ASSOCIAÇÕES ENTRE PARENTAIS E F₂ DE FEIJOEIRO
(*Phaseolus vulgaris* L.) PARA PRODUTIVIDADE
DE GRÃOS E SEUS COMPONENTES

IRAJÁ FERREIRA ANTUNES
Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof.Dr. Natal Antonio Vello

Tese apresentada à Escola Superior de
Agricultura "Luiz de Queiroz", da Uni-
versidade de São Paulo, para obtenção
do título de Doutor em Agronomia. Área
de concentração: Genética e Melhoramen-
to de Plantas.

P I R A C I C A B A
Estado de São Paulo - Brasil
Dezembro - 1989

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Livros da
Divisão de Biblioteca e Documentação - PCAP/USP

A636a Antunes, Irajá Ferreira
Associações entre parentais e F2 de feijoeiro
(Phaseolus vulgaris L.) para produtividade de
grãos e seus componentes. Piracicaba, 1989.
52 p.

Tese - ESALQ
Bibliografia.

1. Feijão - Grão - Produtividade 2. Feijão - Me
lhoramento 3. Genética quantitativa I. Escola Supē
rior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba

CDD 635.652

ASSOCIAÇÕES ENTRE PARENTAIS E F₂ DE FEIJOEIRO
(*Phaseolus vulgaris* L.) PARA PRODUTIVIDADE
DE GRÃOS E SEUS COMPONENTES

IRAJÁ FERREIRA ANTUNES

Aprovada em: 18.09.91

Comissão Julgadora:

Prof.Dr. Natal Antonio Vello	ESALQ/USP
Prof.Dr. José Branco de Miranda Filho	ESALQ/USP
Prof.Dr. Augusto Tulmann Neto	CENA/USP
Dr. Antonio Sidney Pompeu	IAC/SP
Dra. Maria José de Oliveira Zimmermann	EMBRAPA/GO

7-1-11/15.
Prof.Dr. Natal Antonio Vello
Orientador

Aqueles que, anonimamente, através de seu suor vêm produzindo o nosso alimento e que na marcha inexorável do aperfeiçoamento humano criaram a necