gramas cada 100 unidades. Com a finalidade de estudar o efeito da população de plantas sobre os componentes de produção Westermann e Crothers (1977), detectaram que os caracteres número de sementes por vagem e peso médio de sementes, só aumentaram com o decréscimo da população de plantas para as cultivares de hábito indeterminado, sendo que permaneceram relativamente constantes para cultivares de hábito determinado.

No que se refere ao controle genético do tamanho dos grãos, é necessário salientar inicialmente que tem sido observado efeito materno para esse caráter (Mesquita, 1989). Ela observou que durante o desenvolvimento do grão há grande influência do tegumento, uma vez que esse representa uma barreira física, pela sua localização como envoltório da semente, impedindo a expressão do genótipo da semente e das células cotiledonares.

Outro fato importante verificado por Duarte e Adams (1972), foi a existência de associação positiva do tamanho da folha e o peso da semente, ou seja, o tamanho da folha é altamente eficiente em determinar o tamanho da semente. Duas possíveis causas foram comentadas pelos autores, sendo uma fisiológica, onde a área foliar funcional na posição axilar, poderia ser o fator controlador no fornecimento fotossintético para ser armazenado nas sementes

formadas naquela posição, deste modo regulando o seu tamanho. Outra suposição, é que poderia ser de causa genética onde os genes que controlam o tamanho da folha exercem efeito pleiotrópico no tamanho da semente.

Com relação ao número de genes envolvidos no controle do caráter, alguns trabalhos evidenciaram a presença de poucos genes (Motto, Soressi e Salamini, 1978; Reis, Ramalho e Pinto, 1981; Santos, 1981 e Peternelli, 1992). Há contudo, controvérsias quanto ao tipo de ação gênica. Segundo Dickson (1967); Moto, Soressi e Salamini (1978); Reis, Ramalho e Pinto (1981); Santos (1984); Mesquita (1989) e Souza (1993), há predominância de genes com efeito aditivo. Por sua vez, Chung e Stevenson (1973) e Sarafi (1978), constataram participação pronunciada de dominância no controle do caráter.

Muitos trabalhos com a cultura do feijão são relatados na literatura, os quais mostram estimativas de herdabilidade nos sentidos amplo e restrito para o caráter peso de 100 sementes, obtidas por diferentes métodos e populações, em diversos anos e locais (Tabela 1). Verifica-se que os valores de herdabilidade apresentados são variáveis, contudo é possível inferir ser este caráter de fácil seleção, haja vista que as estimativas de herdabilidade foram quase sempre elevadas. Entre os fatores responsáveis por essa variação, estão a variabilidade genética disponível nas populações segregantes e o grau de influência dos fatores ambientais (Santos, 1984).

Segundo Falconer (1987), todas as vezes que um valor de herdabilidade de um caráter for mencionado, ele refere-se a uma população particular, sob condições especiais, e os valores estabelecidos em algumas populações, sob outras circunstâncias, serão mais ou menos os mesmos, se a estrutura da população e as condições ambientais forem semelhantes.

TABELA 1. Estimativas da herdabilidade nos sentidos amplo (h_a^2) e restrito (h_r^2), do peso de 100 sementes, obtidas por diferentes métodos, populações, anos e locais.

Local	Método	h_a^2 (%)	h_r^2 (%)	Fonte
Colômbia	Linhagens F ₃	51 e 73	-	Camacho, Cardona e Orozco (1965)
Estados Unidos	Regressão (F ₂ /F ₃)	3	-	Coyne (1968)
Índia	Linhagens Puras	94	-	Aggarwal e Singh (1973)
Nova Zelândia	Dialélico	-	58	Chung e Stevenson (1973)
Costa Rica	P ₁ ,P ₂ ,F ₁ ,F ₂ ,RC ₁ ,RC ₂	-	64 e 81	Paniagua e Pinchinat (1976)
Itália	P ₁ ,P ₂ ,F ₁ ,F ₂ ,RC ₁ ,RC ₂	-	86	Motto, Soressi e Salamini (1978)
Irã	P ₁ ,P ₂ ,F ₁ ,F ₂ ,F ₃	-	33 e 37	Sarafi (1978)
Lavras-MG	Linhagens Puras	29 a 62	-	Ramalho, Andrade e Teixeira (1979)
Lavras-MG	P ₁ ,P ₂ ,F ₁ ,F ₂ ,RC ₁ ,RC ₂	-	17 e 54	Reis, Ramalho e Pinto (1981)
Lavras-MG	P ₁ ,P ₂ ,F ₁ ,F ₂ ,RC ₁ ,RC ₂	-	65,45	Mesquita (1989)

Diferentes variabilidades genéticas das populações foram constatadas, quando elas foram avaliadas nas mesmas condições experimentais e forneceram estimativas de herdabilidades diferentes (Paniagua e Pinchinat, 1976; Sarafi, 1978; Ramalho, Andrade e Teixeira, 1979 e Reis, Ramalho e Pinto, 1981).

2.2 Porte da planta

Dentro do conceito de porte da planta, estão envolvidos vários caracteres, tais como: o hábito de crescimento, comprimento de internódios, número de ramificações laterais e sua orientação, número de nós na haste principal entre outros. Todos esses caracteres em conjunto estabelecem o que se denomina de arquitetura da planta (Adams, 1973 e Hidalgo, Rubiano e Toro, 1992). Assim o conceito de porte e arquitetura se confundem.

Entre todos esses caracteres relacionados com o porte, o hábito de crescimento é o mais estudado. Os feijoeiros quanto ao hábito de crescimento, podem ser agrupados em, hábito

determinado e indeterminado (Vieira, 1967; Costa e Zimmermann, 1988 e Hidalgo, Rubiano e Toro, 1992). Quando determinado, a planta tem a haste principal e as secundárias sempre terminadas numa inflorescência, embora as flores também apareçam nas axilas e quando indeterminado, também chamados volúveis, pela capacidade que têm de enrolarem-se em suporte, o ramo principal nunca termina com inflorescência, as quais vão aparecendo nas axilas das folhas à medida que o caule se desenvolve (Costa e Zimmermann, 1988).

A característica hábito de crescimento é controlada por um único gene, sendo que a forma indeterminada é dominante em relação à determinada (Vieira, 1967; Bliss, 1971; Coyne e Steadman, 1977 e Freire Filho, 1980). Miranda Colin (1966 e 1969), constatou ser um gene também, porém com uma série de cinco alelos. A expressão fenotípica deste gene é afetada por um grande número de modificadores e o ambiente, de modo que há grande variação quanto ao hábito de crescimento.

Para facilitar o estudo, estes hábitos de crescimento foram agrupados em quatro tipos (Vilhordo et al. 1980 e Singh 1982): Feijões com hábito tipo I - determinado são caracterizados por possuírem uma gema terminal reprodutiva, com ramificação fechada e arbustivo; tipo II - indeterminado, com ramificação ereta e fechada; tipo III - indeterminado, com ramificação aberta e porte prostrado, sendo que alguns tipos III podem ser trepadores se lhes derem uma estaca como suporte; tipo IV indeterminado, apresentam um caule principal longo, sendo muito volúveis e prostrados (Vilhordo et al., 1980 e Kornegay, White e Cruz, 1992).

O número de nós não proporciona uma boa indicação para identificar os tipos de hábitos de crescimento, porque no caule principal verificou-se a ocorrência de variação do número de nós, tanto nas plantas de hábito determinado quanto indeterminado (Vilhordo et al.,

1980). Esses autores comentam também que o comprimento da guia auxilia muito pouco na diferenciação de plantas do tipo II e III.

Aproximadamente 77 % da coleção de germoplasma do CIAT no ano de 1988, correspondia a plantas com hábito de crescimento indeterminado, sendo que as do tipo III e IV participavam com 33 % cada uma e as do tipo II, com apenas 11 % (Hidalgo, 1991).

O hábito de crescimento tipo I é menos modificado por condições ambientais. Já os hábitos II e III, podem ter modificações expressivas por efeito do ambiente como: temperatura alta, fertilidade do solo, elevada umidade relativa do ar, e outros fatores ambientais, o que pode tornar difícil a distinção entre os hábitos de tipo II e III e entre III e IV (Singh, 1982).

Estudando a estabilidade de produção de 28 cultivares de feijão, Kelly, Adams e Varner (1987), verificaram que as cultivares de hábito indeterminado oferecem maior potencial produtivo do que de hábito determinado. O mesmo resultado foi verificado por Nienhuis e Singh (1985) e Kornegay, White e Cruz (1992). Segundo Kelly, Adams e Varner (1987), as cultivares de hábito determinado (tipo I), com sementes grandes, bem como, indeterminadas tipo III, foram menos estáveis do que as de tipo II. Este fato fortalece o argumento para desenvolver cultivares de hábito indeterminado tipo II, eretas e com sementes maiores, para aumentar o potencial produtivo em diversas regiões.

Foi observado por Nienhuis e Singh (1986), uma tendência de aumento da heterose para produtividade de grãos com o aumento da divergência entre tipos de hábito de crescimento. Constataram maior heterose nos híbridos de hábito III x I, quando comparado com III x II ou II x I.

Têm ocorrido nas últimas décadas nas regiões tropicais e subtropicais, um aumento da semeadura de cultivares de hábito determinado (tipo I), de arquitetura mais ereta e

tamanho de semente grande, bem como, de cultivares indeterminadas (tipo II), eretas e de sementes pequenas (Singh, 1992). Esse fato se deve principalmente pela facilidade do cultivo desses tipos de plantas em sistemas de monocultura, determinando redução nos custos com a mecanização (Singh, 1992). Grande ênfase na obtenção de plantas com porte mais ereto tem sido dada, visando reduzir a incidência de alguns patógenos (Miranda Colin, 1966; Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1980; Adams, 1982 ; Fuller, Coyne e Steadman, 1982 e Singh 1992).

Sabe-se que a cobertura vegetal de uma planta, cria um microclima que afeta o desenvolvimento de certas doenças (Blad, Steadman e Weiss, 1978). Trabalhos disponíveis apontam que a severidade do mofo branco, causado por *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) De Bary, pode ser consideravelmente reduzida pelo desenvolvimento de cultivares de feijão que apresentem um tipo de arquitetura mais ereta (Coyne, 1980).

Um estudo microclimático sobre o efeito da estrutura da cobertura da planta em relação ao desenvolvimento da doença mofo branco em duas cultivares de feijão, 'GN Tara' e 'Aurora', foi realizado por Blad, Steadman e Weiss (1978). Observaram que a cobertura mais densa de 'GN Tara' provocou um microclima mais fresco e úmido, condições favoráveis ao desenvolvimento do patógeno (Vieira, 1967), causando uma severa infestação da doença, enquanto que a 'Aurora' de cobertura mais aberta, teve um ambiente mais quente e seco, com baixo nível de infecção de mofo branco. Conclui-se portanto que a cobertura vegetal afeta o microclima e o desenvolvimento da doença (Coyne, 1980).

A arquitetura da cultivar Aurora possui um mecanismo que deve diminuir a incidência de doenças (Anderson et al., 1974), no entanto foi constatado que nas menores densidades de semeadura na linha, ocorreu maior ramificação das plantas, o que contribuiu para

um nível mais alto de infecção de mofo branco, do que em espaçamento mais denso (Coyne, Steadman e Schwartz, 1977).

Outro enfoque na obtenção de plantas mais eretas, visa a utilização de maiores densidades de semeadura, o que propiciaria maior produtividade de grãos por área. Em um desses estudos, Nienhuis e Singh (1985), constataram resposta quadrática na produtividade de grãos com o aumento da densidade de semeadura, de 5 para 30 plantas /m², nos três hábitos de crescimento (I, II e III). Entretanto, a forma da curva de resposta para os tipos indeterminados (II e III) foram parabólicas, enquanto que para as plantas tipo I, foi assintótica. As plantas mais produtivas, independente da densidade, foram do tipo III, seguidas dos tipos II e I. A produção das plantas do tipo I aproximou-se daquelas do tipo II, somente na maior densidade de semeadura.

A tendência de aumento da produtividade com a redução da distância entre plantas, em cultivares de hábito de crescimento tipo II de porte ereto, foi obtido por Isasi e Garcia (1985). O mesmo fato foi observado por Abreu (1989), em trabalho conduzido na Região Sul e Alto do São Francisco, do Estado de Minas Gerais, onde ela verificou resposta positiva em produtividade de grãos de famílias de porte ereto, quando passou da população de 160 para 320 mil plantas/ha.

Cultivares de hábito indeterminado tendem a compensar a produção de acordo com a variação na densidade de semeadura (Westermann e Crothers, 1977), enquanto que as cultivares de hábito determinado, tendem a aumentar a produção por unidade de área, com o aumento da densidade de semeadura (Mascarenhas et al., 1966; Crothers e Westermann, 1976; Lucas e Milbourn, 1976; Westermann e Crothers, 1977; Mauk, Breen e Mack, 1983 e Nienhuis e Singh, 1985). Diante destes resultados, os autores sugeriram que as variedades determinadas

sofrem menor competição pelos recursos do ambiente, nas altas densidades, do que as indeterminadas.

Num trabalho realizado por Fernandes (1987), onde realizou simulação de falhas no estande de cultivares de hábito de crescimento dos tipos II e III, verificou que as plantas remanescentes, conseguiram compensar a produção por área, em até 50% de perda de plantas, reforçando a afirmação de Westermann e Crothers (1977). Observou ainda que a característica, número de vagens por planta, foi a principal responsável por esta compensação.

Alteração na densidade de semeadura, pode afetar outras características da planta. Nesse sentido Lucas (1987), verificou que a altura da primeira vagem, correlaciona-se positivamente com densidade de semeadura, de modo que na densidade de 28 plantas/m², a altura foi 18% superior em comparação à densidade de 5 plantas/m². Esta é uma modificação benéfica, pois com a ocorrência de chuvas na época da colheita, pode evitar perdas e a má qualidade do grão, uma vez que as vagens não estarão em contato com o solo.

Finalmente a melhoria do porte, tem sido associada a uma maior eficiência fisiológica da planta, como foi o caso das culturas do arroz e trigo (Adams, 1973). Ele comenta que os melhoristas que trabalham com a cultura do feijão, deveriam considerar com seriedade a possibilidade de empregar o conceito de ideotipo, a exemplo das culturas do arroz e trigo. O mesmo autor propôs um ideotipo de feijão ereto, adequado à mecanização da cultura na região úmida do Meio-Oeste dos Estados Unidos. O ideotipo foi descrito como um arquítipo, por causa da ênfase dada especialmente ao aspecto arquitetural da planta (Aquaah, Adams e Kelly, 1991).

O ideotipo a ser formulado pelos melhoristas, dependerá do sistema de cultivo a ser utilizado, das condições edafoclimáticas da região, da densidade de semeadura, do ciclo, dentre outros. Definido um ou mais ambientes a ser desenvolvido o ideotipo, este será descrito

com base em características morfológicas que na maioria estão relacionadas com funções fisiológicas (Adams, 1973).

Os melhoristas devem agrupar de diferentes fontes, o conjunto de genes que no total, darão aproximação do ideotipo desejado. Porém este trabalho poderá ser dificultado devido ao pleiotropismo ou a associações genéticas, pois um genótipo estável e bem adaptado, representa um conjunto de genes funcionalmente balanceados. No entanto para se obter um ideotipo, o qual difere do estado normal de equilíbrio, é necessário alcançar um novo equilíbrio através da seleção (Adams, 1973).

No caso específico do feijão, Adams (1973) sugere que para a planta ser eficiente fisiologicamente deve apresentar entre outras, uma haste única e vigorosa, com inúmeros nós, poucos ramos, sendo estes eretos, com folhas em grande número e pequenas, vagens grandes com muitas sementes e sementes tão grande quanto possível, dentro dos limites aceitáveis do tipo comercial a que pertence a variedade em questão.

No entanto, Nienhuis e Singh (1985) alertam os melhoristas para tomarem cuidado ao utilizarem as características de arquitetura como critério de seleção para o aumento da produção, pois elas não são independentes, e a seleção poderia resultar em mudanças simultâneas na expressão de outras. Portanto o desenvolvimento do ideotipo de uma planta de feijão com a modificação de certas características de arquitetura, pode resultar em limitada adaptação e redução no potencial produtivo em alguns ambientes.

A maior dificuldade em se estudar o controle genético do porte da planta, está em estabelecer o critério do que seja uma planta com bom porte. Na literatura esses estudos têm recebido diferentes enfoques. Assim é, que Davis e Frazier (1966) e Freire Filho (1980), utilizaram para o estudo do porte, o hábito de crescimento determinado ou indeterminado e na

haste principal da planta, o comprimento dos internódios e o número de internódios ou número de nós. Já Nienhuis e Singh (1985), trabalharam com os componentes: número de nós por metro quadrado, número de ramificações por planta, número de nós por ramificação, número de nós e comprimento dos internódios da haste principal.

Santos e Vencovsky (1986) obtiveram informações sobre o porte do feijoeiro, por intermédio da altura da inserção da primeira vagem, comprimento da haste principal, número e comprimento médio dos internódios da haste principal. Eles verificaram a predominância da ação gênica aditiva, controlando os componentes do porte da planta, como também, constataram valores elevados de herdabilidade para todos estes caracteres.

No entanto, Acquaah, Adams e Kelly (1991), identificaram como indicadores de uma planta com boa arquitetura, o diâmetro do hipocótilo, altura da planta, o ângulo das ramificações e número de vagens na haste principal, especialmente na seção mediana da planta. Por outro lado, há outros autores que não se prendem ao caráter particular e avaliam a planta como um todo, como é o caso de Malburg e Kelly (1992) e Brothers e Kelly (1993), que utilizaram uma escala de notas variando de 1 a 9 para classificar as plantas de acordo com o porte, sendo 1 planta prostrada e 9 a planta mais ereta. Brothers e Kelly (1993) estimaram neste trabalho a herdabilidade para essa escala de notas, utilizando 4 populações diferentes e encontraram para as estimativas médias das herdabilidades no sentido amplo e restrito, 0,94 e 0,51 respectivamente, indicando ser um caráter de seleção relativamente fácil.

2.3 Correlação entre caracteres

O coeficiente de correlação (r) mede o grau de associação entre dois ou mais caracteres (Falconer, 1987). Sua estimativa é importante para os melhoristas, pois geralmente o objetivo é a seleção para um conjunto de caracteres simultaneamente (Vencovsky, 1987). Assim é primordial conhecer qual o efeito em um caráter y , pela seleção realizada no caráter x . De posse dessa informação o melhorista pode procurar estratégias que possibilitem maior eficiência na seleção dos dois caracteres ao mesmo tempo (Vencovsky, 1987 e Vencovsky e Barriga, 1992).

A estimativa da correlação pode ser genética, ambiental e fenotípica e varia de -1 a $+1$. A correlação genética mede o grau de associação genético dos caracteres envolvidos. Essa associação pode ser devida à ligação e/ou pleiotropismo. De início, é preciso enfatizar que a correlação devido à ligação é passageira, isto é, ela desaparece quando a população atinge a condição de equilíbrio para os genes que afetam as duas características (Ramalho, Santos e Pinto, 1990). Já a devido ao pleiotropismo, é permanente e mostra a extensão em que o(s) mesmo(s) gene(s) afeta(m) a expressão de duas ou mais características (Falconer, 1987).

Nesse ponto, é preciso salientar que mesmo ocorrendo pleiotropia, dois caracteres podem não apresentar estimativa expressiva da correlação, porque devido a complexidade genotípica de alguns caracteres, podem existir genes atuando na mesma direção para os dois caracteres (sinergisticamente), e outros que atuam em direções opostas (antagonicamente). Se os dois efeitos forem de magnitudes semelhantes, eles podem se anular (Pereira, 1983).

A correlação ambiental mede o grau de associação entre caracteres devido a fatores ambientais. Ela ocorre sempre que dois ou mais caracteres forem influenciados pelos

mesmos fatores ambientais. Será positiva quando o efeito ambiental atuar na mesma direção em ambos os caracteres e negativa em caso contrário (Falconer, 1987).

O somatório dos efeitos da correlação genética e ambiental é a correlação fenotípica. As expressões para se obter esses diferentes tipos de correlações, são encontradas em várias publicações (Falconer, 1987; Vencovsky e Barriga, 1992; Ramalho, Santos e Zimmermann, 1993 e Cruz e Regazzi, 1994).

No caso do feijoeiro inúmeras estimativas de correlações têm sido relatadas na literatura, porém, os resultados nem sempre são concordantes. Isso ocorre porque a estimativa de r depende da variabilidade genética dos caracteres na população segregante em estudo, como também do efeito ambiental. As estimativas mais frequentes, envolvem a produtividade de grãos com os seus componentes primários, que são: número de vagens por planta, número de sementes por vagem e peso de 100 sementes. Normalmente esses três caracteres apresentam estimativas de r , positiva e alta com a produtividade de grãos, contudo entre eles a correlação obtida tem sido negativa (Pinchinat e Adams, 1966; Paniagua e Pinchinat, 1976; Ramalho, Andrade e Teixeira, 1979; Santos, 1984; Nienhuis e Singh, 1988 e Fernandes, Ramalho e Lima, 1989).

Estimativas de correlações entre outros caracteres do feijoeiro são menos frequentes. Procurando estudar as relações entre produção, componentes da produção e características da arquitetura Nienhuis & Singh (1986), verificaram que o peso da semente foi correlacionado negativamente com produção e três características da arquitetura, número de nós por ramo, número de nós por planta e número de nós na haste principal. No entanto, as outras características da arquitetura estudadas, comprimento dos internódios na haste principal e comprimento da haste principal, foram correlacionadas positivamente com o peso da semente. As correlações genéticas entre caracteres, sugere que a seleção para aumento do comprimento

dos internódios na haste principal e do comprimento da haste principal, deveria resultar em simultâneo aumento para o peso da semente; entretanto os autores comentam que o tipo de planta resultante pode ser excessivamente trepador e prostrado (semelhante ao hábito tipo IV), o que seria pouco indicado para o sistema de cultivo de monocultura.

Malburg e Kelly (1992) estudaram a relação genética entre o tamanho da semente e a arquitetura da planta em duas populações de feijoeiro. Na geração F_2 de ambas as populações, a correlação entre esses dois caracteres foi zero, indicando que as características não estão associadas. Foram conduzidos experimentos com o uso de seleção divergente, para determinar se a seleção baseada na arquitetura da planta teria algum efeito sobre o peso da semente. Nas populações as características apresentaram correlações baixa e negativa. A seleção divergente para alta ou baixa nota da arquitetura não resultou em diferença significativa na média do peso da semente para qualquer população. O resultado do estudo com a seleção divergente confirmou que a arquitetura da planta e o peso da semente não estão ligados. Resultado concordante com esses obtiveram Kornegay, White e Cruz (1992) e Brothers e Kelly (1993), ao constatarem que não existe correlação genética entre genes que controlam o hábito de crescimento e o tamanho da semente do feijoeiro, o que não restringe o desenvolvimento de linhagens tipo II com tamanho grande de sementes e altamente produtivas.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Locais

Os cruzamentos entre as cultivares que deram origem as famílias utilizadas nos experimentos e as avaliações até a geração F_5 , ocorreram na área experimental do Departamento de Biologia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), na cidade de Lavras, situada na Região Sul do Estado de Minas Gerais, à 910 metros de altitude, $21^{\circ}14'S$ de latitude e $45^{\circ}00'W$ de longitude . A geração F_5 , foi também avaliada na Estação Experimental da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), em Patos de Minas, localizada na região do Alto São Francisco, à 856 metros de altitude, $18^{\circ}35'S$ de latitude e $46^{\circ}31'W$ de longitude.

3.2 Material

Os materiais utilizados na obtenção de três populações segregantes e suas principais características estão mencionados na Tabela 2.

TABELA 2 - Algumas características das cultivares de feijão utilizadas.

GENITORES	ORIGEM ¹	PORTE	HÁBITO CRESC.	COR DA SEMENTE	TAMANHO DA SEMENTE
1. Milionário	UFV	Ereto	II	Preta	Pequena
2. Flor de Mayo	CIAT	Prostrado	IV	Creme com estrias vermelhas	Média
3. EMGOPA 201-Ouro	EMGOPA	Ereto	II	Amarela	Pequena
4. Manteigão Fosco 11	UFV	Semi-ereto	I	Creme	Grande
5. Rio Vermelho	IAPAR	Ereto	II	Roxa	Pequena
6. Roxo PV	-	Semi-ereto	III	Roxa	Grande

¹ UFV: Universidade Federal de Viçosa; CIAT: Centro Internacional de Agricultura Tropical; EMGOPA: Empresa Goiana de Pesquisa Agropecuária; IAPAR: Instituto Agrônômico do Paraná.

3.3 Obtenção das populações segregantes

Os três cruzamentos foram realizados em 1992, em casa de vegetação, sendo: Milionário x Flor de Mayo; EMGOPA 201- Ouro x Manteigão Fosco 11 e Rio Vermelho x Roxo PV, utilizando-se metodologia semelhante a apresentada por Vieira (1967) e Ramalho, Santos e Zimmermann (1993). No mesmo ano foram obtidas as sementes F_2 também em casa de vegetação.

Os descendentes provenientes de cada cruzamento, foram conduzidos separadamente, através de método bulk dentro de famílias derivadas de plantas F_2 até a geração F_5 , conforme esquema apresentado na Figura 1.

3.4 Avaliação das plantas da geração F_2

As sementes F_2 , bem como os genitores de cada cruzamento, foram semeados no campo na densidade de 10 plantas/m², em fevereiro de 1993, no denominado plantio da seca.

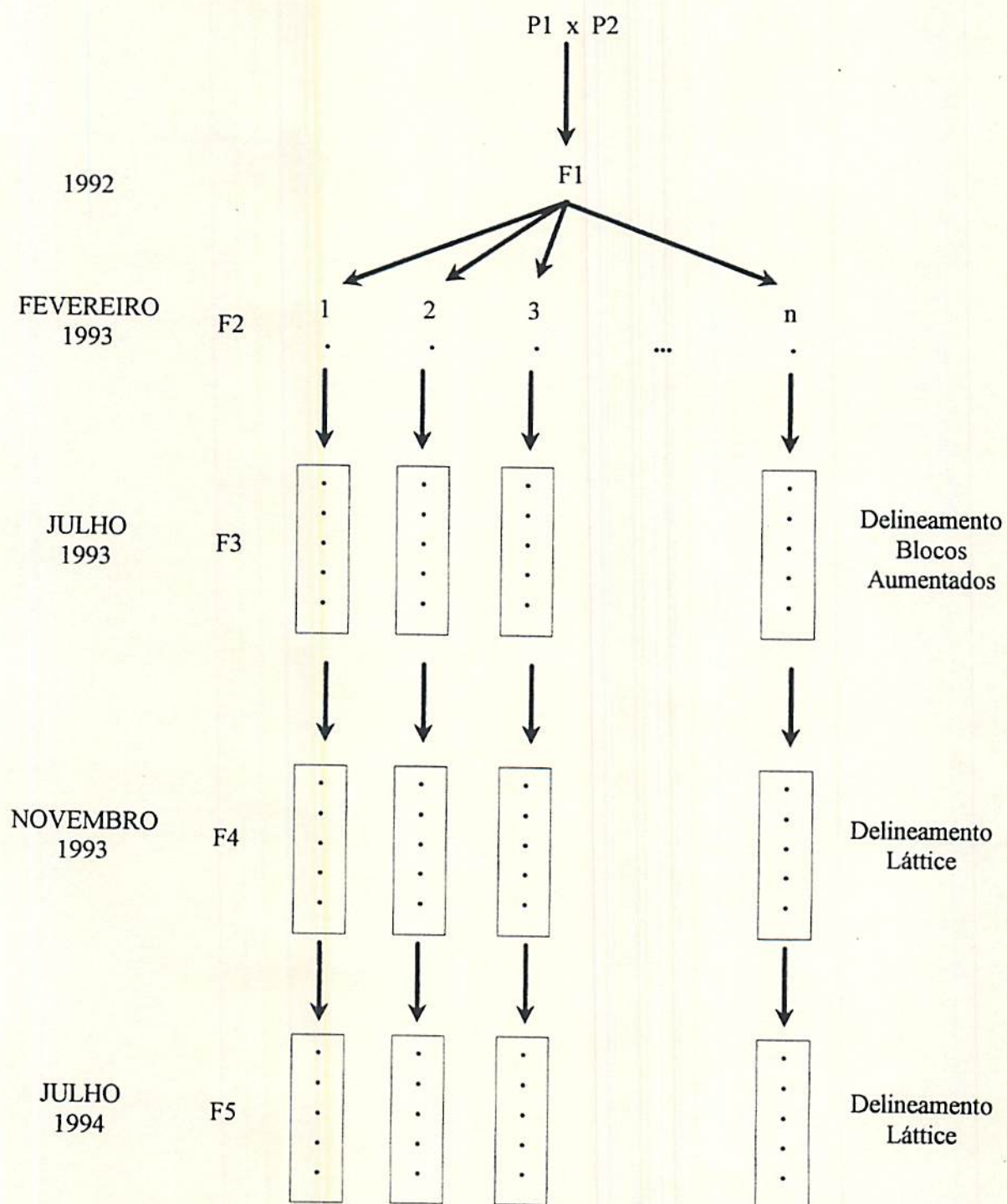


FIGURA 1. Modo de condução das famílias de cada um dos cruzamentos e época de semeadura dos experimentos.

Nessa geração, as plantas foram etiquetadas e obtidos os dados do número de dias para o início do florescimento, do porte da planta, avaliado no final da maturação fisiológica através de escala de notas apresentada na Tabela 3, peso de 100 sementes e produção de grãos.

TABELA 3 - Escala de notas para o porte da planta

NOTAS	ESPECIFICAÇÃO
1	Hábito I ou II, planta ereta, com uma haste e com inserção alta das primeiras vagens.
2	Hábito I ou II, planta ereta, com uma guia curta.
3	Hábito I ou II, planta ereta, com algumas ramificações.
4	Hábito I ou II, planta ereta, com algumas guias longas.
5	Hábito II ou III, planta ereta, com muitas ramificações e tendência à prostrada.
6	Hábito II ou III, planta semi-ereta, pouco prostrada.
7	Hábito III, planta semi-ereta, medianamente prostrada.
8	Hábito III, planta prostrada.
9	Hábito III, planta com internódios longos, muito prostrada.

Na semeadura utilizou-se o equivalente a 400 kg/ha do adubo formulado 4-14-8 e 150 kg/ha de sulfato de amônio em cobertura, 20 dias após a semeadura. Foi aplicado também 10 kg/ha de Forate, visando o controle de pragas. Foram realizadas irrigações e demais tratamentos culturais normais à cultura do feijoeiro.

3.5 Avaliação das famílias F₃

Na avaliação das famílias F₃, foram conduzidos três experimentos distintos, um para cada cruzamento, sendo a semeadura realizada em julho de 1993, na denominada época de outono-inverno. Nesta fase devido ao número reduzido de sementes, empregou-se o delineamento blocos aumentados, sendo os tratamentos comuns os pais e os tratamentos

regulares as famílias F_3 . No experimento envolvendo o cruzamento Milionário x Flor de Mayo (MF), utilizaram-se 98 famílias e os 2 pais como testemunhas. Para o cruzamento EMGOPA 201-Ouro x Manteigão Fosco 11 (EM), foram utilizadas 115 famílias e os 2 pais como testemunhas. Já para o cruzamento Rio Vermelho x Roxo PV (RR), foram avaliadas 62 famílias e os 2 pais também como testemunhas. Cada parcela constou de apenas uma linha de dois metros de comprimento, com espaçamento de 0,50 m e a densidade de semeadura de 15 sementes por metro linear. As adubações e os demais tratos culturais foram realizados de forma semelhante a da geração F_2 , sendo que nessa época realizou-se irrigação.

Os dados anotados nesta geração corresponderam ao número de dias da semeadura ao florescimento, porte da planta através da escala de notas da Tabela 3, dada por 4 avaliadores com experiência na cultura, peso médio de uma amostra aleatória de 100 sementes e produção de grãos.

3.6 Avaliação das famílias F_4

No caso da geração F_4 , as famílias de cada cruzamento, foram avaliadas também em três experimentos distintos, sendo a semeadura realizada em novembro de 1993, no denominado período das águas. Os experimentos foram conduzidos utilizando-se o delineamento látice com duas repetições. Os látices tiveram tamanhos diferenciados, devido aos distintos números de famílias provenientes de cada cruzamento, sendo 10x10 para o cruzamento Milionário x Flor de Mayo, onde participaram da avaliação 98 famílias e os 2 pais. Para o cruzamento EMGOPA 201-Ouro x Manteigão Fosco 11, o látice 11x11 constituiu-se de 115 famílias e os 2 pais repetidos três vezes dentro de cada repetição. Já para o cruzamento Rio

Vermelho × Roxo PV, cujo látice foi 8x8, foram avaliadas 62 famílias mais os dois pais como testemunhas. A parcela foi constituída por duas linhas de 2 metros, espaçadas de 0,50 m, sendo colocadas 15 sementes por metro linear. As adubações, tratos culturais e os dados anotados foram semelhantes aos da geração F₃.

3.7 Avaliação das famílias F₅

Com base nas informações das gerações F₃ e F₄, para a característica peso médio de 100 sementes, foram selecionadas 56 famílias dos três cruzamentos. Para selecionar estas famílias, baseou-se nos extremos superiores e inferiores do caráter em estudo. Nos cruzamentos Rio Vermelho × Roxo PV e Milionário x Flor de Mayo, foram selecionadas para cada, 18 famílias, sendo 9 superiores e 9 inferiores, totalizando 36 famílias e no cruzamento EMGOPA 201-Ouro × Manteigão Fosco 11 foram selecionadas 20 famílias, sendo 10 superiores e 10 inferiores. Essas famílias juntamente com os 6 pais e mais 2 testemunhas, foram avaliadas no período de outono-inverno de 1994, sendo que a semeadura foi realizada em julho. Os experimentos foram conduzidos em látice 8 × 8 com 3 repetições em Lavras na UFLA e Patos de Minas na estação experimental da EPAMIG.

O tamanho da parcela experimental, as adubações e os demais tratos culturais, bem como os dados anotados, foram semelhantes ao da geração F₄.

3.8 Análise dos dados

Os dados relativos à nota de porte da planta, peso de 100 sementes e produtividade foram submetidos à análise de variância, utilizando o delineamento de blocos aumentados para a

geração F₃, com procedimento semelhante ao apresentado por Bearzoti (1994). O modelo estatístico adotado foi:

$$y_{kj} = \mu + t_{k'} + t_{(j)k} + b_j + e_{kj}$$

y_{kj} : valor observado na parcela do bloco j, que recebeu ou o tratamento comum k' ou o tratamento regular k (famílias), dentro do bloco j;

μ : média geral;

$t_{k'}$: efeito do tratamento comum k' (k' = 1,2)

$t_{(j)k}$: efeito do tratamento regular k dentro do bloco j sendo que (k = 1, 2, ..., m)

b_j : efeito do bloco j, sendo que (j = 1, 2, ..., b)

e_{kj} : erro experimental associado a observação y_{kj}

O quadro da análise de variância e as respectivas esperanças do quadrado médio, considerando aleatório o efeito dos tratamentos regulares dentro de blocos, está apresentado na Tabela 4.

TABELA 4 - Quadro da análise de variância com as respectivas esperanças dos quadrados médios da geração F₃.

Fontes de Variação	QM	E (QM)
Blocos		
Tratamentos		
Regulares d. Blocos	Q ₁	$\sigma_{e_3}^2 + \sigma_{p_3}^2$
Testemunhas		
Test. vs Reg. d. Blocos		
Erro intra	Q ₂	$\sigma_{e_3}^2$

onde:

$\sigma_{p_3}^2$: variância genética entre famílias F₃.

$\sigma_{e_3}^2$: variância ambiental da geração F₃.

Para as gerações F_4 e F_5 , realizou-se análise de variância das mesmas características anteriores, segundo o delineamento de látice (Tabela 5). Utilizou-se o seguinte modelo estatístico, considerando novamente como aleatório o efeito das famílias:

$$y_{kjs} = \mu + t_k + r_s + b_{j(s)} + e_{j(ks)}$$

y_{kjs} : valor observado na parcela que recebeu o tratamento k (família), no bloco j , dentro da repetição s

μ : média geral

t_k : efeito do tratamentos k ($k = 1, 2, 3, \dots, m$)

r_s : efeito das repetições s , sendo ($s = 1, 2$) para F_4 e ($s = 1, 2, 3$) para F_5

$b_{j(s)}$: efeito do bloco j ($j = 1, 2, \dots, \sqrt{m}$) dentro da repetição s

$e_{j(ks)}$: erro experimental associado a observação y_{kjs}

TABELA 5 - Quadro da análise de variância das gerações F_4 ou F_5 , com as respectivas esperanças dos quadrados médios.

Fontes de Variação	QM	E(QM)
Repetições		
Tratamentos		
Entre famílias	Q_3	$\sigma_{e_i}^2 + r\sigma_{p_i}^2$
Entre testemunhas		
Test. vs famílias		
Erro efetivo	Q_4	$\sigma_{e_i}^2$

onde:

$\sigma_{p_i}^2$: variância genética entre famílias na geração F_i , sendo $i = 4$ ou 5 .

$\sigma_{e_i}^2$: variância ambiental da geração F_4 ou F_5 .

r : número de repetições

Foi efetuada a análise conjunta dos dois locais para todos os caracteres na geração F_5 , utilizando procedimento proposto por Pimentel Gomes (1990), segundo o seguinte esquema de análise de variância com as respectivas esperanças dos quadrados médios é apresentado na Tabela 6. Considerando o efeito tratamentos como aleatório, utilizou-se o seguinte modelo estatístico:

$$y_{kjl} = \mu + t_k + a_l + b_{j(l)} + (ta)_{kl} + \bar{e}_{kj(l)}$$

y_{kjl} : valor observado do tratamento k, no bloco j dentro do local l

μ : média geral

t_k : efeito do tratamento k, sendo ($k = 1, 2, \dots, 64$)

a_l : efeito do local l, sendo ($l = 1, 2$)

$b_{j(l)}$: efeito do bloco j dentro do local l ($j = 1, 2$)

$(ta)_{kl}$: efeito da interação tratamento k e local l

$\bar{e}_{kj(l)}$: erro experimental médio

TABELA 6 - Quadro da análise de variância conjunta de dois locais (Lavras e Patos de Minas - MG).

Fontes de Variação	QM	E (QM)
Locais (L)	Q_5	
Tratamentos (P)	Q_6	$\sigma_{e_5}^2 + r\sigma_{pl_5}^2 + ra\sigma_{p_5}^2$
(P \times L)	Q_7	$\sigma_{e_5}^2 + r\sigma_{pl_5}^2$
Erro médio	Q_8	$\sigma_{e_5}^2$

onde:

$\sigma_{p_5}^2$: variância genética entre tratamentos

$\sigma_{pl_5}^2$: variância da interação tratamentos e locais

$\sigma_{e_5}^2$: variância ambiental

r: número de repetições

a: número de locais

n: número de tratamentos

3.9 Estimação dos parâmetros genéticos e fenotípicos

As esperanças matemáticas apresentadas nas Tabelas 4, 5 e 6, foram utilizadas para obter as seguintes estimativas:

a) Estimativa da variância genética entre famílias na geração F_i .

$$\begin{aligned}\sigma_{pi}^2 &= Q_1 - Q_2 && \text{sendo } i = 3, \text{ para a geração } F_3 \\ \sigma_{pi}^2 &= \frac{Q_3 - Q_4}{r} && \text{sendo } i = 4 \text{ ou } 5, \text{ para as gerações } F_4 \text{ ou } F_5\end{aligned}$$

b) Estimativa da variância fenotípica entre média das famílias na geração F_i .

$$\begin{aligned}\sigma_{\bar{F}_i}^2 &= Q_1 && \text{sendo } i = 3, \text{ para a geração } F_3 \\ \sigma_{\bar{F}_i}^2 &= \frac{Q_3}{r} && \text{sendo } i = 4 \text{ ou } 5, \text{ para as gerações } F_4 \text{ ou } F_5\end{aligned}$$

c) Estimativa da variância genética na análise conjunta ($\hat{\sigma}_p^2$):

$$\sigma_p^2 = \frac{Q_6 - Q_7}{ar}$$

d) Estimativa da variância fenotípica entre média das famílias na análise conjunta:

$$\sigma_{\bar{F}}^2 = \frac{Q_6}{ar}$$

e) Estimativa da interação famílias \times locais:

$$\sigma_{pi}^2 = \frac{Q_7 - Q_8}{ar}$$

f) Estimativa do coeficiente de variação genético (CV_{g_i} %):

$$CV_{g_i} = \frac{\sqrt{\sigma_{pi}^2}}{m_i} \times 100$$

onde:

m_i : média das famílias na geração i

3.10 Estimação das herdabilidades (h^2).

As estimativas de herdabilidade foram obtidas utilizando os seguintes procedimentos:

- i) Utilizando os componentes da variância segundo Vencovsky e Barriga (1992) e Ramalho, Santos e Zimmermann (1993), pela expressão:

$$h_i^2 = \frac{\hat{\sigma}_{P_i}^2}{\hat{\sigma}_{F_i}^2}$$

- ii) Utilizando a estimativa da regressão (b) entre as famílias nas sucessivas gerações (Smith e Kinman, 1965), isto é:

$$h_{ii}^2 = \frac{b}{2r_{xy}}$$

onde:

r_{xy} : coeficiente de parentesco entre as sucessivas gerações de autofecundação (Tabela 7).

b : coeficiente de regressão linear entre a média da geração i e a geração $i + 1$.

TABELA 7 - Coeficiente de parentesco (r_{xy}), segundo Smith e Kinman (1965):

Gerações Pai (i), Descendente (i')	r_{xy}	$h^2 = b/2r_{xy}$
F ₂ ,F ₃	3/4	2/3 b_{ii}
F ₃ ,F ₄	7/8	4/7 b_{ii}
F ₄ ,F ₅	15/16	8/15 b_{ii}

Foi realizada padronização das variáveis, que é obtida dividindo-se o desvio de cada observação em relação a média pelo desvio-padrão da amostra (Cruz e Regazzi, 1994).

iii) Herdabilidade realizada ($h_{ri'}^2$), segundo procedimento apresentado por Fehr (1987) e Ramalho, Santos e Zimmermann (1993):

$$h_{ri'}^2 = \frac{GS_{i'} / m_{i'}}{ds_i / m_i}$$

onde:

$GS_{i'}$: ganho com a seleção na geração dos descendentes (geração i'), que foram identificados na anterior do pai (geração i), isto é, a média na geração i' dos indivíduos selecionados na geração i , menos a média geral dos indivíduos da geração i' ;

ds_i : diferencial de seleção do pai, isto é, a média dos indivíduos selecionados na geração i menos a média geral dos indivíduos dessa geração;

m_i e $m_{i'}$: as médias das famílias nas gerações i e i' , respectivamente.

3.11 Estimação dos coeficientes de correlação.

Para obtenção dos coeficientes de correlação, realizou-se análise de variância para cada caráter e para a soma de cada par de acordo com Geraldi (1977), com objetivo de estimar os produtos médios e suas respectivas esperanças matemáticas (Tabela 8).

TABELA 8 - Esperança matemática dos produtos médios utilizados na análise de cada par de caracteres.

FV	QM _x	QM _y	QM _(x+y)	PM _(x,y)	E(PM)
Famílias	Q ₁	Q ₂	Q ₃	PM ₁ = 1/2 (Q ₃ - Q ₁ - Q ₂)	CÔV _{ei(x,y)} + r CÔV _{pi(x,y)}
Erro	Q ₄	Q ₅	Q ₆	PM ₂ = 1/2 (Q ₆ - Q ₄ - Q ₅)	CÔV _{ei(x,y)}

As esperanças matemáticas dos produtos médios foram utilizadas para obter as estimativas de covariância fenotípica, genética e do erro, como mostrado a seguir:

a) Estimativa da covariância fenotípica entre os caracteres x e y, na geração F_i .

$$\hat{CÔV}_{F_i(x,y)} = PM_1 \quad \text{sendo } i = 3, \text{ para a geração } F_3$$

$$\hat{CÔV}_{F_i(x,y)} = \frac{PM_1}{r} \quad \text{sendo } i = 4 \text{ ou } 5, \text{ para as gerações } F_4 \text{ ou } F_5$$

b) Estimativa da covariância genética entre os caracteres x e y, na geração F_n .

$$\hat{CÔV}_{P_i(x,y)} = PM_1 - PM_2 \quad \text{sendo } i = 3, \text{ para a geração } F_3$$

$$\hat{CÔV}_{P_i(x,y)} = \frac{PM_1 - PM_2}{r} \quad \text{sendo } i = 4 \text{ ou } 5, \text{ para as gerações } F_4 \text{ ou } F_5$$

c) Estimativa da covariância do erro entre os caracteres x e y, em todas as gerações.

$$\hat{CÔV}_{e_{i(x,y)}} = PM_2$$

A partir das estimativas da variância, vistas anteriormente e das estimativas de covariância, foram obtidos os coeficientes de correlação, utilizando as seguintes expressões (Falconer, 1987; Vencovsky e Barriga, 1992; Ramalho, Santos e Zimmermann, 1993 e Cruz e Regazzi, 1994):

i) Coeficiente de correlação fenotípica:

$$r_{\bar{F}_i(x,y)} = \frac{C\hat{O}V_{\bar{F}_i(x,y)}}{\sqrt{\hat{\sigma}_{\bar{F}_i(x)}^2 \times \hat{\sigma}_{\bar{F}_i(y)}^2}}$$

onde:

$r_{\bar{F}_i(x,y)}$: correlação fenotípica para os caracteres x e y;

$C\hat{O}V_{\bar{F}_i(x,y)}$: covariância fenotípica para os caracteres x e y;

$\hat{\sigma}_{\bar{F}_i(x)}^2$: variância fenotípica para o caráter x;

$\hat{\sigma}_{\bar{F}_i(y)}^2$: variância fenotípica para o caráter y.

ii) Coeficiente de correlação genética:

$$r_{G_i(x,y)} = \frac{C\hat{O}V_{P_i(x,y)}}{\sqrt{\hat{\sigma}_{P_i(x)}^2 \times \hat{\sigma}_{P_i(y)}^2}}$$

onde:

$r_{G_i(x,y)}$: correlação genética para os caracteres x e y;

$C\hat{O}V_{P_i(x,y)}$: covariância genética para os caracteres x e y;

$\hat{\sigma}_{P_i(x)}^2$: variância genética para o caráter x;

$\hat{\sigma}_{P_i(y)}^2$: variância genética para o caráter y.

iii) Coeficiente de correlação ambiental:

$$r_{E_i(x,y)} = \frac{C\hat{O}V_{e_i(x,y)}}{\sqrt{\hat{\sigma}_{e_i(x)}^2 \times \hat{\sigma}_{e_i(y)}^2}}$$

onde:

$r_{E_i(x,y)}$: correlação ambiental para os caracteres x e y;

$C\hat{O}V_{e_i(x,y)}$: covariância ambiental para os caracteres x e y;

$\hat{\sigma}_{e_i(x)}^2$: variância ambiental para o caráter x;

$\hat{\sigma}_{e_i(y)}^2$: variância ambiental para o caráter y.



4 RESULTADOS

Os dados individuais da geração F_2 e médios das gerações F_3 e F_4 da nota do porte, peso de 100 sementes e produção de grãos, de cada população estão apresentados nas Tabelas 1A, 2A e 3A.

4.1 Avaliação da geração F_2

As distribuições de frequências das notas do porte da planta, peso de 100 sementes e da produção de grãos por planta para o cruzamento Milionário x Flor de Mayo (MF), são visualizadas na Figura 2. Quanto a nota do porte da planta, nota-se a ocorrência de indivíduos em todas as classes, mostrando uma ampla variação para este caráter. Entretanto, considerando que até a nota 3, o porte é aceitável, verifica-se que apenas 22% dos indivíduos apresentaram esse tipo de arquitetura. A média foi de 5,52, indicando que nesse cruzamento, houve a predominância de plantas de hábito tipo III muito decumbentes.

Com relação ao peso de 100 sementes constata-se que eles variaram de 13 a 29 gramas, com uma média de 22,2 g. Utilizando o critério de Hidalgo, Rubiano e Toro (1992), para a classificação do tamanho das sementes, nota-se que não foi encontrado nenhum indivíduo cujas sementes são consideradas grandes (> 45 g/100 sementes). A produtividade média de grãos por planta, foi de 20,5 g, com uma amplitude de variação de 45 g (Figura 2).

Merece destaque a distribuição de frequência de plantas considerando conjuntamente as notas do porte e o peso de 100 sementes (Figura 5). Observa-se que apenas 6 indivíduos apresentaram porte ereto, notas de 1 a 3, e com tamanho de sementes acima de 25 g, que é o mais aceitável pelo consumidor brasileiro, evidenciando a possibilidade de se obter plantas com porte ereto e grãos de tamanho médio.

A distribuição de frequência envolvendo 115 plantas provenientes do cruzamento EMGOPA 201-Ouro x Manteigão Fosco 11 (EM), é mostrada na Figura 3. Novamente para a nota do porte da planta, houve a ocorrência de todas as classes, sendo que a média geral foi de 5,7, apresentando em sua maioria, plantas com arquiteturas indesejáveis. Quanto ao peso de 100 sementes, percebe-se uma variação maior do que no cruzamento anterior, oscilando de 12,5 a 38,5 g, sendo a média de 25,6 g. Percebe-se também, variação neste cruzamento para o caráter produtividade de grãos por planta, porém com média mais baixa (15,1 g) do que a da população anterior. A Figura 5 apresenta a distribuição de frequência do porte da planta e do peso de 100 sementes, conjuntamente. Observa-se que 20% das plantas avaliadas, apresentaram boa arquitetura e com tamanho de sementes, variando de 23,5 a 35,5 g/100 sementes.

Já as distribuições de frequência envolvendo 62 plantas provenientes do cruzamento Rio Vermelho x Roxo PV (RR), para as três características estudadas, estão apresentadas na Figura 4. Nesse caso a nota do porte da planta se concentrou praticamente nos extremos, não apresentando nenhuma planta nas classes intermediárias 4 e 5. No que se refere ao peso de 100 sementes, este variou de 16 a 31 g, com uma média de 24,5 g. Assim como ocorreu nos cruzamentos anteriores, não foi encontrado nenhum material com sementes consideradas grandes. A produtividade de grãos foi de 13,3 g/planta, com uma amplitude de 26 g/planta. Essa população foi a que apresentou menor proporção de plantas com porte ereto e grãos de tamanho médio (Figura 5). Nota-se que apenas 3 plantas, isto é, 5% da população F_2 , tiveram peso igual ou superior a 27 g/100 sementes e nota do porte inferior a 3,0.

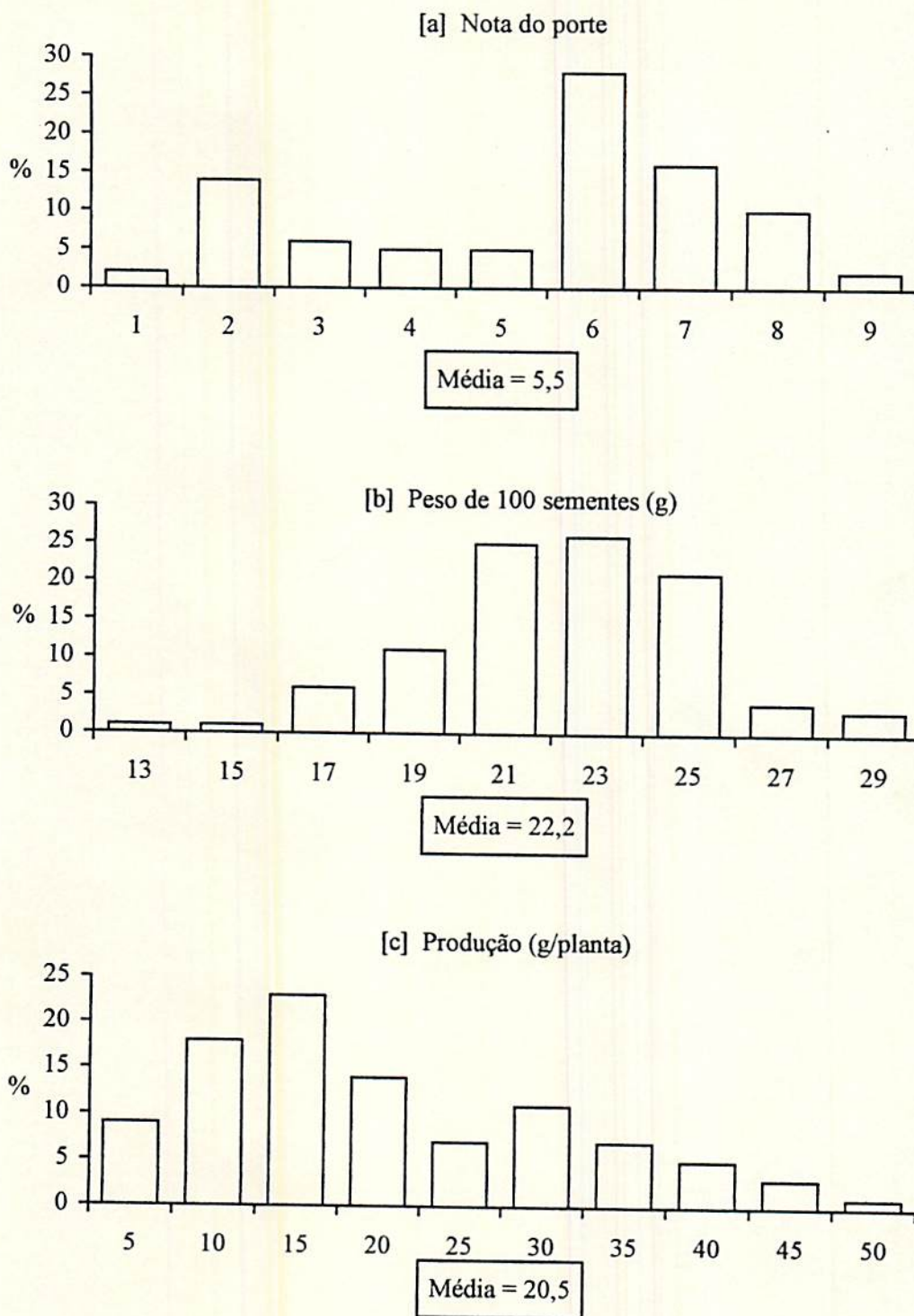


FIGURA 2 - Distribuição de frequência dos caracteres: nota de porte [a]; peso de 100 sementes (g) [b] e produção de grãos (g/planta) [c], das plantas da geração F_2 , provenientes do cruzamento Milionário x Flor de Mayo. Lavras, fevereiro de 1993.

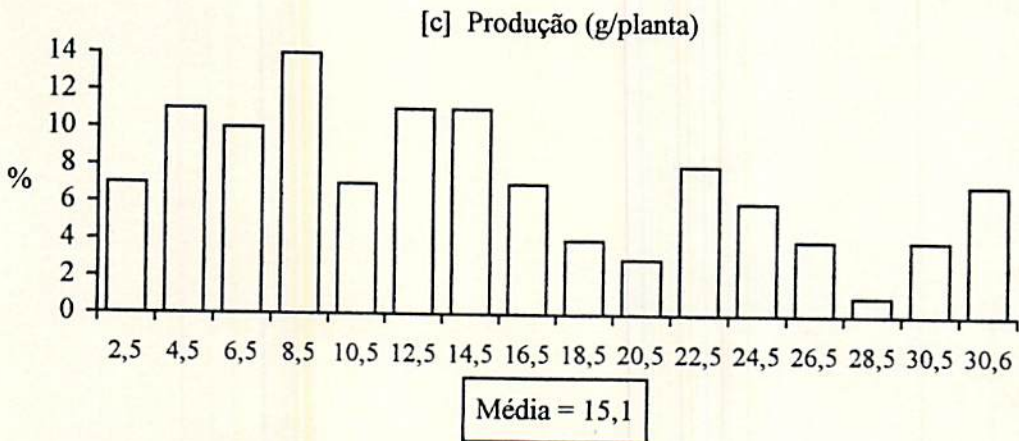
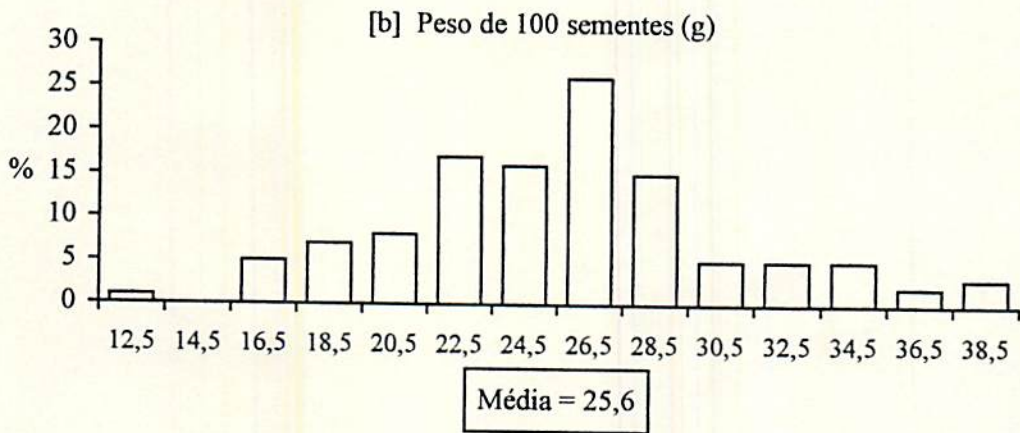
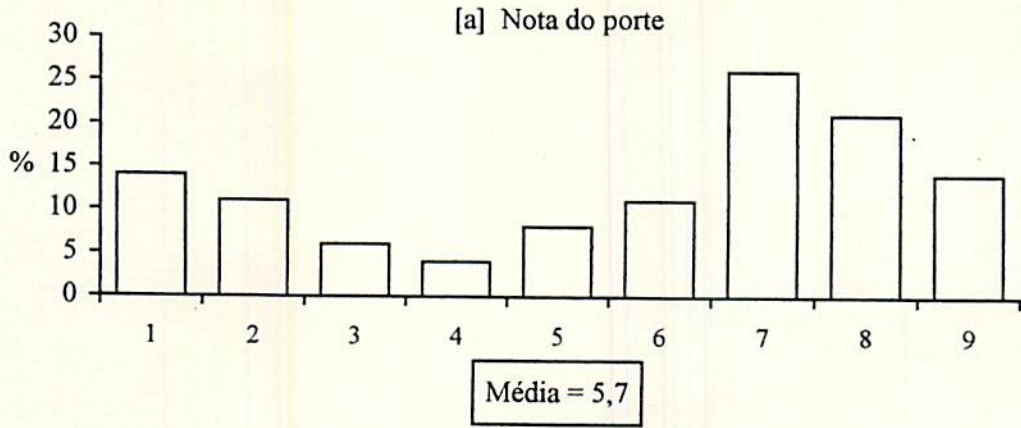


FIGURA 3 - Distribuição de frequência dos caracteres: nota do porte [a]; peso de 100 sementes em g [b] e produção de grãos em kg/planta [c], das plantas da geração F_2 , provenientes do cruzamento EMGOPA 201-Ouro x Manteigão Fosco. Lavras, fevereiro de 1993.

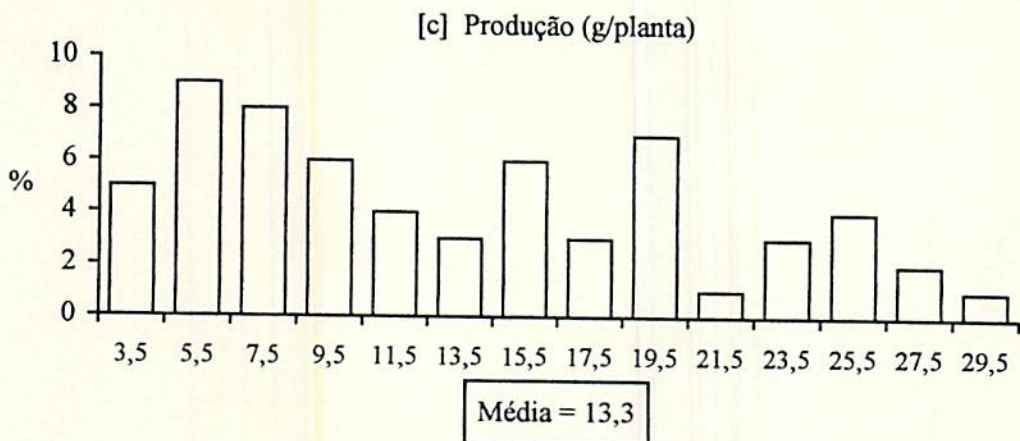
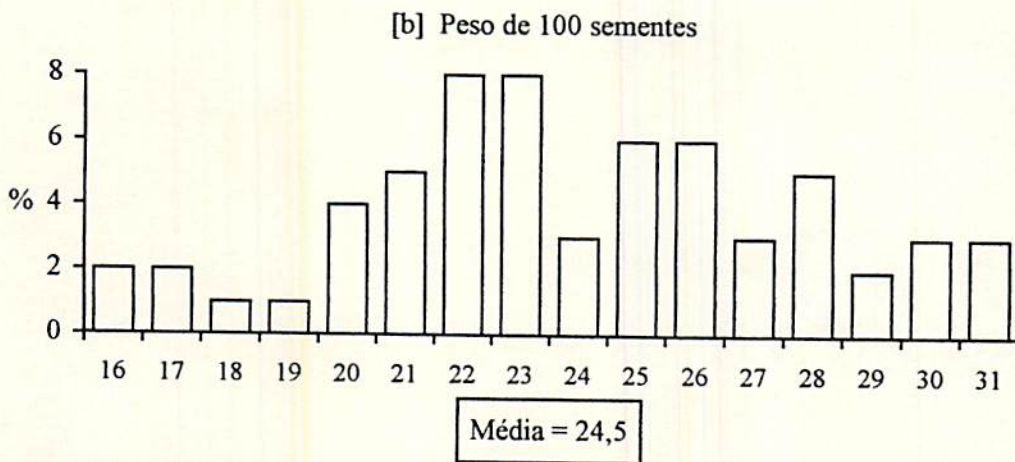
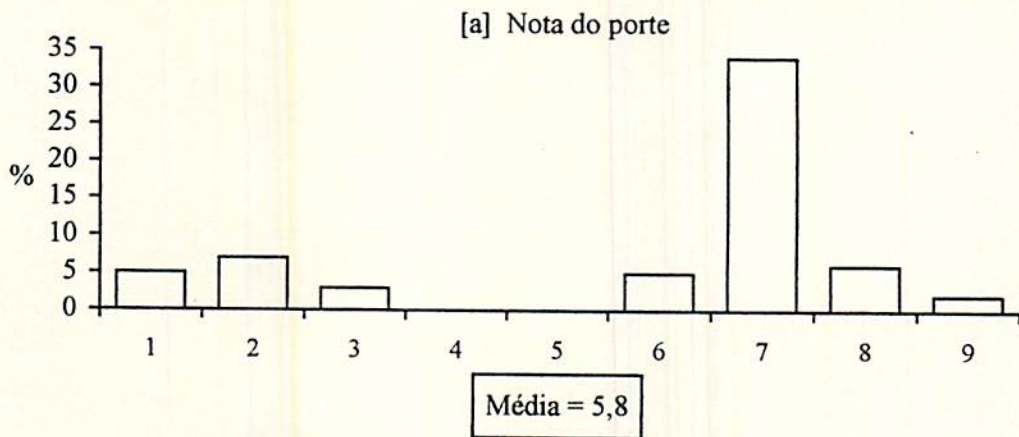


FIGURA 4 - Distribuição de frequência dos caracteres: nota de porte [a]; peso de 100 sementes [b] e produção de grãos (g/planta) [c], das plantas da geração F_2 , provenientes do cruzamento Rio Vermelho x Roxo PV. Lavras, fevereiro de 1993.

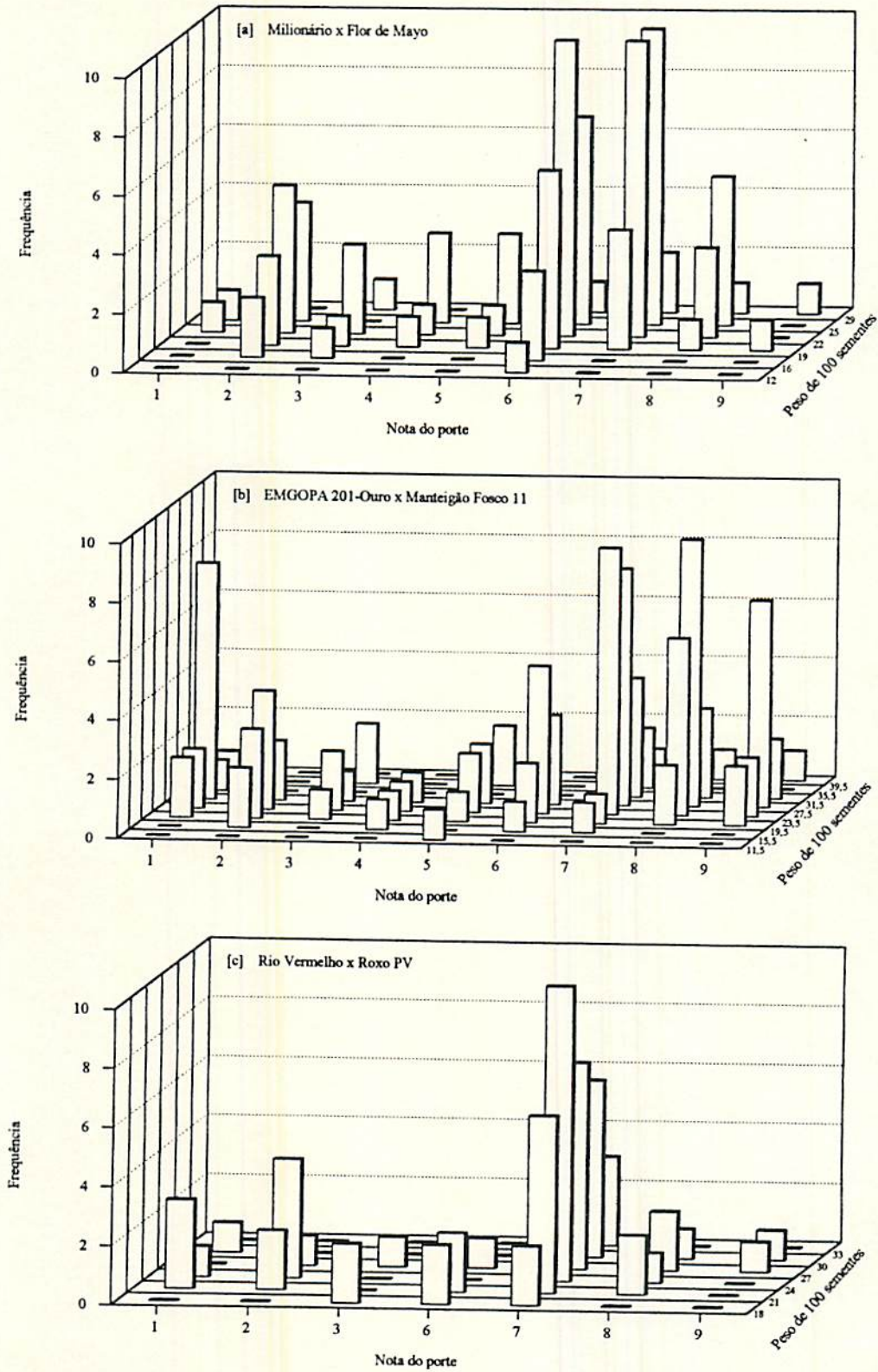


FIGURA 5 - Distribuição de frequência dos caracteres nota do porte e do peso de 100 sementes conjuntamente, para as plantas da geração F_2 proveniente dos cruzamentos: Milionário x Flor de Mayo [a], EMGOPA 201-ouro x Manteigão Fosco 11 [b] e Rio Vermelho x Roxo PV [c].

4.2 Avaliação das famílias F₃

Os resumos das análises de variância das três características para o cruzamento Milionário x Flor de Mayo, estão apresentados na Tabela 9. Verifica-se que a precisão do experimento avaliada pelo coeficiente de variação (CV%), para os caracteres nota do porte e peso de 100 sementes, foram de 3,8% a e 9,2% respectivamente, sendo considerados baixos em experimentação agrícola (Pimentel Gomes, 1990). Já para produção de grãos o valor foi de 18,7%, que é considerado médio, sendo essa magnitude semelhante à relatada em experimentos com a cultura do feijoeiro.

O teste de F foi altamente significativo ($P \leq 0,01$), para as fontes de variação famílias (Tratamentos Regulares d. Blocos), testemunhas e testemunhas vs. tratamentos regulares, exceto para produtividade de grãos e para peso de 100 sementes para o efeito testemunhas vs. tratamentos regulares.

TABELA 9 - Resumo da análise de variância na geração F₃, da nota do porte (NP), peso de 100 sementes em gramas (PCS) e produção de grãos em g/parcela (PROD), e estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos, do cruzamento Milionário x Flor de Mayo.

Fontes de variação	GL	QM		
		NP	PCS	PROD
Blocos	9	5,90	4,77	3195,63
Tratamentos ajustados	99	6,25**	16,15**	3146,56
Regulares d. Blocos	88	3,42**	8,85**	3220,14
Testemunhas	1	306,15**	756,45**	3380,00
Test. vs. Reg. d. Blocos	10	1,09**	6,40	2475,70
Erro intra	9	0,03	3,89	1419,44
Média :		4,92	21,36	200,90
CV (%) :		3,81	9,24	18,75
$\hat{\sigma}_p^2$:		3,39	4,96	1800,70
CVg (%) :		37,42	10,42	21,13
h^2 :		0,99	0,56	0,56

** e * Teste de F significativo ao nível de 1% e 5% de probabilidade, respectivamente.

O coeficiente de variação genético (CVg %), para nota do porte foi de 37,4%, para peso de 100 sementes 10,4% e para produção 21,1%, sendo que as respectivas médias foram: 4,9; 21,4 g/100 sementes e 200,9 g/parcela. As estimativas da herdabilidade no sentido amplo obtidas a partir dos componentes de variância, foram elevadas.

A presença de variabilidade é confirmada, quando se observa a distribuição de frequência das famílias (Figura 6). Chama atenção, o desempenho médio dos pais em relação as famílias. Para o porte a cultivar Milionário recebeu nota 1,0, ou seja, excelente arquitetura. Já a Flor de Mayo, ocupou o extremo oposto e a média das famílias foi semelhante a média dos pais. Para o peso de 100 sementes, a variação entre os pais não foi tão acentuada, mas a mesma tendência foi observada. O mesmo fato foi constatado para a produtividade de grãos, sendo o pai Milionário o de maior média.

Observando a Figura 9, percebe-se que a ocorrência de famílias com porte ereto e simultaneamente com peso de 100 sementes médio, foi baixo. Das 98 famílias avaliadas neste cruzamento, apenas três apresentaram nota do porte inferior a 3 e com peso médio das sementes acima de 26 g.

A Tabela 10 apresenta o resumo da análise de variância dos três caracteres avaliados do cruzamento EMGOPA 201-Ouro x Manteigão Fosco 11. Percebe-se que os coeficientes de variação experimental obtidos, foram mais elevados do que os do experimento anterior, exceto para o peso de 100 sementes.

Foi detectada significância para todas as fontes de variação, exceto para as testemunhas com relação ao porte. A exemplo do cruzamento citado anteriormente, as estimativas da herdabilidade no sentido amplo, apresentaram-se elevadas, variando de 0,59 a 0,81 e as estimativas de CVg, também evidenciam a presença de variação genética.

A Figura 7 reforça esta observação, onde nota-se ampla variação na distribuição de frequência das famílias em todos os caracteres avaliados.

TABELA 10 - Resumo da análise de variância na geração F_3 , da nota do porte (NP), peso de 100 sementes em gramas (PCS) e produção de grãos em g/parcela (PROD), e estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos, do cruzamento EMGOPA 201-Ouro x Manteigão Fosco 11.

Fontes de variação	GL	QM		
		NP	PCS	PROD
Blocos	11	1,62	17,02	5788,79
Tratamentos ajustados	116	1,79**	73,77**	2508,33**
Regulares d. Blocos	103	1,52**	13,85**	1983,33*
Testemunhas	1	0,06	5735,04**	7280,17**
Test. vs. Reg. d. Blocos	12	4,24**	112,93**	6616,96**
Erro intra	11	0,29	3,59	806,44
Média :		4,12	25,81	133,22
CV (%) :		12,99	7,34	21,32
$\hat{\sigma}_p^2$:		1,23	10,26	1176,89
CVg (%) :		26,92	12,41	25,75
h^2 :		0,81	0,74	0,59

** e * Teste de F significativo ao nível de 1% e 5% de probabilidade, respectivamente.

Percebe-se que os pais não diferiram com relação a nota do porte, porém as famílias receberam notas variando de 1,5 a 7,5, no entanto, com média superior a dos pais. Diferença acentuada entre os pais é observada para o peso de 100 sementes. Vê-se que a cultivar Manteigão Fosco 11 apresentou peso médio de 100 sementes três vezes superior ao da EMGOPA 201-Ouro.

De acordo com o resumo da análise de variância dos três caracteres avaliados, referente ao cruzamento Rio Vermelho x Roxo PV, apresentado na Tabela 11, verifica-se que os coeficientes de variação do experimento oscilaram de 10,3% para o peso de 100 sementes, a

18,3% para produção de grãos, considerados médios em experimentação agrícola, conforme critério de classificação de Pimentel Gomes (1990). Quanto ao coeficiente de variação genético, este ficou entre 11,3 a 23,7%, sendo que as estimativas da herdabilidade mantiveram-se semelhantes aos dos dois outros cruzamentos, com exceção do caráter nota do porte, que foi menor. Porém não foram detectadas diferenças significativas entre as famílias, através do teste de F, para todas as características.

Apesar disso, observa-se pela Figura 8, que a variação entre as médias foi semelhante aos dos cruzamentos anteriores. Vê-se que a média da nota do porte dos pais foi inferior as das famílias. O peso médio das sementes da cultivar Roxo PV, foi o dobro da Rio Vermelho e a média das famílias tendeu para o pai de menor valor. No que se refere a produção de grãos, os pais não diferiram, porém superaram a média das famílias. Nenhuma família deste cruzamento foi observada possuindo simultaneamente o porte e tamanho da semente desejados (Figura 9).

TABELA 11 - Resumo da análise de variância na geração F_3 da nota do porte (NP), peso de 100 sementes em gramas (PCS) e produção de grão em g/parcela (PROD), e estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos do cruzamento Rio Vermelho \times Roxo PV.

Fontes de variação	GL	QM		
		NP	PCS	PROD
Blocos	6	9,84	18,04	8899,55
Tratamentos ajustados	63	2,22*	40,44*	1739,43
Regulares d. Blocos	55	1,62	14,65	1427,06
Testemunhas	1	17,72**	1321,14**	31,50
Test. vs. Reg. d. Blocos	7	4,77*	60,10**	4437,79*
Erro intra	6	0,58	6,64	703,33
Média :		4,30	25,05	144,85
CV (%) :		17,74	10,29	18,31
$\hat{\sigma}_p^2$:		1,04	8,01	723,73
CVg (%) :		23,72	11,30	18,57
h^2 :		0,65	0,55	0,51

** e * Teste de F significativo ao nível de 1% e 5% de probabilidade, respectivamente.

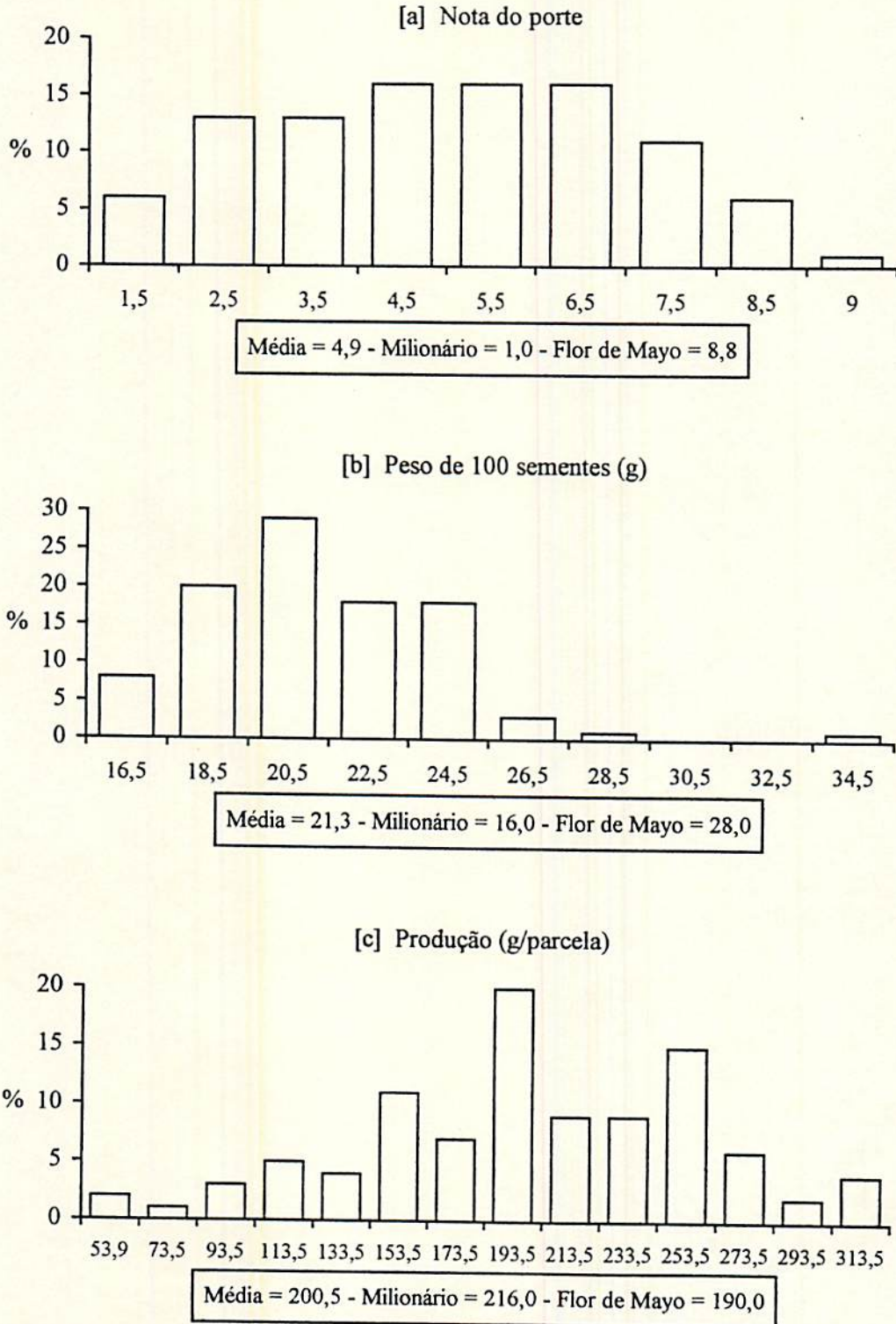


FIGURA 6 - Distribuição de frequência dos caracteres: nota do porte [a]; peso de 100 sementes (g) [b] e produção de grãos (g/planta) [c], das famílias da geração F₃, provenientes do cruzamento Millionário x Flor de Mayo. Lavras, julho de 1993.

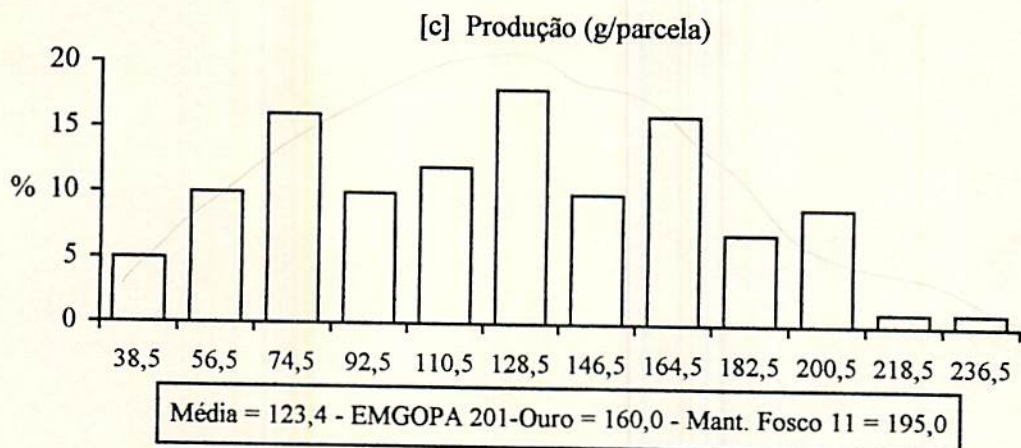
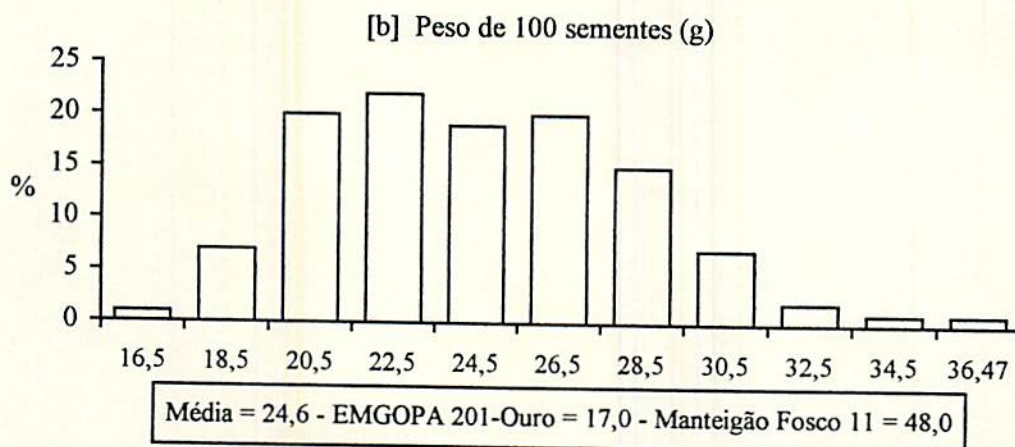
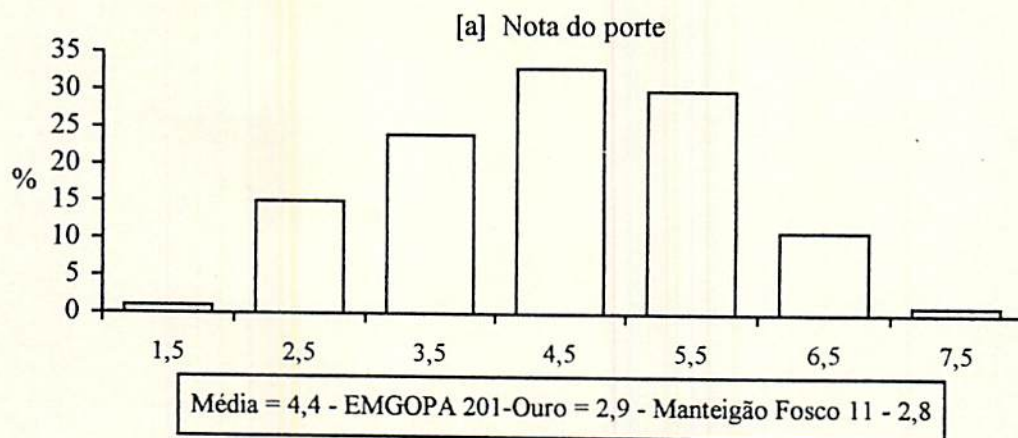


FIGURA 7 - Distribuição de frequência dos caracteres: nota do porte [a]; peso de 100 sementes (g) [b] e produção de grãos (g/parcela) [c], das famílias da geração F₃, provenientes do cruzamento EMGOPA 201-Ouro x Manteigão Fosco 11. Lavras, julho de 1993.

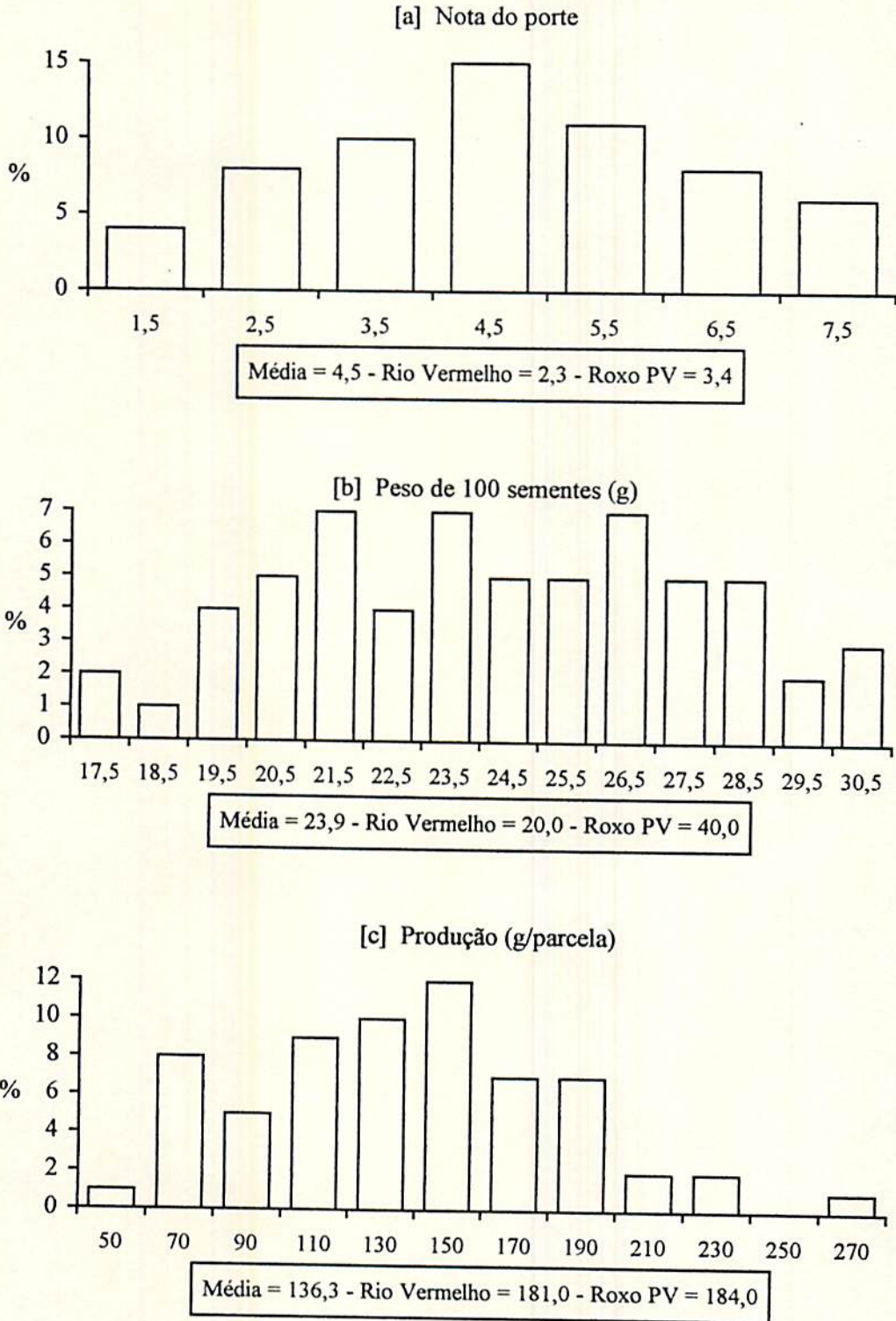


FIGURA 8 - Distribuição de frequência dos caracteres: nota do porte [a]; peso de 100 sementes (g) [b] e produção de grãos (g/planta) [c], das famílias da geração F₃, provenientes do cruzamento Rio Vermelho x Roxo PV. Lavras, julho de 1993.

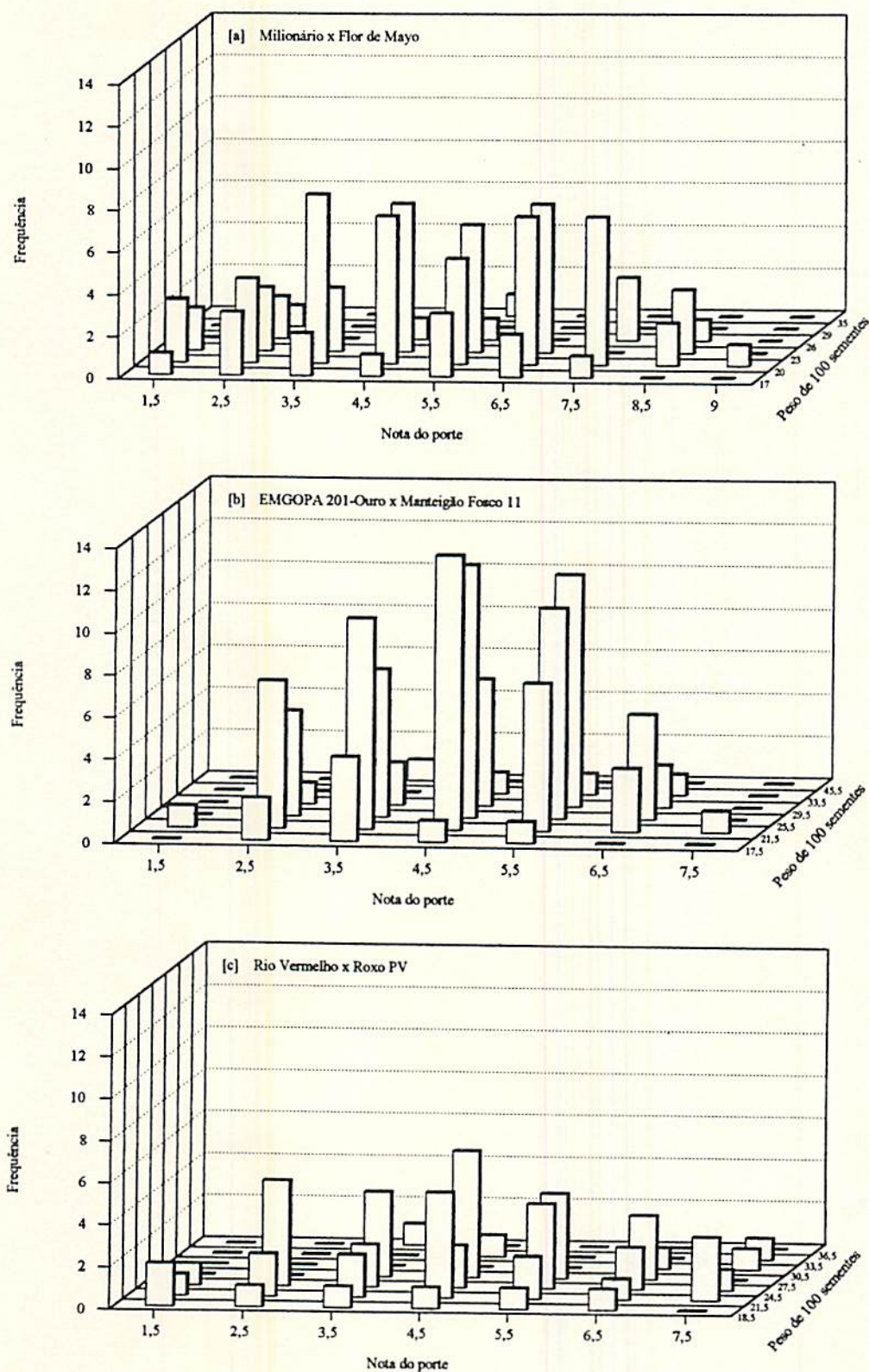


FIGURA 9 - Distribuição de frequência dos caracteres nota do porte e peso de 100 sementes conjuntamente, para as plantas da geração F_3 proveniente dos cruzamentos: Milionário x Flor de Mayo [a], EMGOPA 201-ouro x Manteiço Fosco 11 [b] e Rio Vermelho x Roxo PV [c].

4.3 Avaliação das famílias F₄

As análises de variância dos três caracteres avaliados dos cruzamentos Milionário × Flor de Mayo (Tabela 12), EMGOPA 201-Ouro x Manteigão Fosco 11 (Tabela 13) e Rio Vermelho × Roxo PV (Tabela 14), foram semelhantes quanto a precisão experimental. Merece destaque a estimativa da eficiência do látice, que foi expressiva apenas no cruzamento Milionário x Flor de Mayo e no caso do peso de 100 sementes para o cruzamento Rio Vermelho × Roxo PV.

A fonte de variação famílias, apresentou teste de F altamente significativo ($P \leq 0,01$) em todas as situações, o mesmo ocorrendo entre testemunhas, exceto no peso de 100 sementes e produção de grãos do cruzamento Milionário × Flor de Mayo. Já o contraste testemunhas vs famílias, só apresentou significância nos três caracteres do cruzamento EMGOPA 201-Ouro × Manteigão Fosco 11 e para o peso de 100 sementes e produção de grãos no cruzamento Rio Vermelho × Roxo PV (Tabelas 12, 13 e 14).

Considerando a nota do porte, constata-se que as estimativas do CVg e da herdabilidade no sentido amplo, foram semelhantes nos cruzamentos Milionário × Flor de Mayo e EMGOPA 201-Ouro × Manteigão Fosco 11 e inferior para as famílias do cruzamento Rio Vermelho × Roxo PV. O contrário foi observado para o peso de 100 sementes. Para a produção de grãos nos três cruzamentos, as estimativas do CVg e da herdabilidade, foram semelhantes (Tabelas 12, 13 e 14). Contudo em todos os casos a magnitude das estimativas evidenciam a existência de variabilidade.

A distribuição de frequência da nota do porte nesta geração, foi mais assimétrica no sentido da maior nota, do que nas demais gerações. Observa-se que exceto no caso do

cruzamento Milionário × Flor de Mayo, que foi encontrado uma família com nota 1,5, os demais valores foram sempre superiores a 3,5 (Figuras 10, 11 e 12). Em função destes fatos, em nenhum dos cruzamentos foram encontradas famílias que apresentassem ao mesmo tempo, nota do porte inferior a 3,0 e peso médio de 100 sementes acima de 25 g (Figura 13). Deve ser enfatizado que nesta geração o peso médio de 100 sementes foi superior aos das gerações anteriores.

TABELA 12 - Resumo da análise de variância na geração F₄, da nota do porte (NP), peso de 100 sementes em gramas (PCS) e produção de grão em g/parcela (PROD), e estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos do cruzamento Milionário × Flor de Mayo.

Fontes de variação	GL	QM		
		NP	PCS	PROD
Repetições	1	0,03	151,28	24508,98
Tratamentos ajustados	99	3,50**	8,09**	12224,72**
Entre famílias F ₄	97	4,08**	8,22**	13300,00**
Entre testemunhas	1	11,98**	9,08	4407,10
Test. vs. famílias	1	0,18	1,96	908,00
Erro				
Efetivo	81	1,41	3,90	5933,57
Delin. Blocos ao Acaso	99	1,75	4,31	7044,94
Média :		7,33	17,90	447,33
CV (%) :		16,20	11,03	17,22
Eficiência do látice :		123,91	110,58	118,73
σ_p^2 :		1,33	2,16	3683,21
CVg (%) :		15,73	8,21	13,57
h^2 :		0,65	0,52	0,55

** e * Teste de F significativo ao nível de 1% e 5% de probabilidade, respectivamente.

TABELA 13 - Resumo da análise de variância na geração F₄ da nota do porte (NP), peso de 100 sementes em gramas (PCS) e produção de grão em g/parcela (PROD), e estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos do cruzamento EMGOPA 201-Ouro × Manteigão Fosco 11.

Fontes de variação	GL	QM		
		NP	PCS	PROD
Repetições	1	0,30	0,01	2514,05
Tratamentos ajustados	120	1,53**	23,67**	13307,13**
Entre famílias F ₄	114	1,54**	10,22**	11119,58**
Entre testemunhas	5	0,31**	211,27**	8513,48**
Test. vs. famílias	1	3,66**	295,81**	139539,65**
Erro				
Efetivo	100	0,56	3,72	3798,01
Delin. Blocos ao Acaso	120	0,57	3,82	3819,05
Média :		6,83	17,29	271,65
CV (%) :		11,00	11,15	22,68
Eficiência do látice :		101,35	102,69	100,55
$\hat{\sigma}_p^2$:		0,49	3,25	3660,78
CVg (%) :		10,25	10,43	22,27
h^2 :		0,63	0,64	0,66

** e * Teste de F significativo ao nível de 1% e 5% de probabilidade, respectivamente.

Como já salientado, a variabilidade liberada no cruzamento Milionário x Flor de Mayo foi inferior a dos outros dois (Figuras 10, 11 e 12).

Em termos de produção de grãos, as distribuições foram semelhantes, o que está de acordo com os comentários efetuados anteriormente com relação as estimativas de herdabilidade e CVg. Ressalta-se no entanto, que o potencial produtivo médio dos cruzamentos foi variável. A maior média (446,4 g/parcela) foi observada no cruzamento Milionário × Flor de Mayo e a menor (263,8 g/parcela) no cruzamento EMGOPA 201-Ouro x Manteigão Fosco 11 (Figuras 10, 11 e 12).

TABELA 14 - Resumo da análise de variância na geração F₄ da nota do porte (NP), peso de 100 sementes em gramas (PCS) e produção de grão em g/parcela (PROD), e estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos do cruzamento Rio Vermelho × Roxo PV.

Fontes de variação	GL	QM		
		NP	PCS	PROD
Repetições	1	0,41	0,01	12012,50
Tratamentos ajustados	63	0,93**	18,77**	15006,67**
Entre famílias F ₄	61	0,92**	13,32**	11336,24**
Entre testemunhas	1	2,64*	225,66**	57600,00**
Test. vs. famílias	1	0,27	47,41**	98367,39**
Erro				
Efetivo	49	-	1,91	5631,55
Delin. Blocos ao Acaso	63	0,52	2,17	5631,55
Média :		7,55	18,73	336,72
CV (%) :		9,59	7,37	22,29
Eficiência do látice :		100,00	113,71	100,00
$\hat{\sigma}_p^2$:		0,20	5,70	2852,34
CVg (%) :		5,92	12,75	15,86
h^2 :		0,43	0,86	0,50

** e * Teste de F significativo ao nível de 1% e 5% de probabilidade, respectivamente.

A ocorrência de plantas ou famílias com a nota do porte menor do que 3,0 e peso de 100 sementes maior ou igual a 25 gramas, nas gerações F₂, F₃ e F₄ de cada cruzamento, está apresentada na Tabela 15. Observa-se que na F₂ foi constatado o maior número de plantas com esses dois caracteres conjuntamente, e que ocorreu um decréscimo com o avanço das gerações, a ponto de não ser encontrada nenhuma família com porte ereto e tamanho de grão aceitável, na F₄. Nota-se também, que foi constatada maior ocorrência de plantas ou famílias desejáveis no cruzamento EMGOPA 201-Ouro × Manteigão Fosco 11 e menor no cruzamento Rio Vermelho × Roxo PV.

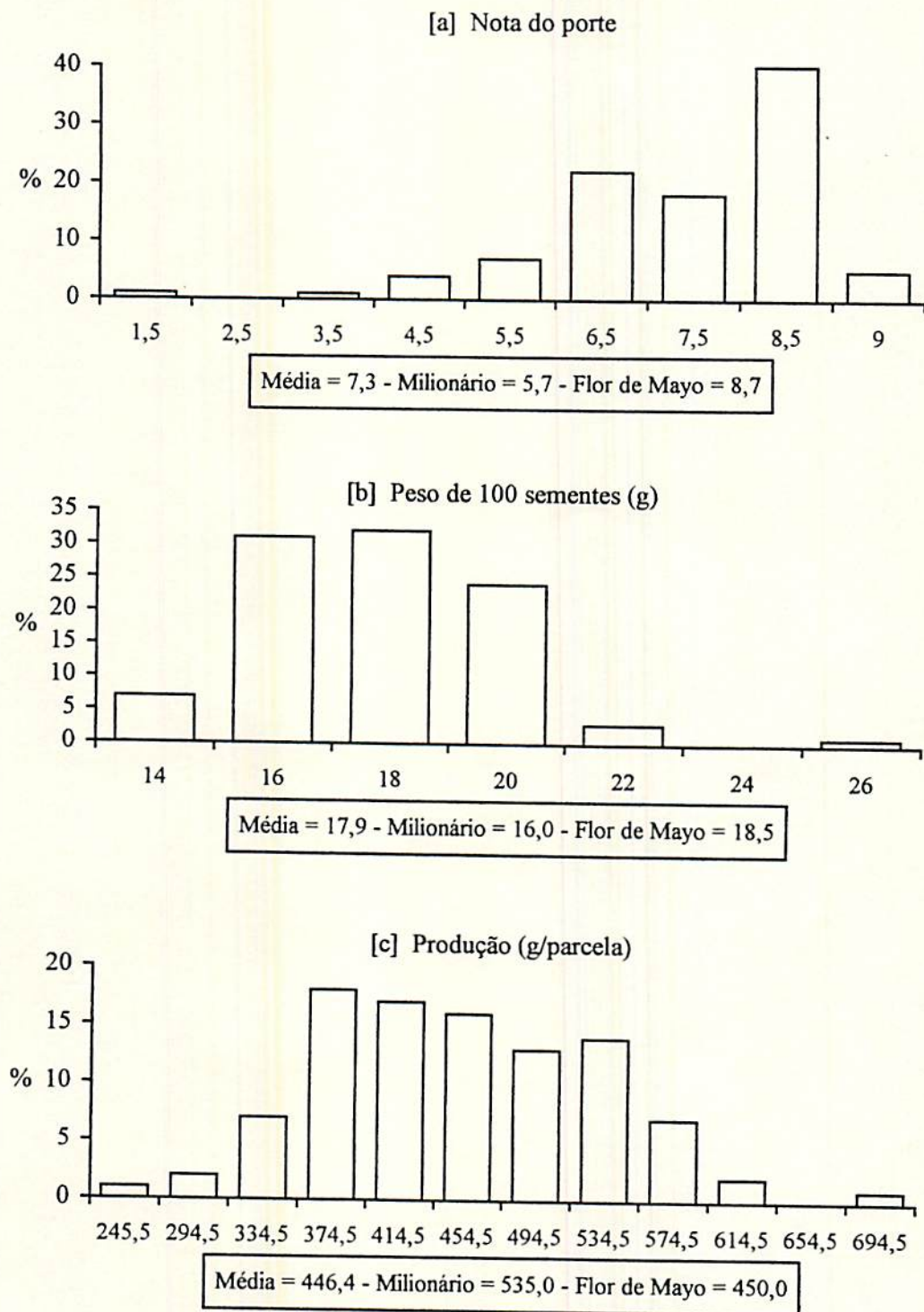


FIGURA 10 - Distribuição de frequência dos caracteres: nota do porte [a]; peso médio de 100 sementes (g) [b] e produção de grãos (g/parcela) [c], das famílias da geração F_4 , provenientes do cruzamento Milonário x Flor de Mayo. Lavras, novembro de 1993.

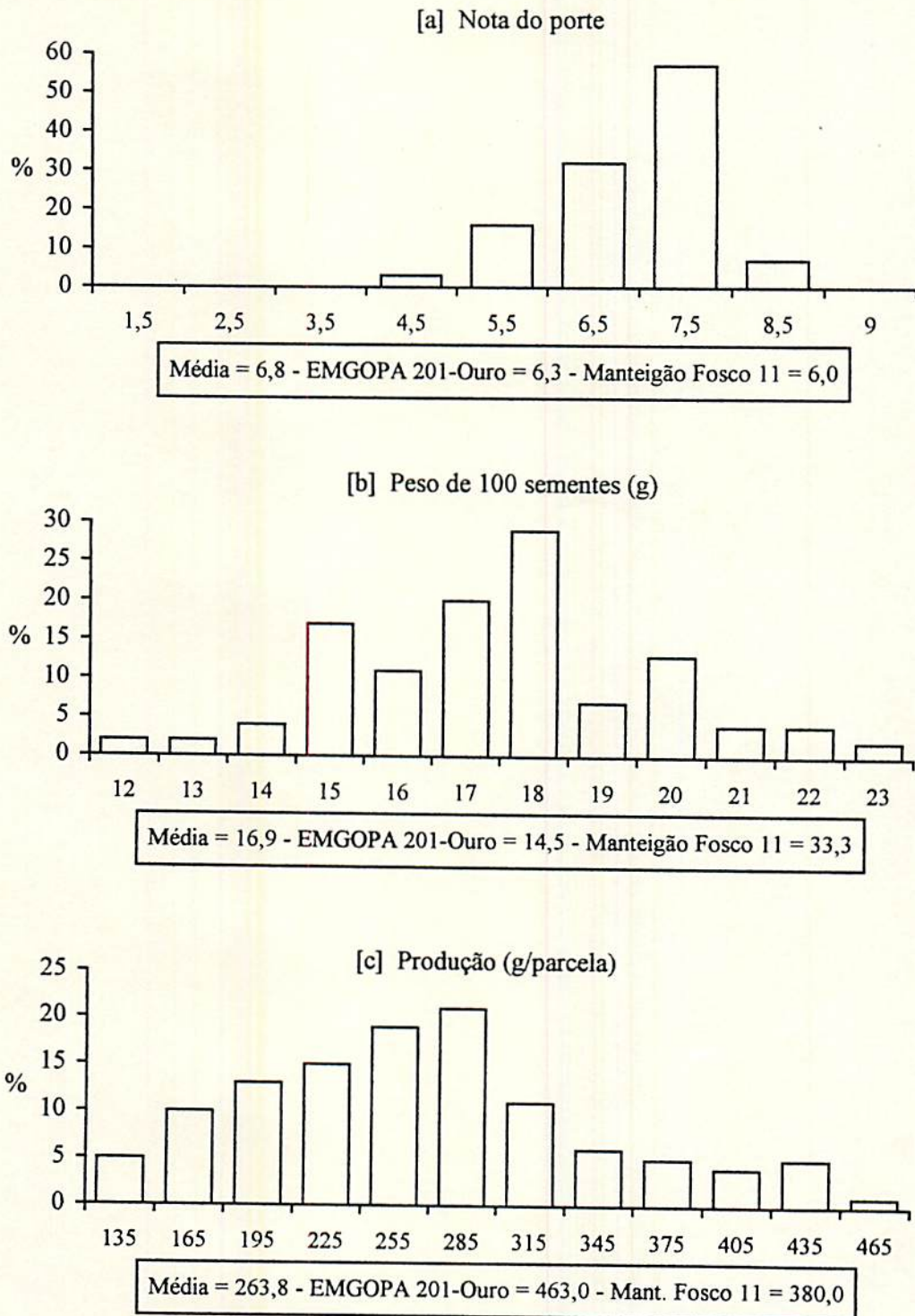


FIGURA 11 - Distribuição de frequência dos caracteres: nota do porte [a]; peso médio de 100 sementes (g) [b] e produção de grãos (g/parcela) [c], das famílias da geração F_4 provenientes do cruzamento EMGOPA 201-Ouro x Manteigão Fosco 11. Lavras, novembro de 1993.

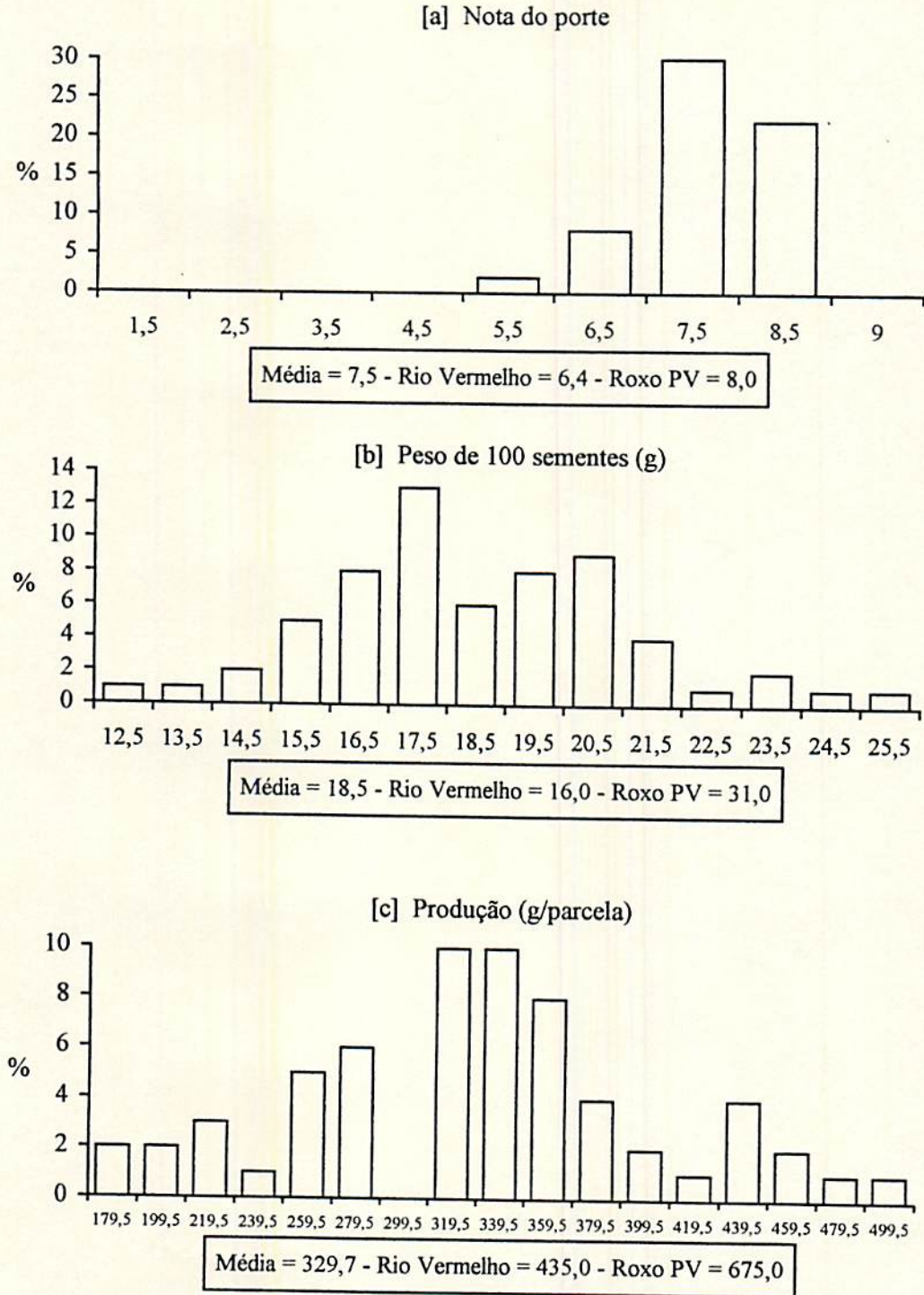


FIGURA 12 - Distribuição de frequência dos caracteres: nota do porte [a]; peso médio de 100 sementes (g) [b] e produção de grãos (g/parcela) [c], das famílias da geração F_4 , provenientes do cruzamento Rio Vermelho x Roxo PV. Lavras, novembro de 1993.

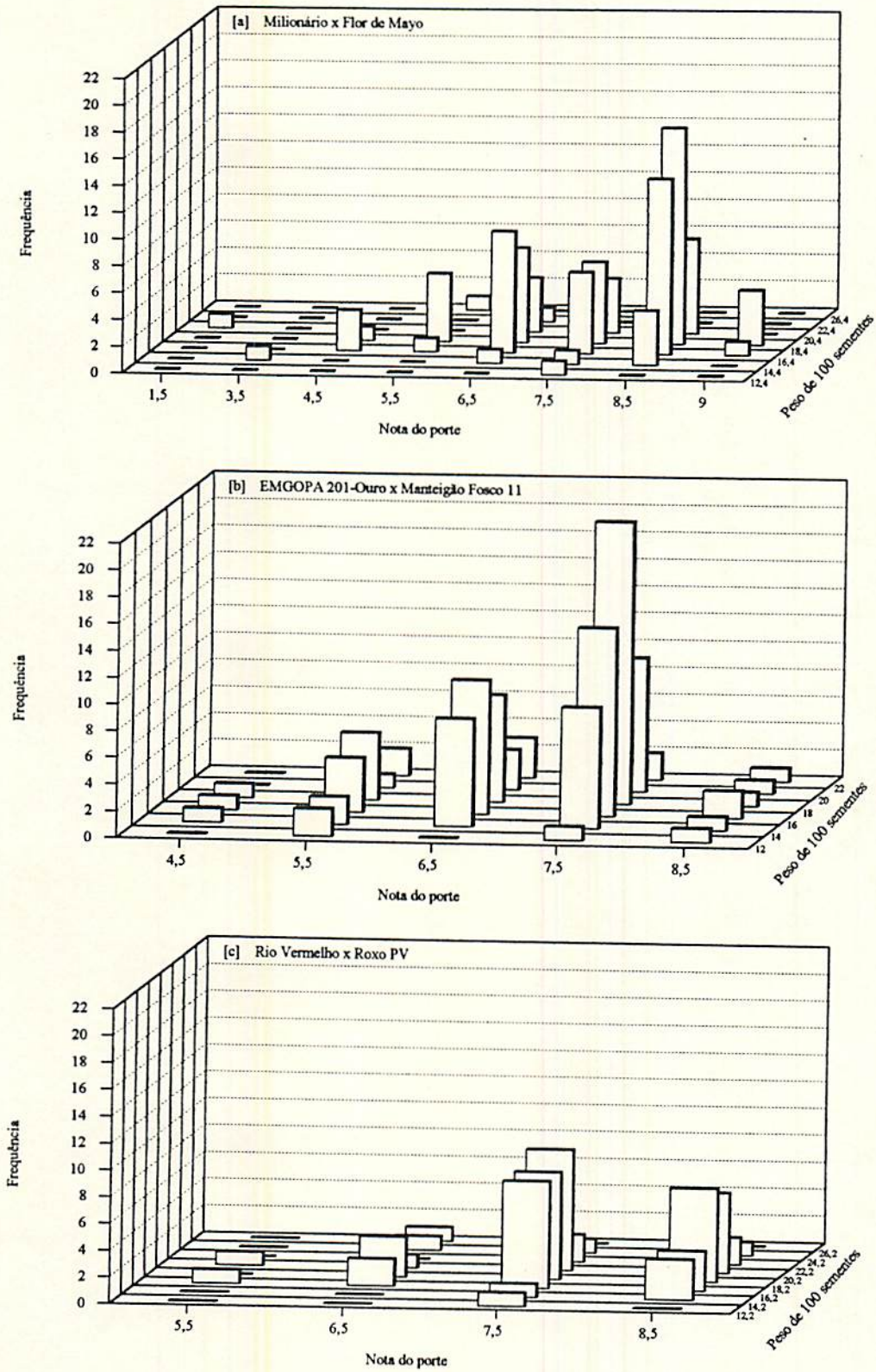


FIGURA 13 - Distribuição de frequência dos caracteres nota do porte do peso de 100 sementes conjuntamente, para as plantas da geração F_4 proveniente dos cruzamentos: Milionário x Flor de Mayo [a], EMGOPA 201-ouro x Manteigão Fosco 11 [b] e Rio Vermelho x Roxo PV [c].

TABELA 15 - Ocorrência de plantas ou famílias com nota do porte menor do que 3,0 e peso de 100 sementes maior ou igual a 25 gramas, nas gerações F₂, F₃ e F₄ de cada população.

Gerações	Populações			Total
	MF (98) ¹	EM (115) ¹	RR (62) ¹	
F ₂	5	12	3	20
F ₃	3	6	0	9
F ₄	0	0	0	0
Total	8	18	3	29

¹ Número de plantas e/ou famílias avaliadas por geração.

4.4 Avaliação das famílias F₅

Os dados médios da nota do porte, peso de 100 sementes e produção de grãos, obtidos nesta geração em Lavras e Patos de Minas, estão apresentados na Tabela 4A.

Para avaliação nesta geração, as famílias dos três cruzamentos foram escolhidas tomando como critério seletivo o peso de grãos extremos. Essas famílias mais os seis pais e duas testemunhas, foram avaliadas em Lavras e Patos de Minas. O resumo da análise de variância individual para cada característica é apresentado na Tabela 16.

Na análise de variância conjunta, o teste de F foi altamente significativo ($P \leq 0,01$) para todas as fontes de variação, exceto o efeito de locais e a interação locais x tratamentos para o peso de 100 sementes (Tabela 17). Como a interação locais x tratamentos foi significativa para o porte e produção de grãos, isso indica que as famílias não tiveram comportamento coincidente nos dois locais.

TABELA 16 - Resumo da análise de variância na geração F₃, para nota do porte (NP), peso de 100 sementes em gramas (PCS) e produção de grãos em g/parcela (PROD), e estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos das famílias selecionadas. Lavras e Patos de Minas, 1994.

Fonte de variação	GL	Lavras				Patos de Minas			
		NP	PCS	PROD	NP	PCS	PROD	NP	
Repetições	2	2,70	46,30	149687,94	4,82	41,13	85314,06		
Tratamentos ajustados	63	3,87**	57,38**	31234,59**	5,71**	65,68**	28566,29**		
Entre famílias	55	3,00**	40,77**	20933,28**	4,74**	43,56**	29029,86**		
Entre testemunhas	7	8,64**	184,44**	41814,46**	16,80**	221,43**	9173,10		
Testemunhas vs. famílias	1	6,80**	31,87*	49838,83**	5,85**	65,78**	77837,90**		
Erro	105	0,60	4,91	5662,26	0,61	6,20	9789,75		
Delim. Blocos ao Acaso	126	0,60	5,05	5668,33	0,70	6,24	10427,29		
Média :		4,94	23,17	307,77	4,35	23,22	324,53		
CV (%) :		15,66	9,56	24,45	17,98	10,73	30,49		
Eficiência do látice :		100,00	102,91	100,00	113,44	100,68	106,51		
σ_p^2 :		0,80	11,95	5088,32	1,37	12,45	6413,37		
CVg (%) :		18,10	14,92	23,18	26,91	15,20	24,68		
h^2 :		0,80	0,88	0,73	0,87	0,86	0,66		

** e * Teste de F significativo ao nível de 1% e 5% de probabilidade, respectivamente.

TABELA 17 - Resumo da análise de variância conjunta na geração F₅, para nota do porte (NP), peso de 100 sementes em gramas (PCS) e produção de grãos em g/parcela (PROD), e estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos. Lavras e Patos de Minas, 1994.

Fontes de variação	GL	QM		
		NP	PCS	PROD
Locais (L)	1	32,54**	0,31	26967,33**
Tratamentos ajustados (P)	63	8,06**	115,97**	46870,82**
P x L	63	1,51**	7,07	12929,99**
Erro médio	210	0,60	5,56	7726,00
Média :		4,65	23,20	316,15
CV (%) :		16,82	10,15	27,47
$\hat{\sigma}_p^2$:		1,09	18,15	5656,81
$\hat{\sigma}_{pl}^2$:		0,30	0,50	1734,66
CVg (%) :		22,45	18,36	23,79
h^2 :		0,81	0,94	0,72

** e * Teste de F significativo ao nível de 1% e 5% de probabilidade, respectivamente.

Deve ser mencionado que a precisão experimental, avaliada pelo coeficiente de variação foi menor nesta geração, em relação as demais. O coeficiente de variação na análise conjunta para produção de grãos, por exemplo, foi de 27,47%, indicando uma baixa precisão na avaliação dessa característica.

Percebe-se que após a seleção, não ocorreram famílias com notas do porte nos extremos nos dois locais (Figuras 14 e 15). Em Patos de Minas a arquitetura das plantas foi ligeiramente melhor que em Lavras. No primeiro local, 10 famílias receberam nota média de 2,5, já em Lavras a menor nota do porte foi de 3,5. Verificou-se também que em Lavras, não foi detectada nenhuma família com arquitetura e tamanho de grãos desejáveis, no entanto em Patos de Minas, constatou-se 3 famílias entre as 56, com porte mais ereto, nota média de 2,5 e peso de 100 sementes de 25,5 g (Figura 16).

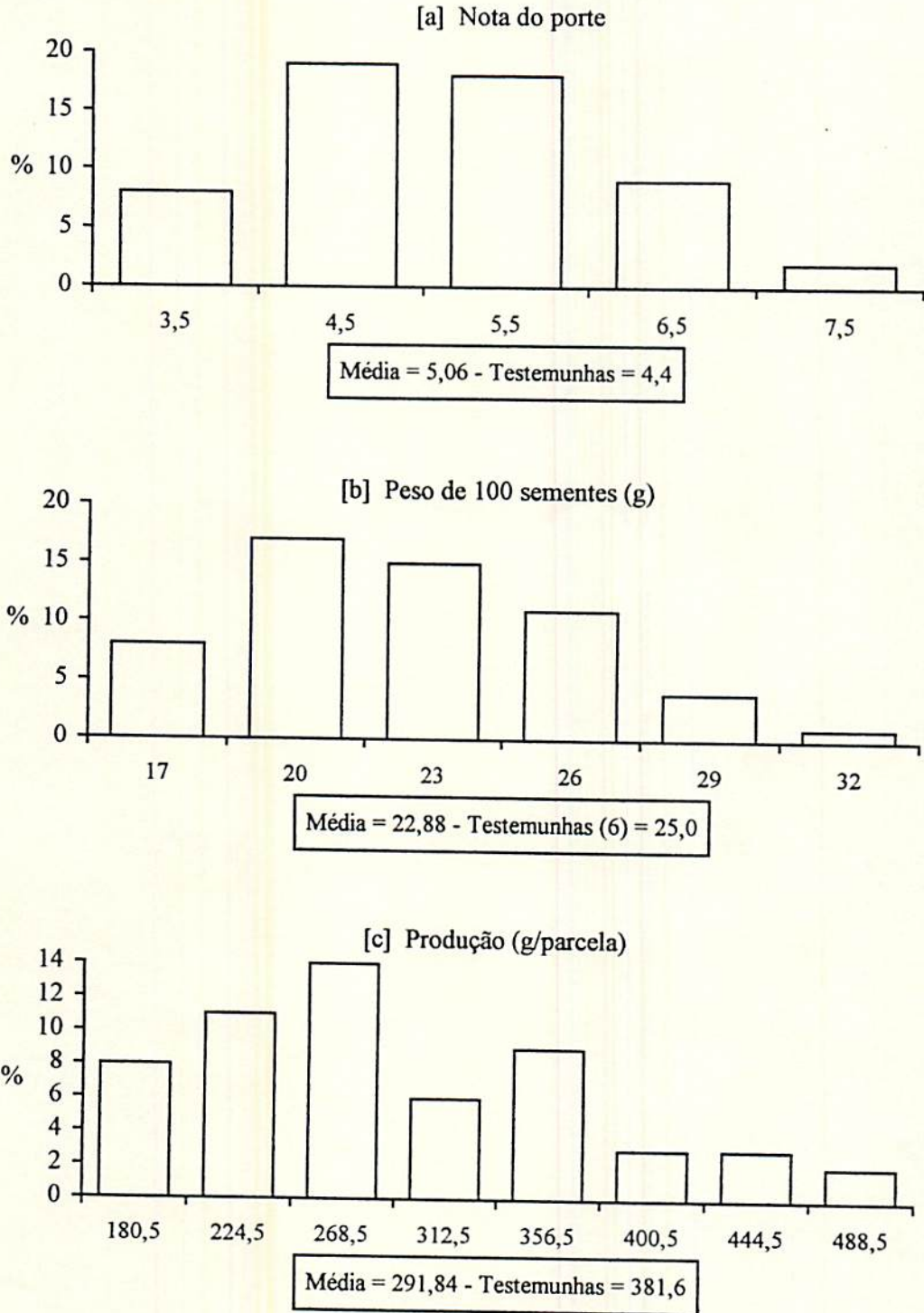


FIGURA 14 - Distribuição de frequência dos caracteres: nota do porte [a]; peso de 100 sementes em g [b] e produção de grãos em g/parcela [c], das famílias selecionadas da geração F₅. Lavras, julho de 1994.

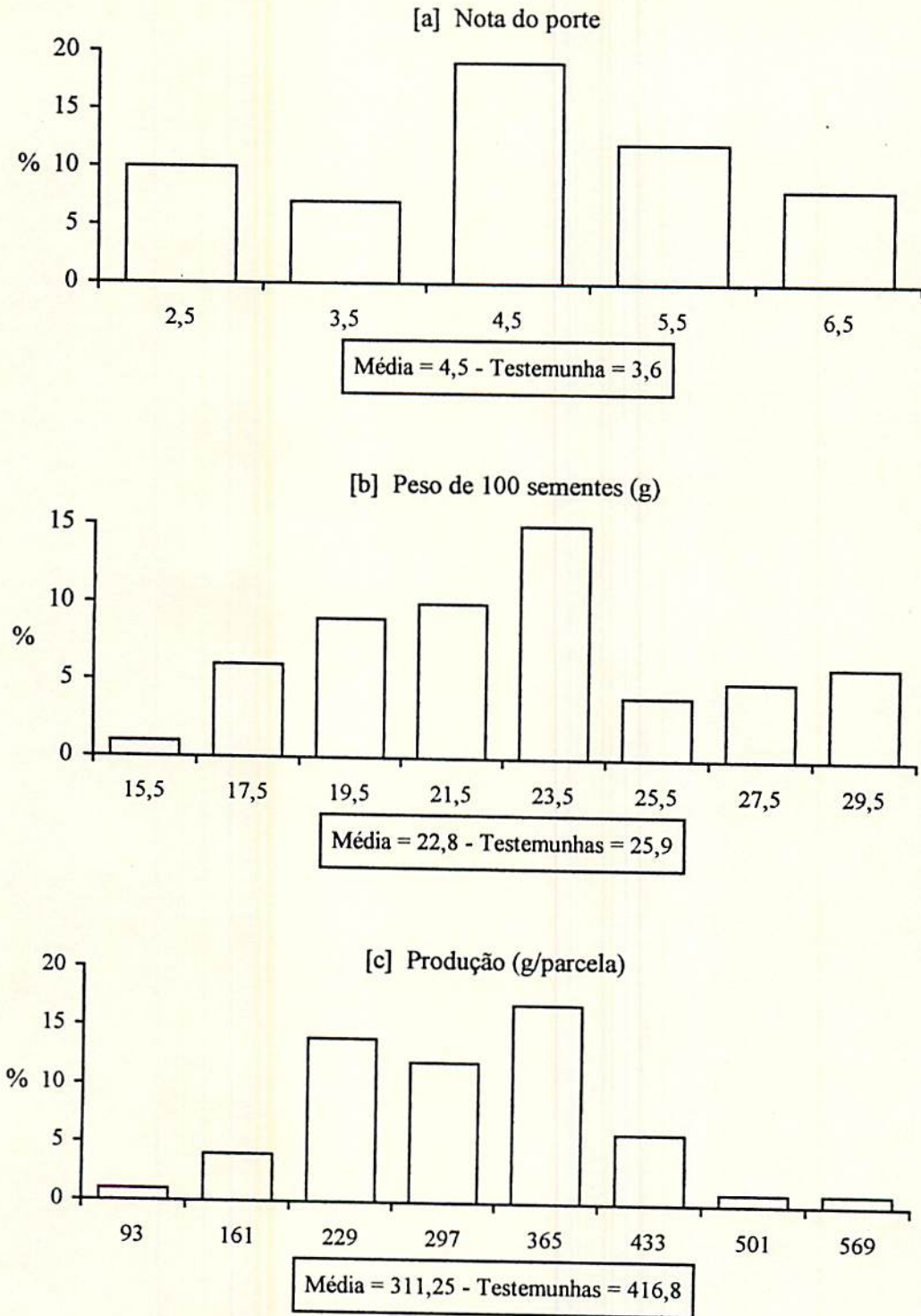


FIGURA 15 - Distribuição da nota do porte [a], do peso de 100 sementes em g [b] e da produção de grãos em g/parcela [c], das famílias selecionadas da geração F₅. Patos de Minas, julho de 1994.

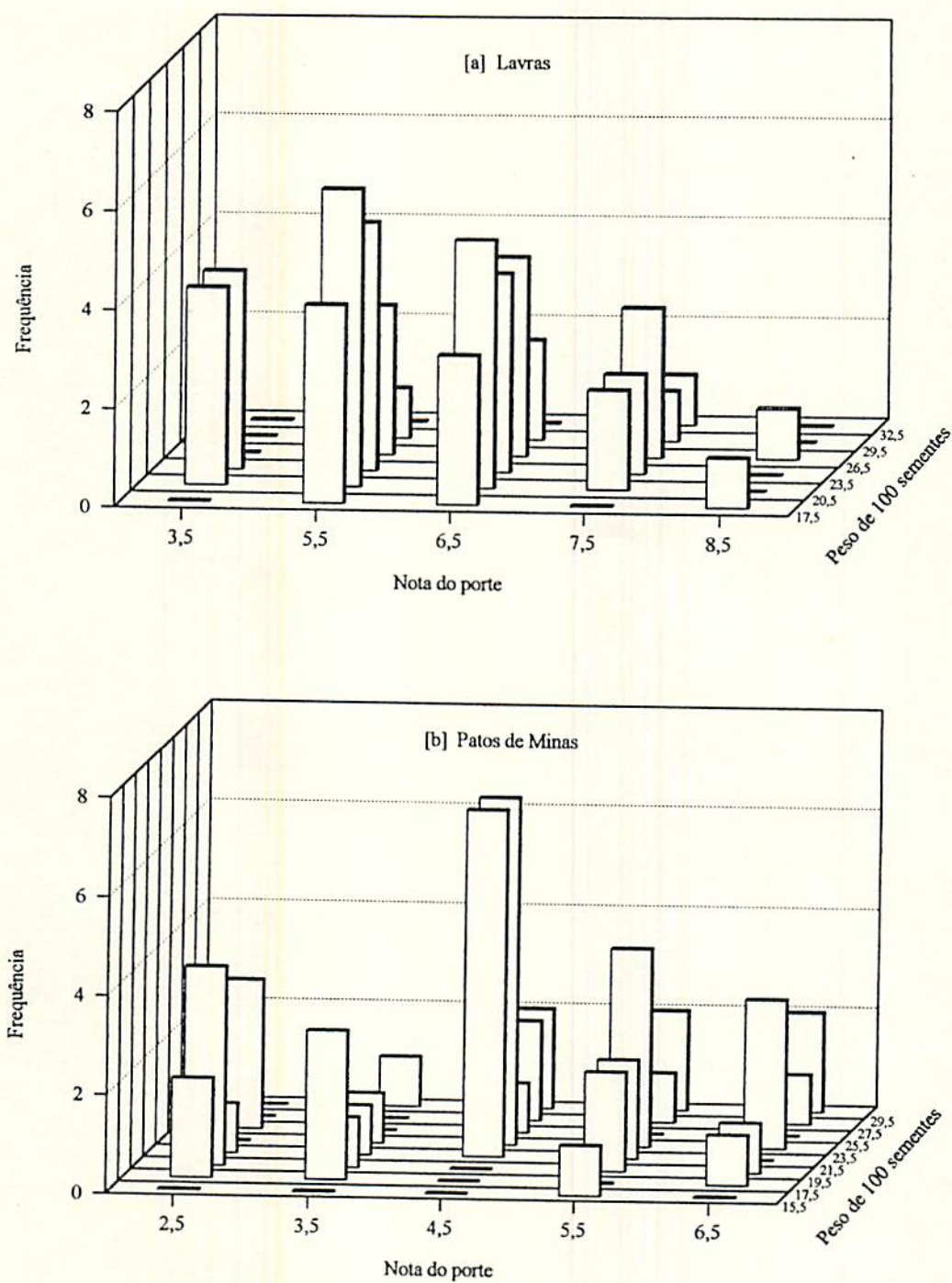


FIGURA 16 - Distribuição de frequência dos caracteres nota do porte e do peso de 100 sementes conjuntamente, para as famílias seleccionadas da geração F_5 , para Lavras [a] e Patos de Minas [b].

4.5 Estimativa dos parâmetros genéticos e fenotípicos

As estimativas dos componentes da variância genética e fenotípica, são apresentadas na Tabela 18. Quando se compara os três tipos de estimativas de herdabilidade entre gerações, constata-se que houve variação acentuada, porém sem uma tendência definida (Tabela 19). O mesmo fato foi observado quanto a variância fenotípica entre famílias, sendo que na geração F_2 , como os dados foram obtidos a nível de indivíduos, a variação fenotípica foi superior. Nota-se que a variância fenotípica para o caráter produção de grãos, aumentou com o avanço das gerações, no entanto, o mesmo não foi constatado para os outros caracteres.

TABELA 18 - Estimativas dos componentes da variância genética e fenotípica e as respectivas covariâncias da nota do porte (NP), peso de 100 sementes (PCS) e produção de grãos (PROD), dos cruzamentos Milionário x Flor de Mayo (MF), EMGOPA 201-Ouro x Manteigão Fosco 11 (EM) e Rio Vermelho x Roxo PV (RR).

Componentes	NP			PCS			PROD		
	MF	EM	RR	MF	EM	RR	MF	EM	RR
$\hat{\sigma}_{F_2}^2$	4,27	7,26	5,55	8,99	26,13	16,22	120,19	97,66	56,26
$\hat{\sigma}_{P_3}^2$	3,39	1,23	1,04	4,96	10,26	8,01	1800,70	1176,89	723,73
$\hat{\sigma}_{F_3}^2$	3,42	1,52	1,62	8,85	13,85	14,65	3220,14	1983,33	1427,06
$\hat{\sigma}_{P_4}^2$	1,33	0,49	0,20	2,16	3,25	5,70	3683,21	3660,78	2852,34
$\hat{\sigma}_{F_4}^2$	2,04	0,77	0,46	4,11	5,11	6,66	6650,00	5559,79	5668,12
$C\hat{O}V_{G(2,3)}$	0,48	0,26	0,27	0,32	0,51	0,69	0,18	0,39	0,34
$C\hat{O}V_{G(2,4)}$	0,14	0,37	0,14	0,25	0,41	0,68	0,00	0,20	0,16
$C\hat{O}V_{G(3,4)}$	0,41	0,26	0,27	0,28	0,51	0,69	0,05	0,37	0,23

onde:

$\hat{\sigma}_{F_i}^2$: variância fenotípica das plantas ou famílias da geração F_i .

$\hat{\sigma}_{P_i}^2$: variância genética entre as famílias da geração F_i .

$C\hat{O}V_{G(x,y)}$: covariância genética entre as plantas e/ou famílias nas gerações F_i e F_j .

TABELA 19 - Estimativas das herdabilidades por três métodos diferentes da nota do porte (NP), peso de 100 sementes (PCS) e produção de grãos (PROD), do cruzamento Milionário x Flor de Mayo.

Métodos		NP	PCS	PROD
Componentes da variância	$h_3^{2\text{I/}}$	0,99	0,56	0,56
	h_4^2	0,65	0,52	0,55
Regressão	$h_{(2,3)}^2$	0,31	0,21	0,12
	$h_{(2,4)}^2$	0,10	0,17	0,00
	$h_{(3,4)}^2$	0,23	0,15	0,03
Herdabilidade realizada	$h_{r(2,3)}^2$	0,56	0,38	0,11
	$h_{r(2,4)}^2$	0,11	0,21	0,02
	$h_{r(3,4)}^2$	0,29	0,19	0,11

I/ O índice indica a(s) geração(ões) envolvidas.

A covariância entre o desempenho dos indivíduos ou famílias nas sucessivas gerações, estima a variância genética que foi transmitida entre gerações. Verifica-se que valores foram de modo geral menores que os da variância genética. Deve ser destacado que essa comparação deve ser feita com ressalva, devido ao fato que as covariâncias foram obtidas a partir de dados padronizados.

A partir destas estimativas foram obtidas as herdabilidades através de três métodos distintos: utilizando os componentes da variância, através do uso de regressão e a herdabilidade realizada (Tabelas 19, 20 e 21). Observa-se que as herdabilidades no sentido amplo, estimados pelos componentes da variância, apresentaram de um modo geral a mesma tendência em todos os cruzamentos, isto é, ela foi maior para o caso da nota do porte e peso de 100 sementes. Verifica-se também em todos os cruzamentos, que as estimativas da h^2 pelos componentes da variância, apresentaram valores superiores as outras. Apesar dos menores valores das estimativas da

herdabilidade realizada e utilizando regressão, de um modo geral o caráter peso de 100 sementes destacou-se dos demais.

TABELA 20 - Estimativas das herdabilidades por três métodos diferentes da nota do porte (NP), peso de 100 sementes (PCS) e produção de grãos (PROD), do cruzamento EMGOPA 201-Ouro × Manteigão Fosco 11.

Métodos		NP	PCS	PROD
Componentes da variância	$h_3^{2\ 1/}$	0,81	0,74	0,59
	h_4^2	0,63	0,64	0,66
Regressão	$h_{(2,3)}^2$	0,17	0,34	0,26
	$h_{(2,4)}^2$	0,25	0,27	0,13
	$h_{(3,4)}^2$	0,15	0,29	0,21
Herdabilidade realizada	$h_{r(2,3)}^2$	0,16	0,54	0,10
	$h_{r(2,4)}^2$	0,06	0,35	0,01
	$h_{r(3,4)}^2$	0,06	0,35	0,33

^{1/} O índice indica a(s) geração(ões) envolvidas.

TABELA 21 - Estimativas das herdabilidades por três métodos diferentes da nota do porte (NP), peso de 100 sementes (PCS) e produção de grãos (PROD), do cruzamento Rio Vermelho × Roxo PV.

Métodos		NP	PCS	PROD
Componentes da variância	$h_3^{2\ 1/}$	0,65	0,55	0,51
	h_4^2	0,43	0,86	0,50
Regressão	$h_{(2,3)}^2$	0,18	0,46	0,23
	$h_{(2,4)}^2$	0,09	0,45	0,11
	$h_{(3,4)}^2$	0,16	0,39	0,13
Herdabilidade realizada	$h_{r(2,3)}^2$	0,24	0,64	0,25
	$h_{r(2,4)}^2$	0,06	0,60	0,14
	$h_{r(3,4)}^2$	0,03	0,62	0,08

^{1/} O índice indica a(s) geração(ões) envolvidas.

Os resultados das estimativas da geração F_5 não podem ser comparados com os das demais gerações, pois as estimativas envolvem todos os três cruzamentos ao mesmo tempo. Além disso foi efetuada seleção divergente entre as famílias para o peso dos grãos. A estimativa de h^2 , para os três caracteres nessa geração, podem ser consideradas de magnitude semelhante e foram elevadas (Tabela 22).

TABELA 22 - Estimativas dos componentes de variância genética e fenotípica e da herdabilidade no sentido amplo, para a nota do porte (NP), peso de 100 sementes (PCS) e produção de grãos (PROD), para a geração F_5 em Lavras e Patos de Minas.

Parâmetros	Lavras			Patos de Minas		
	NP	PCS	PROD	NP	PCS	PROD
$\hat{\sigma}_{F_5}^2$	1,00	13,59	6977,76	1,58	14,52	9676,62
$\hat{\sigma}_{p_5}^2$	0,80	11,95	5088,32	1,37	12,45	6413,37
h_5^2	0,80	0,88	0,73	0,87	0,86	0,66

Os resumos das análises de variância e de covariância, visando obter as estimativas das correlações para as gerações F_3 , F_4 e F_5 , são apresentadas nas Tabelas 5A, 6A e 7A, respectivamente. Já as estimativas dos coeficientes de correlação encontram-se na Tabelas 23, 24 e 25. Na geração F_2 , só foi possível estimar o coeficiente de correlação fenotípica. Constata-se que nesse caso, os valores foram pequenos, sendo contudo significativo para nota do porte e peso de 100 sementes, apenas no cruzamento Rio Vermelho x Roxo PV. As correlações fenotípicas em F_2 envolvendo a produção de grãos, foram quase todas significativas. Comparando as estimativas das correlações fenotípicas entre a nota do porte e o peso de 100 sementes nas gerações F_3 e F_4 , verifica-se nos três cruzamentos, que elas não foram concordantes em magnitude e em duas situações até em sinal. Entretanto deve ser salientado, que ela foi

significativa apenas no cruzamento EMGOPA 201-Ouro x Manteigão Fosco 11, enquanto que nas demais situações o valor não foi diferente de zero. Nota-se que as correlações fenotípicas foram significativas para peso de 100 sementes e produção de grãos em quase todas as gerações e de mesmo sinal.

Quando as correlações foram estimadas envolvendo as gerações F_3 e F_4 , foi possível estimar além da correlação fenotípica, também a genética e ambiental. As correlações genéticas para a nota do porte e peso de 100 sementes na geração F_3 , apresentaram valores diferentes, sendo mais elevados nos cruzamentos EMGOPA 201-Ouro x Manteigão Fosco 11 e Rio Vermelho x Roxo PV. Já na geração F_4 , todas elas foram de baixa magnitude. De maneira geral, os sinais da r_G foram semelhantes ao da r_F para os três pares de caracteres, em todas as gerações dos três cruzamentos.

As correlações ambientais apresentaram em relação as correlações genéticas, além das diferenças de magnitude, sinais contrários, como foi o caso em algumas gerações envolvendo a nota do porte e peso de 100 sementes, bem como, nota do porte e produção de grãos.

A Tabela 26, apresenta as estimativas das correlações da geração F_5 em Lavras e Patos de Minas. No geral, houve boa concordância na direção das correlações fenotípicas, genotípicas e de ambiente para todos os pares de caracteres. Com relação as magnitudes, observou-se que em todos os casos elas foram pequenas, sendo que o maior valor foi - 0,45, para correlação genética entre nota do porte e produção de grãos. Inclusive as correlações fenotípicas só foram significativas para a nota do porte e produção de grãos ($r_F = - 0,35$) em Lavras e para nota do porte e peso de 100 sementes ($r_F = 0,32$) em Patos de Minas.

TABELA 23 - Coeficientes de correlação fenotípica (r_F), genética (r_G) e de ambiente (r_E), entre os três caracteres estudados, nas gerações F_2 , F_3 e F_4 do cruzamento Milionário x Flor de Mayo.

Caracteres	Gerações			Correlações
	r_F	r_G	r_E	
Nota do porte e peso 100 sementes	F_2	0,14	-	-
	F_3	0,09	0,09	0,15
	F_4	-0,12	-0,33	0,10
Nota do porte e produção	F_2	0,24*	-	-
	F_3	0,20*	0,28	-0,04
	F_4	0,20*	0,00	0,47
Peso 100 sementes e produção	F_2	0,45**	-	-
	F_3	0,24**	0,01	0,54
	F_4	0,26**	0,45	0,09

* e ** Teste de t significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

TABELA 24 - Coeficientes de correlação fenotípica (r_F), genética (r_G) e de ambiente (r_E), entre os três caracteres estudados, nas gerações F_2 , F_3 e F_4 do cruzamento EMGOPA 201-Ouro x Mantieigã Fosco 11.

Caracteres	Gerações			Correlações
	r_F	r_G	r_E	
Nota do porte e peso 100 sementes	F_2	0,13	-	-
	F_3	0,37**	0,66	-0,64
	F_4	0,08	0,00	0,30
Nota do porte e produção	F_2	0,30**	-	-
	F_3	0,18	0,10	0,41
	F_4	-0,04	-0,24	0,31
Peso 100 sementes e produção	F_2	0,37**	-	-
	F_3	0,07	0,14	-0,06
	F_4	0,21**	0,17	0,29

* e ** Teste de t significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

TABELA 25 - Coeficientes de correlação fenotípica (r_F), genética (r_G) e de ambiente (r_E), entre os três caracteres estudados, nas gerações F_2 , F_3 e F_4 do cruzamento Rio Vermelho \times Roxo PV.

Caracteres	Gerações	Correlações		
		r_F	r_G	r_E
Nota do porte e peso 100 sementes	F_2	0,31*	-	-
	F_3	0,03	0,48	-0,63
	F_4	-0,08	-0,07	-0,13
Nota do porte e produção	F_2	0,30**	-	-
	F_3	0,03	0,00	0,22
	F_4	-0,02	-0,38	0,30
Peso 100 sementes e produção	F_2	0,37**	-	-
	F_3	0,36**	0,59	0,11
	F_4	0,34**	0,42	0,24

* e ** Teste de t significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

TABELA 26 - Coeficientes de correlação fenotípica (r_F), genética (r_G) e de ambiente (r_E), entre os três caracteres estudados, na geração F_5 , em Lavras (L) e Patos de Minas (P).

Caracteres	Correlações					
	r_F		r_G		r_E	
	L	P	L	P	L	P
Nota do porte e peso de 100 sementes	0,21	0,32*	0,21	0,35	0,26	0,18
Nota do porte e produção	-0,35**	-0,02	-0,45	-0,07	0,01	0,12
Peso de 100 sementes e produção	-0,23	0,03	-0,30	0,00	0,12	0,22

* e ** Teste de t significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

5 DISCUSSÃO

A principal dificuldade nesse trabalho foi de caracterizar a planta com relação ao seu porte, por algumas razões. A primeira delas é que nem sempre o indivíduo que deveria ser nitidamente incluído na categoria de crescimento tipo II, isto é, com hábito indeterminado e internódios curtos, apresenta porte aceitável sob o ponto de vista agrônomo, que necessariamente implica em ser uma planta ereta para facilitar os tratos culturais. Para atenuar esse problema a avaliação do porte foi efetuada através de uma escala de notas (Tabela 3), sendo avaliado por quatro pesquisadores com experiência na cultura, isoladamente. Os dados médios desses avaliadores é que foram analisados.

A segunda dificuldade é que esse caráter é muito influenciado por alguns fatores ambientais, especialmente temperatura e umidade (Singh, 1992). Este fato é facilmente constatado quando se compara as médias das notas dos indivíduos da geração F_2 e das famílias F_3 e F_4 (Tabela 8A). A geração F_4 por exemplo, foi conduzida na denominada “época das águas”, sendo que nesse período a temperatura, precipitação pluviométrica e umidade relativa do ar, foram mais elevadas que nos demais períodos (Figura 1A). Em presença de umidade e calor, a planta de feijão desenvolve mais vegetativamente (Singh, 1982). Esse fato contribuiu para que nesta geração as médias de porte fossem maior que nas demais (Tabela 8A). Nessa condição mesmo uma planta de crescimento tipo II, mostra uma tendência de apresentar guias longas,

bem como, de ser prostrada. É preciso salientar que apesar desta dificuldade, a avaliação nesta época é importante, pois o material que apresentou bom porte sob estas condições, deverá manter essa característica em qualquer situação. Além disso, a planta ereta é desejável principalmente neste período, porque ela mantém as vagens afastadas do solo, reduzindo perdas na colheita, que é muito frequente nessa época, porque há grande probabilidade da colheita, coincidir com períodos de chuvas intermitentes.

Entre os cruzamentos realizados, em dois deles os pais eram bastantes contrastantes com relação ao porte, sendo eles: Milionário x Flor de Mayo e Rio Vermelho x Roxo PV. As cultivares Milionário e Rio Vermelho apresentam porte bem ereto e padrão que se deseja, sob o ponto de vista agrônômico. Já a 'Flor de Mayo' e 'Roxo PV', não são eretas e com crescimento bem agressivo. Esse fato foi comprovado em quase todas as avaliações (Figuras 6, 10 e 12).

No caso do cruzamento EMGOPA 201-Ouro x Manteigão Fosco 11, a diferença do porte não é tão evidente. A 'EMGOPA 201-Ouro' é de hábito indeterminado tipo II. Já a 'Manteigão Fosco 11' é determinada tipo I. Dependendo das condições, ambas apresentam porte ereto e por essa razão a nota do porte atribuída a essas cultivares, não foi diferente (Tabelas 10 e 13).

O hábito indeterminado ou determinado é controlado por um gene, sendo o alelo dominante responsável pelo crescimento indeterminado (Vieira, 1967; Smartt, 1970; Bliss, 1971; Coyne e Steadman, 1977; Freire Filho, 1980 e Ram e Prasad, 1985). Contudo, na geração F_2 do cruzamento entre uma planta indeterminada tipo II, com outra determinada, observa-se uma enorme variação para outros caracteres associados ao porte, indicando que esses caracteres devem ser controlados por vários genes. Foi por esta razão que a população do cruzamento

EMGOPA 201-Ouro x Manteigão Fosco 11 foi incluída e a segregação observada nas gerações comprovam esse fato (Figuras 3, 7 e 11).

Não foram encontrados na literatura relatos sobre o tipo de controle genético do porte da planta, embora haja informações sobre alguns de seus componentes (Santos e Vencovsky, 1986). A comparação entre a média dos pais e das famílias variou entre as gerações, sendo que foi significativa na geração F_3 para todos os cruzamentos e na geração F_4 apenas no cruzamento EMGOPA 201-Ouro x Manteigão Fosco 11 (Tabelas 9 a 14). A significância desse contraste, pressupõe a presença de dominância no controle do caráter (Ramalho, Santos e Pinto, 1990). A modificação da ação gênica em função do ambiente tem sido relatada em alguns casos (Hamblin e Evans, 1976 e Hamblin e Norton, 1977). Segundo estes autores a dominância se expressa com maior intensidade com a diminuição da competição entre plantas. Contudo é preciso enfatizar que o excessivo desenvolvimento da geração F_4 , como já salientado, dificultou a avaliação do porte, impossibilitando uma inferência mais precisa sobre o tipo de ação gênica no controle desse caráter nesta geração.

O outro caráter de interesse neste trabalho foi o tamanho dos grãos. Na literatura há relatos que esse caráter é controlado por poucos genes (Motto, Soressi e Salamini, 1978; Reis, Ramalho e Pinto, 1981 e Peternelli, 1992) e normalmente apresenta herdabilidade alta (Tabela 1). Apesar disso, como ocorreu com o porte, o tamanho da semente foi muito influenciado pela época da avaliação. Na geração F_4 , por exemplo, quando o desenvolvimento vegetativo foi maior, o peso das sementes foi menor (Tabela 8A). Segundo Adams (1973), a formação de sucessivos meristemas vegetativos terminais, que conduzem a um expressivo desenvolvimento das plantas, produzem drenos que desviam continuamente o produto fotossintetizado dos tecidos reprodutivos, aos vegetativos, em detrimento do crescimento dos grãos. Inclusive genitores que

havia sido contrastantes em outras gerações, apresentaram o mesmo peso médio de 100 sementes nesta geração, como foi o caso do cruzamento Milionário x Flor de Mayo (Tabelas 9 e 12). Os genitores envolvidos nos cruzamentos diferiram quanto ao tamanho dos grãos, exceto 'Milionário' e 'Flor de Mayo', na geração F_4 (Tabelas 12, 13 e 14).

É comumente citado na literatura que o peso das sementes é um caráter cuja ação gênica predominante é aditiva (Dickson, 1967; Moto, Soressi e Salamini, 1978; Reis, Ramalho e Pinto, 1981; Santos, 1984; Mesquita, 1989 e Souza, 1993). Contudo há relatos da participação expressiva de dominância em certos casos (Chung e Stevenson, 1973 e Sarafi, 1978). A comparação entre a média dos pais e das famílias nas gerações F_3 e F_4 , foi significativa em todos os cruzamentos, com exceção do Milionário x Flor de Mayo (Tabelas 9 a 14). Essa diferença significativa entre as médias dos pais e a dos seus descendentes, pressupõe a existência de alguma dominância (Ramalho, Santos e Pinto, 1990).

Foram obtidas estimativas da herdabilidade (h^2) para as notas do porte, peso de 100 sementes e produtividade de grãos por três procedimentos. O primeiro deles foi através dos componentes da variância. Nesse caso, foi estimada a h^2 no sentido amplo, haja vista, que não foi possível isolar apenas a variância aditiva. No segundo, utilizou-se a regressão pai e filho, fazendo o ajuste da endogamia segundo Smith e Kinman (1965). Já o terceiro, foi a herdabilidade realizada com a seleção.

Comparando-se os três tipos de estimativas de herdabilidade, observa-se que houve variação acentuada quanto a magnitude, porém conservando de um modo geral a mesma tendência (Tabelas 19, 20 e 21). As estimativas das herdabilidades a partir dos componentes de variância, foram sempre maiores do que as obtidas pelos outros métodos. O mesmo fato foi constatado por Gonçalves (1995), também trabalhando com o feijoeiro em condições

semelhantes, porém com outras populações. Ele sugeriu três hipóteses para explicar essa diferença: i) A participação da variância de dominância (σ_D^2) no numerador da expressão de h^2 . Como já foi mencionado a h^2 estimada é no sentido amplo e portanto inclui a σ_D^2 . Na F_3 , por exemplo, o numerador da estimativa da herdabilidade contém além da σ_A^2 , $1/4$ de σ_D^2 e na F_4 , $1/16$ de σ_D^2 . Como se observa, este efeito de σ_D^2 reduz com as gerações e a partir da F_4 é pouco expressivo. Do exposto a estimativa de h^2 utilizando a variância, está superestimada e deve ser tomada com essas ressalvas. No caso da h^2 pela regressão pai-filho, ela desconsidera a ocorrência de dominância, o que também pode contribuir para superestimar a herdabilidade. Contudo, observa-se que ela foi semelhante a h^2 realizada, que reflete realmente o que o melhorista conseguiu com a seleção; ii) O erro associado a estimativa, pois geralmente os componentes de variância apresentam erros elevados (Vello e Vencovsky, 1974); iii) Finalmente a interação famílias x gerações pode afetar o valor da h^2 , uma vez que ela está superestimando a variância genética em cada geração, o que não ocorre com a mesma intensidade nas demais estimativas de h^2 .

Desta forma, as discussões a respeito de h^2 se restringirão a herdabilidade realizada. Como se constatou, de um modo geral, a h^2 foi maior para o peso de 100 sementes, sendo mais elevada no cruzamento Rio Vermelho x Roxo PV. Considerando que a precisão experimental foi semelhante para os três cruzamentos nas gerações F_3 e F_4 , pode-se inferir que a população segregante do Rio Vermelho x Roxo PV, liberou maior variabilidade genética.

Deve ser ressaltado que as estimativas de h^2 para o peso de 100 sementes, foi de um modo geral, inferior a relatada na literatura (Tabela 1). É importante salientar, que a maioria

delas foram obtidas através de componentes de variância, e pelas razões já apresentadas, são superestimadas.

No caso do porte, nota-se que a estimativa de h^2 envolvendo a geração F_4 , foram sempre de pequena magnitude. Esse fato reforça a observação anterior que o caráter em apreço é muito influenciado pela temperatura e umidade. Esses foram os dois principais fatores ambientais que diferiram de uma geração para outra. Novamente é possível inferir que a seleção deve ser efetuada sob condições de alta umidade e temperatura, pois a planta com bom porte nessa condição, provavelmente apresentará o fenótipo superior para esse caráter, em qualquer situação. Contudo, a condição para a seleção é mais difícil. Seria aconselhável quando for realizar a seleção nessa época, utilizar parcela experimental contendo pelo menos três linhas de semeadura, para evitar o efeito dos tratamentos vizinhos.

As estimativas de h^2 realizada para produtividade de grãos foram baixas. Esses resultados possibilitam deduzir que a seleção precoce deve ser pouco eficiente para este caráter. Resultados concordantes com esses, são relatados para várias culturas (Briggs e Shebeski, 1973 e Whan, Rathjen e Knight, 1981). Trabalhando com a cultura do feijão, Gonçalves (1995) aventou o mesmo fato. Sendo assim a utilização do método do bulk dentro de famílias derivadas de plantas F_2 é uma boa opção. Para isso, é necessário que já a partir da geração F_3 , as famílias sejam avaliadas em experimentos com repetição. Esse procedimento deve ser repetido até a geração F_5 ou F_6 , eliminando em cada geração, apenas aquelas famílias com desempenho notadamente inferior. Posteriormente com as informações das avaliações das três gerações, é efetuada a seleção considerando a média das famílias. No caso do porte, pelas razões já apontadas, maior atenção deverá ser dada na avaliação realizada na denominada “época das águas”.

O objetivo principal desse trabalho foi de verificar a possibilidade de se obter plantas de porte ereto e grãos com tamanho médio ou grande. As estimativas da correlação fenotípica entre esses dois caracteres nos três cruzamentos e nas várias gerações, de forma geral, não diferiram de zero e quando significativas foram de pequena magnitude. O mesmo fato foi constatado para as correlações genéticas, exceto na geração F_3 do cruzamento EMGOPA 201-Ouro x Manteigão Fosco 11, em que a r_G foi superior a 0,60. Ressalta-se que nessa condição, a correlação ambiental foi negativa, contribuindo para que a correlação fenotípica, embora significativa, fosse menor.

Por essas estimativas da correlação, é possível deduzir que não houve associação entre esses dois caracteres. Resultados coincidentes com estes, foram relatados por Kornegay, White e Cruz (1992); Malburg e Kelly (1992) e Brothers e Kelly (1993). Caracteriza-se assim, ser possível identificar plantas de porte ereto e peso de 100 sementes superior a 25 g. Contudo, os resultados das famílias envolvendo esses dois caracteres mostra que a frequência de plantas com o fenótipo desejado para esses dois caracteres foi baixa e inclusive na geração F_4 , não foi identificada nenhuma família (Tabela 15).

Há algumas hipóteses para explicar essa baixa frequência de plantas e/ou famílias com o fenótipo desejável para os dois caracteres, apesar da ausência de associação entre elas. A primeira é que uma estimativa de correlação baixa não necessariamente indica ausência de associação (Cruz e Regazzi, 1994). Quando são envolvidas inúmeras famílias, como foi o caso desse trabalho, a estimativa da correlação pode ser mais influenciada pelos indivíduos na posição mediana e não refletir o que ocorre nos extremos, não possibilitando assim verificar a ocorrência de associação. Para testar essa hipótese, na avaliação realizada na geração F_5 , foram consideradas apenas as famílias que manifestaram valores extremos para o peso dos grãos. Nessa condição, era

esperado que se porventura existisse associação entre os caracteres, a estimativa da correlação seria maior, sobretudo porque a variabilidade era maior. Os resultados obtidos, entretanto, reforçaram a não existência de associação entre os caracteres porte e peso de 100 sementes, pois mesmo nesta condição, as estimativas de correlação tanto fenotípica como genética foram baixas (Tabela 26).

A segunda hipótese é que cada um desses caracteres podem ser controlados por alguns genes. Quando se considera os dois caracteres ao mesmo tempo, a frequência de indivíduos com os dois fenótipos é inferior ao de cada um deles isoladamente devido ser a ocorrência um produto de probabilidades de cada um deles separadamente. Tal hipótese até certo ponto é comprovada quando se compara a frequência de plantas com os dois fenótipos desejados entre os três cruzamentos. A maior frequência foi constatada no cruzamento EMGOPA 201-Ouro x Manteigão Fosco 11, onde coincidentemente foi avaliado o maior número de famílias (Tabela 15). Novamente a não ocorrência de nenhuma família do tipo desejado em F_4 , reforça a observação de que o porte é um caráter muito influenciado por alguns fatores ambientais, limitando ainda mais a seleção de plantas com o porte e tamanho de grãos desejados.

Uma outra hipótese é que como as populações segregantes foram conduzidas pelo método bulk dentro de famílias derivadas de F_2 , ocorre variação dentro das famílias, com isso, plantas com as duas características desejadas poderiam estar contidas numa família e não serem visualizadas, porque as notas do porte foram dadas com uma visão geral da parcela. Como há variação dentro das famílias, é esperado que naquelas com melhor porte e tamanho de grãos, possam ser identificados indivíduos que atendam os objetivos do melhorista.

Finalmente deve ser comentado que há correlação positiva entre o tamanho dos grãos e das folhas (Duarte e Adams, 1972). Assim se uma planta é do tipo II e possui folhas

pequenas, devido ao seu menor peso, tendem a permanecer mais eretas do que se possuísem folhas grandes. Durante a avaliação do porte, que é visual, a tendência é identificar uma maior proporção de plantas com folhas pequenas que irão produzir grãos pequenos.

CONCLUSÕES

Ocorreu variabilidade genética para todos os caracteres nos três cruzamentos realizados, como foi constatado pelas estimativas dos parâmetros genéticos, o que permite antever sucesso com a seleção;

Não foi verificada a existência de correlação entre a nota do porte e a produção de grãos, porém foi constatada uma tendência de associação positiva entre o peso de 100 sementes e a produção de grãos;

De um modo geral, não foi observada associação entre a nota do porte e o peso de sementes, indicando ser possível selecionar plantas eretas com qualquer tamanho de sementes. Contudo, a frequência de famílias com porte ereto (nota inferior a 3) e peso de 100 sementes acima de 25 gramas, foi muito pequena;

Foi constatado que a frequência de ocorrência de plantas mais eretas, é influenciada pelas condições de temperatura e umidade. No melhoramento para esse caráter, ênfase deve ser dada na seleção realizada sob condições de alta temperatura e umidade, que ocorre na safra "das águas". Isto porque as plantas que forem eretas nessa época, deverão manter esse fenótipo nas demais condições de cultivo do feijoeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, A. de F.B. **Avaliação de progênies de feijoeiro do cruzamento "Carioca 80" x "Rio Tibagi" em diferentes densidades de plantio.** Lavras: ESAL, 1989. 63 p. (Dissertação - Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas).
- ACQUAAH, G.; ADAMS, M.W.; KELLY, J.D. Identification of effective indication of erect plant architecture in dry bean ideotype. **Crop Science, Madison**, v. 31, p. 261-264, 1991.
- ADAMS, M.W. Plant architecture and physiological efficiency in the field bean. In: **Potentials of field beans and other legumes in Latin America.** Cali: CIAT, 1973. p.266-278.
- ADAMS, M.W. Plant architecture and yield breeding. **Iowa State Journal of Research, Ames**, v.56, n.3, p.225-254, 1982.
- AGGARWAL, V.D.; SINGH, T.P. Genetic variability and interrelation in agronomic traits in kidney-bean (*Phaseolus vulgaris* L.) **Indian Journal Agricultural Science, New Delhi**, v.43, n.9, p. 845-848, 1973.
- ANDERSON, F.N.; STEADMAN, J.R.; COYNE, D.P.; SCHWARTZ, H.F. Tolerance to white mold in *Phaseolus vulgaris* L. dry edible bean types. **Plant Disease Report, Washington**, v. 58, p. 782-784, 1974.
- BEARZOTI, E. **Comparação entre métodos estatísticos na avaliação de clones de batata em um programa de melhoramento.** Lavras: ESAL, 1994. 128p. (Dissertação - Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas).
- BLAD, B.L.; STEADMAN, J.R.; WEISS, A. Canopy structure and irrigation influence white mold disease and microclimate of dry edible beans. **Phytopathology, St. Paul**, v. 68, p. 1431-1437, 1978.
- BLISS, F.A. Inheritance of growth habit and time of flowering in beans (*Phaseolus vulgaris* L.). **Journal American Society Horticultural Science, Mount**, v.96, n.6, p. 715-717, 1971.
- BRIGGS, K.G.; SHEBESKI, L.H. Visual selection for yielding ability of F₃ lines in a Hard Red Spring Wheat breeding program. **Crop Science, Madison**, v.10, p.400-402, 1970.

- BROTHERS, M.E.; KELLY, J.D. Interrelationship of plant architecture and yield components in the pinto bean ideotype. **Crop Science**, Madison, v. 33, p. 1234-1238, 1993.
- CHUNG, J.H.; STEVENSON, E. Diallel analyses of the genetic variation in some quantitative characters in dry beans. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, Wellington, v.16, p.223-231, 1973.
- CAMACHO, L.H.; CARDONA, C.; OROZCO, S.H. Variaciones genéticas y heredabilidad en caracteres cuantitativos del frijol. In: Congreso Nacional de Ingenieros agrónomos, 3, Manizales, Colombia, 1965. **Memórias...** Manizales: Ministério da Agricultura, p. 86-87, 1965.
- CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. **Bean program 1978 annual report**. Cali, 1979.
- CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. **Bean program 1979 annual report**. Cali, 1980.
- CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. **Sistemas de producción de frijol**. Cali, 1975. 64p.
- COSTA, J.G.C. da; ZIMMERMANN, M.J. de O. Melhoramento genético. In: ZIMMERMAN, M.J. de O. et al. **Cultura do feijoeiro: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: POTAFÓS, 1988. p. 229-245.
- COYNE, D.P. Correlation, heritability and selection of yield components in field beans, *Phaseolus vulgaris*. **Proceedings of the American Society Horticultural Science**, Mount, v. 93, n.5, p. 388-396, 1968.
- COYNE, D.P. Modification of plant architecture and crop yield by breeding. **Hortscience**, Alexandria, v. 15, n.3, p. 244-247, 1980.
- COYNE, D.P.; STEADMAN, J.R. Inheritance and association of some traits in a *Phaseolus vulgaris* L. cross. **The Journal of Heredity**, Baltimore, v.68, p.60-62, 1977.
- COYNE, D.P.; STEADMAN, J.R.; SCWARTZ, H.F. Reaction of *Phaseolus* dry bean germoplasm to *Sclerotinia sclerotiorum*. **Plant Disease Report**, Washington, v. 61, p. 226-230, 1977.
- CROTHERS, S.E.; WESTERMANN, D.T. Plant population effects on the seed yield of *Phaseolus vulgaris* L. **Agronomy Journal**, Madison, v. 68, p. 958-960, 1976.
- CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa : UFV, Imprensa Universitária, 1994. 390 p.

- DAVIS, D.W.; FRAZIER, W.A. The incidence of three abnormalites in F₂ progeny of crosses between true bushes and Blue Lake derived bush snap beans. **Annual Report Bean Improvement Cooperative**, Cali, v. 7, p. 14-16, 1964.
- DAVIS, D.W.; FRAZIER, W.A. Inheritance of some growth habit components in certain types of bush lines of *Phaseolus vulgaris* L. **Proceedings of the American Society Horticultural Science**, Mount, v. 88, p. 384-392, 1966.
- DEBOUCK, D.G.; TOHME, J. Implications for bean breeders of studies on the origin of common beans, *Phaseolus vulgaris* L. In: CURRENT TOPICS IN BREEDING OF COMMON BEAN. Cali: CIAT, 1989. p.3-47. (CIAT Working Document, 47).
- DICKSON, M.H. Diallel analyses of seven economic characters in snap beans. **Crop Science**, Madison, v.7, n.2, p.121-124, 1967.
- DUARTE, R.A.; ADAMS, M.W. A path coefficient analysis of some field component interrelations in field beans (*Phaseolus vulgaris* L.). **Crop Science**, Madison, v. 12, p. 579-582, 1972.
- EVANS, A.M. Beans. In: SIMMONDS, N.W. **Evolution of crop plants**. Edinburgh, 1974. cap. 48, p.168-172.
- FALCONER, D.S. Características correlacionadas. In: _____. **Introdução à genética quantitativa**. Viçosa: UFV, 1987. p.237-249.
- FEHR, W.R. Heritability. In: _____. **Principles of cultivar development: theory and technique**. New York, 1987. v.1, cap.7. 279p.
- FERNANDES, M.I.P.S. **Efeito da variação de estande nos experimentos com a cultura do feijoeiro**. Lavras: ESAL, 1987. 73p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia)
- FERNANDES, M.I.P.S.; RAMALHO, M.A.P.; LIMA, P.C. Comparação de métodos de correção de estande de feijão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.24, n.8, p. 997-1002, 1989.
- FULLER, P.; COYNE, D.P.; STEADMAN, J.R. The influence of inter and intra-row competition on selection for avoidance of white mold disease in edible dry beans. **HortScience**, Alexandria, v.17, n.3, p.77. 1982. (Abstract).
- FREIRE FILHO, F.R. **Herança do número de dias para a floração e do hábito de crescimento em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.)**. Viçosa: UFV, 1980. 38p. (Dissertação - Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas).
- GENTRY, H.S. Origin of the common bean, *Phaseolus vulgaris* L. **Economic Botany**, New York, v.23, p.55-69, 1969.

- GEPTS, P.; BLISS, F.A. F₁ hybrid weakness in the common bean: differential geographic origin suggest two gene pools in cultivated bean germoplasm. **Journal of Heredity**, Baltimore, v. 76, p. 447-450, 1985.
- GEPTS, P.; DEBOUCK, D. Origin, domestication, and evolution of the common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). In: SCHOONHOVEN, A. van; VOYSEST, O. . **Common Beans: research for crop improvement**. Cali: CIAT, 1991. cap. 1, p.07-53.
- GEPTS, P.; KMIĘCIK, K.; PEREIRA, P.; BLISS, F.A. Dissemination pathways of common bean (*Phaseolus vulgaris* Fabaceae). Deduced from phaseolin electrophoretic variability. I - The Americas. **Economic Botany**, New York, v. 42, n. 1, p. 73-85, 1988.
- GEPTS, P.; OSBORN, T.C.; RASAKA, K.; BLISS, F.A. Phaseolin protein variability in wild forms and landraces of the common bean (*Phaseolus vulgaris* L.); evidence for multiple centers of domestication. **Economic Botany**, New York, v. 40, p. 451-468, 1986.
- GERALDI, I.O. **Estimação de parâmetros genéticos de caracteres do pendão em milho (*Zea mays* L.) e perspectivas de melhoramento**. Piracicaba: ESALQ, 1977. 103p. (Dissertação - Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas).
- GONÇALVES, P.R.. **Obtenção de linhagens de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) com grão tipo carioca e resistentes a antracnose e mancha angular**. Lavras: UFLA. 1995. 85p. (Dissertação - Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas).
- HAMBLIN, J.; EVANS, A.M. The estimation of cross yield using early generation and parental yields in dry beans (*Phaseolus vulgaris* L.). **Euphytica**, Wageningen, v.25, n.2, p.515-520, 1976.
- HAMBLIN, J.; NORTON, J.R. Genetic interpretations of the effects of bulk breeding on four populations of beans (*Phaseolus vulgaris* L.). **Euphytica**, Wageningen, v. 26, n.1, p.75-83, 1977.
- HARLAN, J.R. Agricultural origins: centers and noncenters. **Science**, Washington, n.174, p.468-474, 1971.
- HARLAN, J.R. Geographic patterns of variation in some cultivated plants. **Journal of Heredity**, New York, n.66, p.184-191, 1975.
- HIDALGO, R. CIAT's world *Phaseolus* collection. In: SCHOONHOVEN, A. van; VOYSEST, O. **Common beans: research for crop improvement**. Cali: CIAT, 1991. cap. 4, p. 163-167.
- HIDALGO, R.; RUBIANO, H.; TORO, O. **Catálogo de germoplasma de frijol comun *Phaseolus vulgaris* L.** Cali: CIAT, 450 p. 1992.

- HSU, F.C. A developmental analysis of seed size in common bean. **Crop Science**, Madison, v. 19, n. 2, p. 226-230, 1979.
- ISASI, E.M.; GARCIA, I.B. Influencia de la distancia entre plantas en el rendimiento de variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) con distinto habito de crecimiento. **Ciencias de la Agricultura**, Havana, v.23, p.127-129, 1985
- KAPLAN, L. Archeology and domestication in americam *Phaseolus* (beans). **Economic Botany**, New York, v.19. p.358-386, 1965.
- KELLY, J.D.; ADAMS, M.W. Phenotypic recurrent selection in ideotype breeding of pinto beans. **Euphytica**, Wageningen, v.36, p.69-80, 1987.
- KELLY, J.D.; ADAMS, M.W.; VARNER, G.V. Yield stability of determinate and indeterminate dry bean cultivars. **Theoretical and Applied Genetics**, New York, v.74, p.516-521, 1987.
- KORNEGAY, J.; WHITE, J.W.; CRUZ, O.O. de la. Growth habit and gene pool effects on inheritance of yield in common bean. **Euphytica**, Wageningen, v.62, p.171-180, 1992.
- KRETCHMER, P.J.; LAING, D.R.; WALLACE, D.H. Inheritance and morphological traits of a phytochrome-controlled single gene in bean. **Crop Science**, Madison, v.19, p. 605-607, 1979.
- LUCAS, E.O.; MILBOURN, G.M. The effect of density of planting on the growth of two *Phaseolus vulgaris* varieties in England. **The Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v.87, n.1, p. 89-99, 1976.
- LUCAS, J.M.V. **Influência da densidade de população sobre a produção em variedades de feijão de vagem (*Phaseolus vulgaris* L.) de porte baixo**. Piracicaba: ESALQ, 1987. 69 p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia)
- MA, Y.; BLISS, F.A. Seed proteins of common bean. **Crop Science**, Madison, v. 18, n. 3, p. 431-437, 1978.
- MALBURG, M.E.; KELLY, J.D. Pinto bean for the midwest. **Annual Report Bean Improvement Cooperative**, Cali, v.35, p.15-16, 1992.
- MAUK, C.S.; BREEN, P.J.; MACK, H.J. Yield response of major pod-bearing nodes in bush snap beans to irrigation and plant population. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Michigan, v. 108, n. 6, p. 935-939, 1983.
- MASCARENHAS, H.A.A.; IGUE, T.; ALVES, S.; VEIGA, A. de A. Espaçamento para o feijão Goiano Precoce. **Bragantia**, Campinas, v. 25, p. 51-53, 1966.

- MESQUITA, I.A. **Efeito materno na determinação do tamanho da semente do feijoeiro** (*Phaseolus vulgaris* L.). Lavras: ESAL, 1989. 70 p. (Dissertação - Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas).
- MIRANDA COLIN, S. Origem de *Phaseolus vulgaris* L. (frijol comum). **Agrociência**, Chapingo, v.1, p.99-109, 1967.
- MIRANDA COLIN, S. Estudio sobre la herencia de três caracteres de frijol. **Agrociência**, Chapingo, v.4, n.1, p.115-122, 1969.
- MOTO, M.; SORESSI, G.P.; SALAMINI, F. Seed size inheritance in a cross between wild and cultivated common beans (*Phaseolus vulgaris* L.). **Genetica**, The Hauge, v.49, n.1, p. 31-36, 1978.
- NIENHUIS, J.; SINGH, S.P. Combining ability analyses and relationships among yield, yield components, and architectural traits in dry bean. **Crop Science**, Madison, v.26, p.21-27, 1986.
- NIENHUIS, J.; SINGH, S.P. Effects of location and plant density on yield and architectural traits in dry beans. **Crop Science**, Madison, v.25, n. 4, p. 579-584, 1985.
- NIENHUIS, J.; SINGH, S.P. Genetics of seed yield and its components in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) of Middle American origin. II. Genetic variance, heritability and expected response from selection. **Plant Breeding**, Berlin, v.101, p. 105-106, 1988.
- PANIAGUA, C.V.; PINCHINAT, A.M. Criterios de selección para mejorar el rendimiento de grano en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). **Turrialba**, Turrialba, v. 26, n.2, p. 126-131, 1976.
- PEREIRA, J.C.C. Correlações genéticas e fenotípicas. In: ____ **Melhoramento genético aplicado aos animais domésticos**. Belo Horizonte: UFMG, 1983. cap.7, p. 55-60.
- PETERNELLI, L.A. **Herdabilidades, ganhos devidos à seleção e correlações do rendimento de feijão com seus componentes primários, no monocultivo e no consórcio com o milho**. Viçosa: UFV, 1992. 63p. (Dissertação - Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas).
- PIMENTEL GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 13^a ed. Piracicaba: Nobel, 1990. 468p.
- PINCHINAT, A.M.; ADAMS, M.W. Yield components in beans, as affected by intercrossing and neutron irradiation. **Turrialba**, Turrialba, v. 16, n. 3, p. 247-252, 1966.
- RAM, H.H.; PRASAD, N.B. Linkage among genes for growth habit, plant height, pod size and pod shape in *Phaseolus vulgaris* L. **Crop Improvement**, v. 12, n. 1, p.14-17, 1985.

- RAMALHO, M.A.P.; ANDRADE, L.A. de B.; TEIXEIRA, N.C.S. Correlações genéticas e fenotípicas entre caracteres do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Ciência e Prática**, Lavras, v.3, n.1, p.63-70, 1979.
- RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.B. dos; PINTO, C.B.P. **Genética na Agropecuária**. São Paulo: Globo, 1990. 359 p.
- RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.B. dos; ZIMMERMANN, M.J. de O. **Genética quantitativa aplicada em plantas autógamas: aplicações ao melhoramento do feijoeiro**. Goiânia: Editora da UFG, 1993. 271p.
- REIS, W.P.; RAMALHO, M.A.P.; PINTO, C.A.B.P. Herança do tamanho da semente do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Ciência e Prática**, Lavras, v. 5, n. 1, p. 66-71, 1981.
- SARAFI, A. A yield component selections experiment involving american and iranian cultivars of the common bean. **Crop Science**, Madison, v.18, n.1, p.05-15, 1978.
- 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).
- SANTOS, P.C. dos. **Herdabilidades e correlações do rendimento com seus componentes, em dois cruzamentos de feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.)**. Viçosa: UFV, 1981. 60p. (Dissertação - Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas).
- SANTOS, J.B. dos; VENCOVSKY, R. Controle genético de alguns componentes do porte da planta em feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.21, n.9, p.957-963, 1986.
- SHII, C.T.; TEMPLE, S.R.; MOK, D.W. Expression of development abnormalities in hybrids of *Phaseolus vulgaris* L.: Interaction between temperature and allelic dosage. **Journal of Heredity**, New York, v. 71, p. 219-222, 1980.
- SINGH, S.P. Breeding progress. In: _____. **Common bean improvement in the tropics**. Cali: CIAT, 1992. cap. 4, p. 231-232.
- SINGH, S.P. A key for identification of different growth habits of *Phaseolus vulgaris* L.. **Annual Report Bean Improvement Cooperative**, Cali, v. 25, p. 92-94, 1982.
- SINGH, S.P. Patterns of variation in cultivated common bean (*Phaseolus vulgaris*, Fabaceae). **Economic Botany**, New York, v. 43, n. 1, p. 39-57, 1989.
- SINGH, S.P.; GUTIERREZ, J.A. Geographical distribution of the DL₁ and DL₂ genes causing hybrid dwarfism in *Phaseolus vulgaris* L., their association with seed size, and their significance to breeding. **Euphytica**, Wageningen, v. 33, p. 337-345, 1984.

- SMARTT, J. Evolution an evolutionary problems in food legumes. **Economic Botany**, New York, v.34, n.3, p.219-235, 1978.
- SMITH, J.D.; KINMAN, M.L. The use of parent-off spring regression as an estimator of hereditability. **Crop Science**, Madison, v. 5, p. 595-596, 1965.
- SOUZA, E.A. de. **Controle genético de alguns caracteres do feijoeiro**. Lavras: ESAL, 1993. 105p. (Dissertação - Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas).
- STEINMETZ, F.H.; ARNY, A.C. A classification of the varieties of field beans, *Phaseolus vulgaris* L. **Journal of Agricultural Research**, Washington, v. 45, p. 01-50, 1932.
- VELLO, N.A.; VENCOVSKY, R. Variâncias associadas as estimativas de variância genética e coeficiente de herdabilidade. In: ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA "LUIS DE QUEIROZ". **Relatório Científico de 1974**. Piracicaba: ESALQ, 1974. p.238-248. (Relatório 8).
- VENCOVSKY, R. Herança quantitativa. In: PATERNIANI, E.; VIEGAS, G. **Melhoramento e produção de milho no Brasil**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. p. 137-209.
- VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Ribeirão Preto; Revista Brasileira de Genética, 1992. 496 p.
- VIEIRA, C. **A cultura do feijão**. Viçosa: UFV. Imprensa Universitária, 1978. 146p.
- VIEIRA, C. **O feijoeiro comum: cultura, doenças e melhoramento**. Viçosa: UFV. Imprensa Universitária, 1967. 220p.
- VILHORDO, B.W.; MULLER, L.; EWALD, L.F.; LEÃO, M.L. Hábito de crescimento em feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Agronomia Sulriograndense**, Porto Alegre, v.16, n.1, p. 79-78, 1980.
- WESTERMANN, D.T.; CROTHERS, S.E. Plant population effects on the seed yield components of beans. **Crop Science**, Madison, v.17, n.4, p.493-496, 1977.
- WHAN, B.R.; RATHJEN, A.J.; KNIGHT, R. The relation between wheat lines derived from the F₂, F₃, F₄ e F₅ generations for grain yield and harvest index. **Euphytica**, Wageningen, v.30, p.419-430, 1981.

APÊNDICE

TABELA 1A - Nota de porte - NP, peso médio de 100 sementes - PCS (g) e produção de grãos - PROD (g/planta ou g/parcela), obtida nas gerações F₂, F₃ e F₄ do cruzamento Milionário × Flor de Mayo.

Nº	Identificação	Geração F ₂			Geração F ₃			Geração F ₄		
		NP	PCS	PROD	NP	PCS	PROD	NP	PCS	PROD
1	V1	4	23,53	16	5,50	17,00	160	8,37	16,70	440
2	V2	6	22,00	11	7,25	19,00	157	9,00	17,42	520
3	V3	6	27,50	33	1,75	24,00	286	6,25	19,32	500
4	V4	2	25,00	35	2,50	29,00	240	8,25	21,10	435
5	V5	5	26,32	15	6,00	24,00	260	7,87	18,50	365
6	V6	7	28,10	43	4,00	19,00	192	8,62	19,25	410
7	V7	3	22,00	11	5,75	18,00	200	6,62	17,36	375
8	V8	4	22,05	28	3,00	23,00	199	6,75	15,94	350
9	V9	7	25,44	43	4,50	20,00	264	8,37	17,71	450
10	V10	6	20,29	42	5,50	22,00	239	6,00	16,71	525
11	V11	7	23,75	43	2,25	21,00	224	8,12	14,90	435
12	V12	7	18,99	15	5,00	21,00	307	6,12	16,80	445
13	V13	6	22,22	06	3,50	21,00	44	6,50	17,46	405
14	V14	5	24,53	26	4,00	20,00	141	6,25	20,17	530
15	V15	7	24,72	22	6,50	22,00	171	8,37	19,84	455
16	V16	6	23,72	37	3,50	22,00	264	8,12	19,59	425
17	V17	2	18,46	12	1,50	19,00	200	5,25	18,69	530
18	V18	6	20,83	10	4,00	24,00	200	7,37	18,69	420
19	V19	7	20,00	17	7,50	19,00	215	7,50	16,49	370
20	V20	8	20,83	5	9,00	20,00	247	8,87	16,28	430
21	V21	2	17,86	15	3,25	16,00	200	8,00	14,95	385
22	V22	2	24,05	19	2,25	22,00	260	5,12	18,46	490
23	V23	6	22,58	7	7,25	25,00	262	8,50	16,78	525
24	V24	7	26,86	18	4,75	24,00	170	7,62	20,82	570
25	V25	7	21,11	19	7,25	21,00	275	8,87	18,92	550
26	V26	6	17,24	5	7,50	21,00	250	7,87	16,80	585
27	V27	6	17,50	7	8,50	19,00	214	8,12	15,80	480
28	V28	6	19,51	8	3,50	21,00	197	7,75	19,46	405
29	V29	6	12,00	3	7,00	19,00	100	8,12	16,45	585
30	V30	6	20,93	9	8,25	26,00	213	8,50	18,28	370
31	V31	1	24,18	22	1,75	21,00	180	6,37	22,73	405
32	V32	3	22,22	28	2,75	20,00	115	9,00	15,89	490
33	V34	2	24,61	16	2,75	20,00	190	6,62	16,20	355
34	V35	7	24,49	12	5,25	22,00	50	8,87	19,12	395
35	V36	7	22,69	27	4,00	16,00	246	6,62	15,58	355
36	V37	5	24,64	17	4,25	20,00	243	8,00	16,24	515
37	V38	7	22,90	30	3,75	19,00	106	6,62	16,35	405
38	V39	1	22,37	17	4,25	20,00	249	6,87	14,96	370
39	V40	6	23,88	16	7,50	25,00	240	8,25	17,98	460
40	V41	2	20,55	15	2,75	24,00	250	5,37	18,44	340
41	V42	3	21,92	32	6,25	21,00	133	8,62	16,48	490
42	V43	8	25,93	35	8,50	23,00	252	9,00	17,98	560
43	V44	7	23,66	31	7,00	25,00	245	7,87	16,52	325
44	V46	6	20,69	12	5,75	23,00	187	8,87	20,33	630
45	V47	6	21,13	15	5,25	21,00	270	8,37	15,42	350

Continua ...

TABELA 1A. Cont.

Nº	Identificação	Geração F ₂			Geração F ₃			Geração F ₄		
		NP	PCS	PROD	NP	PCS	PROD	NP	PCS	PROD
46	V48	6	18,18	6	3,75	21,00	192	7,62	19,35	445
47	V49	8	20,00	15	3,75	19,00	200	7,62	16,29	350
48	V50	7	19,60	10	7,25	21,00	164	8,75	15,25	345
49	V51	4	24,24	16	3,00	21,00	121	8,62	18,21	425
50	V52	7	25,84	23	4,75	24,00	230	6,00	20,15	465
51	V53	7	20,75	22	7,50	20,00	279	7,37	13,03	475
52	V54	8	23,75	19	6,25	21,00	259	8,25	20,50	475
53	V55	5	19,10	17	3,50	19,00	103	5,62	25,81	440
54	V56	7	22,58	35	5,50	35,00	250	8,87	17,55	615
55	V57	8	24,35	28	8,50	23,00	253	4,87	18,12	430
56	V58	2	21,98	40	2,00	19,00	217	4,75	16,99	405
57	V59	7	25,27	23	6,25	22,00	306	4,25	16,55	485
58	V60	7	21,11	19	6,25	23,00	212	6,00	18,87	300
59	V61	3	29,03	27	2,50	26,00	218	1,37	21,26	390
60	V62	8	20,83	40	6,50	19,00	181	4,12	16,80	290
61	V63	7	23,59	21	5,00	24,00	207	8,87	18,76	435
62	V64	7	21,69	41	4,00	24,00	152	6,00	19,02	450
63	V65	9	18,57	52	2,25	16,00	104	3,25	14,35	480
64	V66	8	24,29	34	3,75	24,00	305	7,87	18,98	545
65	V67	7	25,93	35	4,00	22,00	189	5,75	18,70	383
66	V68	6	23,94	17	3,25	17,00	125	6,25	18,64	435
67	V69	6	23,88	16	2,50	23,00	160	8,12	17,12	590
68	V71	7	18,75	18	2,75	26,00	187	5,62	17,09	350
69	V72	8	27,93	31	4,00	24,00	96	8,87	19,81	560
70	V73	7	20,58	28	6,25	22,00	221	7,37	17,42	380
71	V74	7	24,71	21	5,75	22,00	222	6,75	16,60	490
72	V75	9	28,00	28	6,75	24,00	305	8,50	16,42	370
73	V76	8	23,53	20	6,25	19,00	297	8,25	18,88	515
74	V77	2	23,15	25	2,25	16,00	163	9,00	18,77	520
75	V78	6	20,89	14	4,50	21,00	224	8,12	18,88	590
76	V79	7	21,52	17	5,75	22,00	274	8,25	20,66	495
77	V80	6	19,44	28	5,00	18,00	200	6,50	19,18	530
78	V81	3	17,44	15	4,75	21,00	225	6,25	16,65	355
79	V82	2	20,00	5	7,25	18,00	110	9,00	18,51	360
80	V83	7	22,78	41	8,00	20,00	256	8,00	19,27	435
81	V84	4	24,44	11	6,75	24,00	163	8,50	18,68	435
82	V85	2	23,08	12	4,00	25,00	171	6,12	19,18	400
83	V86	5	22,00	22	2,75	18,00	144	7,00	15,51	370
84	V87	6	25,86	15	5,00	20,00	74	8,62	18,76	540
85	V88	6	24,44	11	6,50	19,00	156	7,12	20,57	400
86	V89	6	20,00	10	6,75	20,00	157	8,37	15,81	390
87	V90	8	21,54	14	8,00	24,00	173	8,00	19,25	355
88	V91	6	25,60	32	6,00	18,00	200	7,50	13,64	235
89	V92	3	19,23	10	1,75	20,00	198	5,87	19,13	425
90	V93	2	23,38	18	1,75	22,00	184	6,52	19,92	455
91	V94	6	21,74	15	5,00	25,00	185	7,00	19,93	520
92	V95	6	18,18	8	6,00	21,00	198	8,37	15,78	525
93	V96	6	21,92	16	5,75	19,00	257	7,87	16,68	500
94	V98	2	15,15	10	6,00	16,00	141	8,75	13,87	390
95	V99	2	16,67	5	1,50	17,00	225	6,00	20,97	680
96	V102	4	20,41	10	3,00	19,00	152	7,00	18,95	430
97	V103	6	17,31	9	4,50	23,00	160	8,25	17,87	485
98	V104	2	23,68	27	5,00	20,00	200	8,50	16,74	405
99	Milionário	-	-	-	1,00	16,00	216	5,75	16,07	535
100	Flor de Mayo	-	-	-	8,87	28,00	190	8,75	18,59	450

TABELA 2A - Nota do porte - NP, peso médio de 100 sementes - PCS (g) e produção de grãos - PROD (g/planta ou g/parcela), obtida nas gerações F₂, F₃ e F₄ do cruzamento EMGOPA 201 - Ouro x Manteigão Fosco 11.

Nº	Identificação	Geração F ₂			Geração F ₃			Geração F ₄		
		NP	PCS	PROD	NP	PCS	PROD	NP	PCS	PROD
1	A1	6	23,08	3	5,50	21,00	30	8,00	16,52	190
2	A2	1	20,00	6	3,50	29,00	55	5,37	21,50	220
3	A3	2	23,08	9	3,00	29,00	83	5,62	15,69	220
4	A4	8	30,00	24	5,25	26,00	130	7,87	19,30	255
5	A5	3	17,65	3	3,00	22,00	47	5,62	19,00	200
6	A6	2	29,03	9	3,25	27,00	80	6,50	16,74	255
7	A7	8	25,00	16	4,25	22,00	172	7,87	14,51	460
8	A8	7	25,51	25	4,50	22,00	128	8,37	16,25	395
9	A9	1	26,83	11	5,00	31,00	205	7,50	16,23	240
10	A10	8	22,73	5	5,00	30,00	64	7,50	17,21	175
11	A11	4	26,04	25	3,00	24,00	180	6,87	17,42	395
12	A12	6	23,81	5	5,50	27,00	90	7,25	19,31	145
13	A13	5	25,81	8	5,25	22,00	132	4,87	17,48	285
14	A14	6	16,39	10	3,75	18,00	190	4,87	14,51	390
15	A15	8	27,78	25	4,25	28,00	130	6,37	21,36	295
16	A16	9	29,52	31	5,25	27,00	104	7,37	18,75	425
17	A17	7	26,47	9	5,50	29,00	145	7,87	17,72	305
18	A18	7	25,00	14	5,50	24,00	163	7,00	19,20	340
19	A19	8	23,73	14	6,00	23,00	143	7,37	17,86	360
20	A20	9	37,78	17	5,25	29,00	105	6,12	17,50	255
21	A21	2	17,24	5	2,75	22,00	115	5,37	14,90	270
22	A22	5	37,23	35	5,75	25,00	180	8,00	21,30	425
23	A23	1	28,57	4	6,75	28,00	87	7,62	17,42	240
24	A24	7	23,81	25	7,50	21,00	212	7,50	16,30	420
25	A25	7	24,32	27	3,00	25,00	83	7,37	15,25	170
26	A26	6	23,44	15	6,25	22,00	194	5,87	15,35	305
27	A27	2	18,18	2	3,50	27,00	111	7,00	18,23	310
28	A28	5	35,00	14	6,00	27,00	148	7,12	19,96	230
29	A29	9	23,91	22	5,25	27,00	166	7,50	17,03	280
30	A30	2	16,67	3	1,75	22,00	70	5,75	17,04	260
31	A31	3	35,00	14	5,25	29,00	198	6,87	21,57	350
32	A32	1	28,57	8	2,50	21,00	71	7,25	16,86	275
33	A33	1	28,12	9	4,00	26,00	56	7,50	20,99	180
34	A34	6	21,74	20	3,75	20,00	127	7,25	13,21	250
35	A35	1	30,55	11	4,50	30,00	81	7,62	16,67	170
36	A37	5	21,43	6	3,75	16,00	82	5,25	16,89	265
37	A38	9	25,71	9	4,00	24,00	105	7,75	16,38	160
38	A39	9	25,00	12	4,75	20,00	65	6,62	17,23	300
39	A41	7	28,30	15	3,50	20,00	110	7,50	16,78	315
40	A42	7	35,48	22	2,25	26,00	127	7,37	17,43	300
41	A43	9	29,31	17	2,75	28,00	109	7,50	14,94	240
42	A44	6	27,27	3	4,50	27,00	75	6,25	16,96	285
43	A45	2	24,32	9	3,00	21,00	125	7,25	18,68	220
44	A46	8	25,92	7	5,25	31,00	154	7,87	19,99	190
45	A47	8	31,54	41	4,25	32,00	245	7,00	17,59	280

Continua...

TABELA 2A. Cont.

N ^o	Identificação	Geração F ₂			Geração F ₃			Geração F ₄		
		NP	PCS	PROD	NP	PCS	PROD	NP	PCS	PROD
46	A49	5	22,22	12	2,50	23,00	128	7,62	15,58	195
47	A50	3	23,53	8	5,00	22,00	171	6,25	16,90	270
48	A51	1	34,62	18	2,25	25,00	70	7,62	15,54	215
49	A52	6	26,08	6	5,75	31,00	136	6,75	20,62	255
50	A53	3	28,40	23	4,00	26,00	200	7,50	12,35	170
51	A54	6	24,44	22	3,75	23,00	132	6,37	15,71	280
52	A55	8	27,47	25	4,75	24,00	131	7,75	14,23	140
53	A57	5	11,49	10	5,50	19,00	131	5,75	11,73	240
54	A58	2	20,00	5	6,00	24,00	157	7,37	17,65	270
55	A59	7	24,32	18	4,50	22,00	110	7,37	17,08	285
56	A60	7	25,71	9	5,50	22,00	74	6,75	17,04	255
57	A61	9	26,53	39	3,50	20,00	166	6,25	15,81	295
58	A62	5	27,22	46	4,50	24,00	168	6,87	17,05	315
59	A63	7	29,55	26	5,25	25,00	164	7,62	17,38	340
60	A64	7	27,40	20	4,25	24,00	152	6,37	17,05	285
61	A65	6	18,18	4	4,25	27,00	92	6,12	16,43	195
62	A66	5	25,42	15	2,50	27,00	135	7,25	13,06	325
63	A68	4	23,27	37	5,00	23,00	59	8,00	17,86	280
64	A70	1	22,22	4	4,75	18,00	145	7,37	14,11	270
65	A72	9	28,00	14	5,50	25,00	93	7,87	17,24	225
66	A74	7	25,62	31	5,00	25,00	165	6,87	16,22	175
67	A75	7	39,39	13	5,75	29,00	116	7,25	19,19	375
68	A77	7	22,58	7	6,50	23,00	65	6,75	14,07	205
69	A78	1	23,25	10	3,00	25,00	92	6,00	18,26	315
70	A79	7	26,53	13	2,00	18,00	40	7,12	14,36	200
71	A81	9	27,66	13	3,50	22,00	87	6,87	16,61	250
72	A82	9	32,78	20	4,75	26,00	53	7,37	19,17	220
73	A84	8	28,17	40	4,25	22,00	70	6,87	13,18	250
74	A85	4	19,23	5	3,50	19,00	33	5,00	17,87	235
75	A86	9	26,09	12	4,00	27,00	70	7,50	18,22	335
76	A87	1	27,27	6	3,75	27,00	80	6,75	17,59	320
77	A88	1	26,67	16	3,00	21,00	109	4,12	15,00	270
78	A89	8	25,00	12	4,00	21,00	135	7,75	15,23	250
79	A90	8	27,78	15	4,25	28,00	100	7,37	15,78	375
80	A91	8	29,11	23	4,25	26,00	181	7,37	14,74	175
81	A92	7	16,67	3	4,00	23,00	50	5,37	14,25	225
82	A93	7	22,86	8	5,00	21,00	128	8,25	12,32	150
83	A95	7	31,31	31	4,50	20,00	54	7,37	17,48	230
84	A96	9	20,00	4	3,25	19,00	55	6,62	13,37	245
85	A97	2	21,33	16	4,25	25,00	149	6,00	14,92	205
86	A98	8	32,14	27	4,00	29,00	163	6,25	16,44	180
87	A100	9	26,92	28	6,50	26,00	168	7,50	16,98	220
88	A101	3	23,33	7	2,25	21,00	119	5,25	17,22	340
89	A102	1	27,06	23	3,75	22,00	162	5,37	17,37	270
90	A103	7	19,35	12	3,50	20,00	73	6,62	14,91	160

Continua...

TABELA 2A. Cont.

N ^o	Identificação	Geração F ₂			Geração F ₃			Geração F ₄		
		NP	PCS	PROD	NP	PCS	PROD	NP	PCS	PROD
91	A104	7	35,00	14	5,25	30,00	120	7,37	18,90	200
92	A105	6	26,00	13	6,75	24,00	182	7,12	16,15	210
93	A107	1	28,57	4	6,75	35,00	95	5,75	17,14	175
94	A108	7	21,54	14	4,75	20,00	193	6,12	14,27	255
95	A109	7	21,62	8	4,50	20,00	191	6,75	19,62	430
96	A110	7	22,86	8	5,75	25,00	139	6,75	16,50	245
97	A111	6	21,05	4	4,25	23,00	93	6,62	16,54	185
98	A112	8	26,09	6	3,75	27,00	135	7,00	19,40	260
99	A113	7	32,07	17	6,50	26,00	160	7,12	20,94	280
100	A114	7	25,53	12	5,75	21,00	185	7,00	16,70	385
101	A115	2	25,20	31	2,50	19,00	197	5,75	15,87	290
102	A116	2	23,33	7	2,50	25,00	93	7,37	19,72	280
103	A117	8	21,88	7	2,75	24,00	161	7,37	17,52	180
104	A118	8	17,86	10	2,50	21,00	200	6,87	14,89	225
105	A120	8	26,80	26	4,75	22,00	45	8,50	14,44	145
106	A121	9	20,00	2	6,50	30,00	124	7,12	17,35	280
107	A122	8	37,70	23	3,50	47,00	176	8,12	19,60	120
108	A125	3	35,29	12	5,75	33,00	140	5,25	22,24	230
109	A126	8	18,25	23	4,75	28,00	160	7,75	20,99	345
110	A127	4	17,19	11	2,50	20,00	110	5,00	11,97	210
111	A128	2	25,71	18	4,75	28,00	193	7,12	17,79	425
112	A129	1	20,51	8	2,50	20,00	163	6,12	14,83	380
113	A130	7	33,33	18	5,00	29,00	152	6,62	22,09	300
114	A131	8	26,80	41	5,50	28,00	200	7,12	18,12	390
115	A132	8	23,53	16	4,50	22,00	81	7,62	14,71	140
116	EMGOPA 201-Ouro	-	-	-	2,94	17,00	160	6,29	14,57	463
117	Manteigão Fosco 11	-	-	-	2,83	48,00	195	5,99	33,30	380

TABELA 3A - Nota de porte - NP, peso médio de 100 sementes - PCS (g) e produção de grãos - PROD (g/planta ou g/parcela), obtida nas gerações F₂, F₃ e F₄ do cruzamento Rio Vermelho x Roxo PV.

Nº	Identificação	Geração F ₂			Geração F ₃			Geração F ₄		
		NP	PCS	PROD	NP	PCS	PROD	NP	PCS	PROD
1	B1	2	20,68	6	4,00	22,00	66	5,87	19,26	285
2	B2	1	22,00	11	4,00	21,00	70	7,37	20,93	350
3	B3	7	28,57	10	5,00	28,00	123	7,50	23,34	330
4	B4	7	30,77	20	5,25	25,00	70	7,37	21,04	265
5	B5	7	22,22	10	3,25	21,00	68	8,25	19,43	310
6	B6	8	21,74	20	3,00	17,00	95	5,50	15,91	330
7	B7	2	23,81	10	2,25	21,00	45	8,25	17,57	330
8	B8	8	30,77	20	4,00	27,00	148	8,12	20,56	310
9	B9	7	29,79	14	6,25	26,00	104	8,00	19,97	315
10	B10	2	23,17	19	3,50	23,00	113	7,50	19,05	440
11	B11	1	20,00	9	2,50	24,00	127	7,62	15,31	360
12	B12	6	26,70	16	3,50	27,00	135	7,62	19,23	355
13	B13	7	22,67	14	2,75	22,00	150	7,37	16,30	445
14	B15	7	22,06	15	4,75	17,00	87	8,62	13,71	275
15	B17	7	22,02	24	5,75	19,00	195	8,00	14,64	330
16	B18	7	27,91	12	5,25	27,00	104	8,12	20,00	285
17	B19	7	27,17	25	3,75	28,00	137	7,50	21,24	350
18	B20	7	33,33	24	4,75	26,00	124	8,00	23,16	470
19	B23	7	26,31	15	7,75	20,00	182	8,12	15,04	255
20	B24	7	26,98	17	7,00	25,00	159	7,50	22,95	385
21	B25	7	24,32	27	6,50	23,00	159	7,87	17,69	345
22	B27	7	28,57	24	4,75	27,00	142	7,87	23,19	400
23	B28	8	21,50	20	5,75	23,00	210	7,50	16,28	220
24	B30	8	25,96	27	4,25	28,00	225	6,62	18,09	375
25	B31	1	22,10	21	2,50	25,00	163	8,25	17,78	345
26	B32	7	25,92	7	2,50	24,00	134	8,37	21,78	320
27	B33	7	22,58	7	2,00	25,00	119	7,87	16,82	220
28	B34	6	19,23	10	1,75	18,00	66	7,50	17,09	225
29	B35	7	18,42	7	1,75	19,00	123	8,00	15,96	440
30	B36	7	26,67	16	3,25	23,00	155	7,12	19,19	315
31	B37	1	28,57	30	2,00	24,00	162	6,62	20,52	340
32	B38	6	21,62	8	1,75	22,00	117	7,50	18,03	350
33	B39	2	23,53	4	4,25	21,00	84	7,50	18,52	310
34	B40	7	24,67	19	4,75	20,00	60	8,12	17,55	285
35	B41	1	23,53	8	4,00	25,00	101	7,50	19,17	315
36	B43	7	24,14	7	6,00	26,00	220	8,25	20,79	415
37	B44	7	22,07	17	5,75	21,00	159	8,25	17,57	340
38	B45	6	20,83	5	6,25	23,00	125	8,37	16,08	185
39	B46	6	16,67	5	7,00	20,00	196	8,75	16,63	240
40	B49	3	17,24	5	2,25	19,00	170	7,25	16,68	330
41	B50	7	34,28	12	3,50	35,00	158	6,87	25,75	465
42	B51	7	31,28	7	4,75	33,00	196	6,87	24,05	360
43	B52	7	23,37	18	7,50	32,00	263	8,00	20,50	390
44	B53	3	27,78	5	6,25	21,00	77	7,37	17,30	265
45	B54	7	25,00	13	5,00	23,00	165	6,62	17,97	325
46	B55	7	21,43	3	7,00	20,00	67	7,00	19,90	265
47	B57	3	16,67	3	6,25	19,00	110	7,87	12,61	195
48	B58	7	23,15	25	5,75	21,00	157	7,75	14,54	320
49	B59	7	29,41	5	5,75	27,00	108	7,25	18,20	175
50	B60	2	23,07	3	7,00	29,00	98	7,50	20,87	380
51	B61	8	25,00	15	5,00	24,00	143	8,12	17,71	280
52	B62	9	28,00	7	6,25	29,00	134	8,25	21,53	365
53	B63	9	30,12	25	6,50	28,00	200	8,62	17,57	335
54	B64	7	25,00	6	4,75	22,00	97	7,50	18,32	450
55	B65	7	25,64	20	3,50	26,00	190	6,25	16,33	205
56	B66	8	26,88	25	3,00	26,00	160	8,00	18,89	435
57	B67	7	21,57	11	4,25	24,00	150	7,37	17,08	370
58	B68	7	28,57	10	4,75	28,00	146	7,00	20,83	265
59	B69	2	26,32	5	5,00	26,00	183	7,25	17,42	350
60	B70	2	20,00	4	2,50	23,00	184	7,00	15,76	560
61	B71	7	23,08	15	4,00	26,00	173	6,75	16,62	315
62	B72	7	17,24	5	3,50	20,00	101	6,12	17,86	280
63	RIO VERMELHO	-	-	-	2,32	20,00	181	6,37	15,98	435
64	ROXO PV	-	-	-	3,44	40,00	184	8,00	31,09	675

TABELA 4A - Nota média do porte - NP, peso médio de 100 sementes (g) - PCS e produção média de grãos (g/parcela) - PROD, obtidas na geração F₅ em Lavras e Patos de Minas.

Nº	Identificação	Lavras - MG			Patos de Minas - MG		
		NP	PCS	PROD	NP	PCS	PROD
1.	A - 117	6,17	24,00	177,33	4,42	23,05	190,00
2.	A - 15	3,58	24,29	245,67	4,83	23,44	336,67
3.	A - 107	4,08	26,40	291,67	3,42	28,52	310,00
4.	A - 130	6,33	25,84	225,00	5,42	27,28	196,67
5.	A - 52	5,42	28,06	214,67	4,42	28,73	200,00
6.	A - 122	6,67	29,28	232,67	6,25	24,15	60,00
7.	A - 31	6,08	27,06	307,67	5,17	23,43	370,00
8.	A - 2	4,83	25,59	195,33	4,75	27,77	280,00
9.	A - 46	5,75	26,84	268,00	5,75	22,81	233,33
10.	A - 17	6,42	24,82	272,33	5,17	23,47	150,00
11.	A - 70	4,83	19,45	337,33	3,67	16,93	286,67
12.	A - 37	4,67	17,94	280,00	3,08	21,86	230,00
13.	A - 34	5,00	21,75	201,67	4,92	20,50	240,00
14.	A - 96	5,42	21,21	188,67	4,25	21,40	253,33
15.	A - 57	5,50	16,11	186,00	6,75	17,16	220,00
16.	A - 108	4,17	20,93	227,67	2,83	19,29	250,00
17.	A - 93	4,50	17,04	173,33	5,25	14,79	133,33
18.	A - 79	5,25	22,38	252,67	4,83	24,06	290,00
19.	A - 103	5,58	22,38	252,00	4,75	21,95	266,67
20.	A - 129	3,83	20,39	370,33	2,83	20,43	356,67
21.	B - 50	5,58	26,35	229,67	6,33	29,22	353,33
22.	B - 51	5,00	30,15	226,67	6,08	29,32	366,67
23.	B - 52	4,92	26,81	354,33	6,75	27,19	393,33
24.	B - 3	4,92	28,03	213,67	4,75	29,89	246,67
25.	B - 62	6,08	33,59	277,33	5,58	30,27	313,33
26.	B - 60	6,00	26,48	273,33	4,17	22,54	323,33
27.	B - 59	5,50	25,00	186,00	4,58	25,19	286,67
28.	B - 19	5,75	27,15	316,00	4,50	28,46	370,00
29.	B - 20	7,42	26,49	270,33	5,58	29,00	206,67
30.	B - 23	7,08	18,74	283,00	4,75	21,03	276,67
31.	A-15	5,83	17,77	207,33	6,42	19,10	420,00
32.	A-57	6,00	19,79	302,67	2,67	21,46	246,67
33.	A-49	4,83	22,49	280,67	3,42	20,43	213,33
34.	A-6	5,75	17,77	162,00	3,08	16,67	163,33
35.	A-46	5,50	21,95	268,00	5,75	20,97	256,67
36.	A-17	5,17	20,04	272,67	4,25	22,24	326,67
37.	A-28	5,75	21,35	232,33	6,58	23,15	380,00
38.	A-44	4,92	24,74	233,33	4,58	22,56	250,00
39.	V-56	5,42	22,55	488,67	5,83	19,71	373,33
40.	V-4	3,08	24,46	290,00	2,92	26,38	460,00
41.	V-61	3,00	23,91	258,00	2,25	25,43	276,67
42.	V-94	4,25	24,52	303,33	3,50	23,24	340,00
43.	V-55	3,83	21,35	507,67	2,75	20,06	300,00
44.	V-31	4,08	21,55	453,00	2,83	25,52	426,67
45.	V-52	4,33	21,79	396,00	4,17	23,12	363,33
46.	V-64	3,58	23,12	362,00	4,42	21,51	446,67
47.	V-63	4,50	23,66	338,00	4,00	24,46	466,67
48.	V-98	4,58	17,79	344,67	3,75	17,93	396,67
49.	V-21	5,25	20,65	416,33	2,75	17,86	436,67
50.	V-19	4,42	19,55	353,00	5,00	19,13	373,33
51.	V-65	3,58	19,58	333,33	2,75	16,59	363,33
52.	V-91	4,17	22,50	414,33	5,33	20,82	396,67
53.	V-36	4,75	18,03	359,00	4,00	20,58	470,00
54.	V-20	6,42	20,67	450,33	6,92	23,52	356,67
55.	V-86	4,92	20,48	424,00	5,25	23,15	603,33
56.	V-11	3,08	19,06	361,67	2,42	19,10	333,33
57.	Manteigão Fosco 11	2,75	37,99	264,00	2,33	41,53	443,33
58.	EMGOPA 201-Ouro	3,83	17,60	374,67	3,33	18,61	336,67
59.	H - 4	4,83	18,47	236,67	4,75	20,42	400,00
60.	Carioca - MG	3,00	22,39	493,33	1,17	22,10	520,00
61.	Flor de Mayo	7,83	31,84	562,33	8,42	29,41	400,00
62.	Milionário	2,67	18,89	447,33	1,33	18,13	416,67
63.	Roxo PV	4,41	33,21	265,33	4,58	35,07	483,33
64.	Rio Vermelho	3,26	21,07	410,67	2,33	22,27	340,00

TABELA 5A - Resultados dos quadrados médios para nota do porte (X), peso de 100 sementes(Y), produção de grãos (Z) e das somas entre elas (X + Y), (X + Z) e (Y + Z) e os produtos médios (XY), (XZ) e (YZ), na geração F₃ de todos os cruzamentos.

Cruzamentos	Fontes de variação	QM						PM		
		X	Y	Z	X+Y	X+Z	Y+Z	XY	XZ	YZ
MF	Famílias	3,43	8,85	3220,14	13,23	3266,04	3309,86	0,48	21,24	40,44
	Erro	0,03	3,89	1419,44	4,02	1418,90	1503,12	0,05	-0,29	39,90
EM	Famílias	1,52	13,85	1983,33	18,75	2004,61	2022,02	1,69	9,88	12,42
	Erro	0,29	3,59	806,44	2,59	819,23	803,19	-0,65	6,25	-3,42
RR	Famílias	1,62	14,65	1427,06	16,59	1431,80	1547,19	0,16	1,56	52,74
	Erro	0,58	6,64	703,33	4,77	712,83	725,64	-1,23	4,46	7,84

TABELA 6A - Resultados dos quadrados médios para nota do porte (X), peso de 100 sementes (Y), produção de grãos (Z) e das somas entre elas (X + Y), (X + Z) e (Y + Z) e os produtos médios (XY), (XZ) e (YZ), na geração F₄ de todos os cruzamentos.

Cruzamentos	Fontes de variação	QM						PM		
		X	Y	Z	X+Y	X+Z	Y+Z	XY	XZ	YZ
MF	Famílias	4,08	8,22	13300,00	10,87	13396,60	13479,58	-0,72	46,26	85,68
	Erro	1,75	4,34	7131,67	6,65	7238,05	7168,12	0,28	52,32	16,06
EM	Famílias	1,54	10,07	11119,59	12,23	11109,42	11270,52	0,31	-5,86	70,36
	Erro	0,59	3,92	3619,99	5,40	3649,18	3693,12	0,45	14,30	34,61
RR	Famílias	0,91	13,95	11329,24	14,33	11325,90	11610,74	-0,27	-2,13	134,61
	Erro	0,51	2,22	5468,43	2,46	5501,99	5524,34	-0,14	16,03	26,85

TABELA 7A - Resultados dos quadrados médios para nota do porte (X), peso de 100 sementes (Y), produção de grãos (Z) e das somas entre elas (X + Y), (X + Z) e (Y + Z) e os produtos médios (XY), (XZ) e (YZ), na geração F₅ de todos os cruzamentos.

Cruzamentos	Fontes de variação	QM						PM		
		X	Y	Z	X+Y	X+Z	Y+Z	XY	XZ	YZ
Lavras	Famílias	3,00	41,48	27475,97	49,20	27319,20	27018,74	2,36	-100,63	-249,36
	Erro	0,62	4,74	5756,89	6,24	5763,43	5807,19	0,44	0,59	22,78
Patos de Minas	Famílias	4,49	43,37	28979,32	56,79	28967,06	29083,41	4,47	-8,38	30,36
	Erro	0,74	6,56	9648,10	8,10	9668,90	9765,14	0,40	10,03	55,24

TABELA 8A - Resultados médios obtidos por geração da nota do porte, peso de 100 sementes e suas respectivas variações, coeficientes de correlação de cada população segregante.

População	Geração	Nota porte	Variação (nota)	Peso 100 sementes (g)	Variação (g)	Correlações			Época de semeadura
						r _F	r _G	r _E	
MF	F ₂	5,5	1,00-9,00	22,2	13,00-29,00	0,14	-	-	Seca/93
	F ₃	4,9	1,50-9,00	21,3	16,00-28,00	0,09	0,09	0,15	Inverno/93
	F ₄	7,3	1,50-9,00	17,9	14,00-26,00	-0,12	-0,33	0,10	Águas/93
EM	F ₂	5,7	1,00-9,00	25,6	12,50-38,50	0,13	-	-	Seca/93
	F ₃	4,4	1,50-7,50	24,6	16,50-36,50	0,37**	0,66	-0,64	Inverno/93
	F ₄	6,8	4,50-8,50	16,9	12,00-23,00	0,08	0,00	0,30	Águas/93
RR	F ₂	5,8	1,00-9,00	24,5	16,00-31,00	0,31*	-	-	Seca/93
	F ₃	4,5	1,50-7,50	23,9	17,50-30,50	0,03	0,48	-0,63	Inverno/93
	F ₄	7,5	5,50-8,50	18,5	12,50-25,50	-0,08	-0,07	-0,13	Águas/93

* e ** Teste de t significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

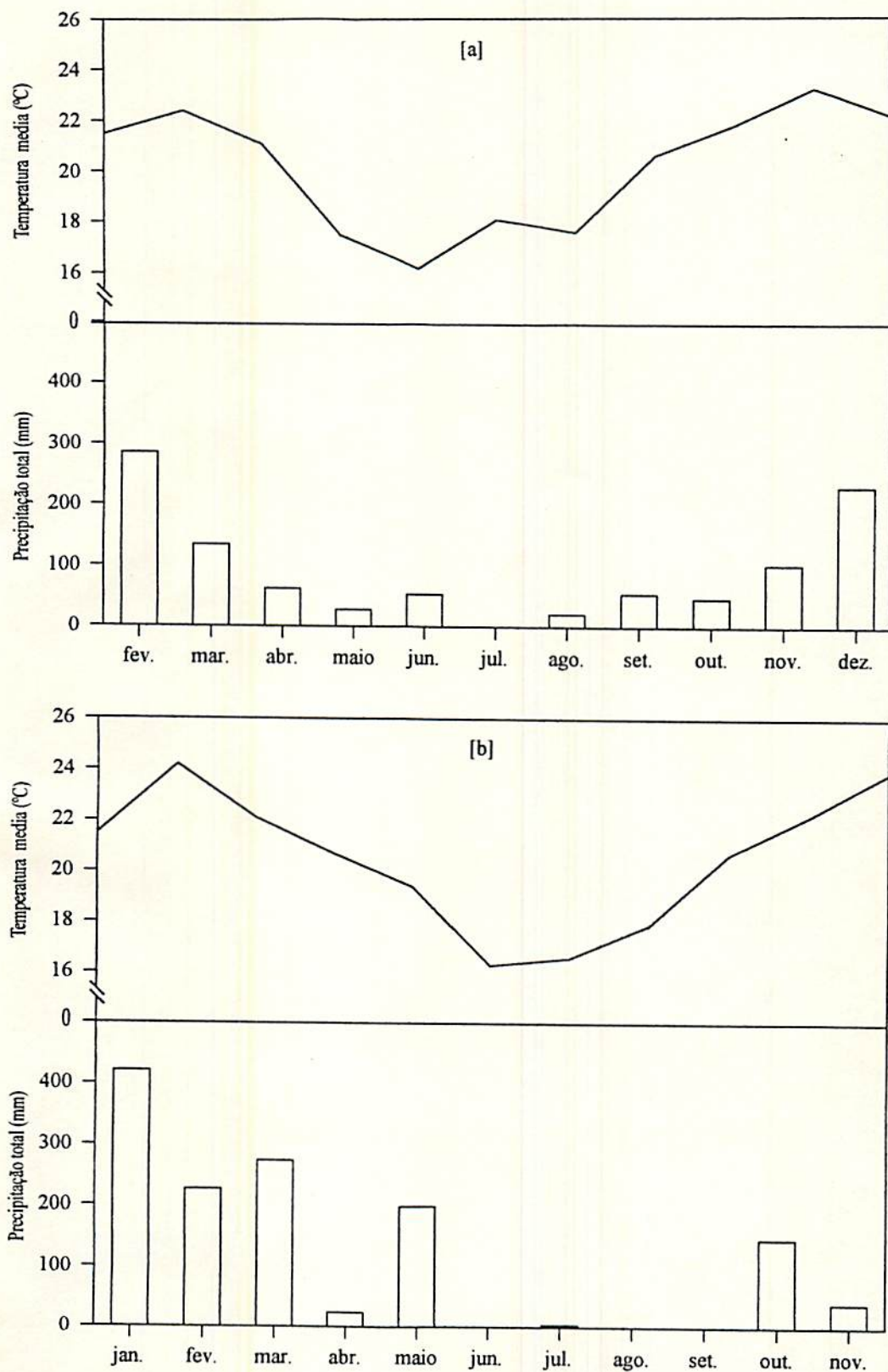


FIGURA 1A - Temperatura média e precipitação total em Lavras de fevereiro a dezembro de 1993 [a] e janeiro a novembro de 1994 [b].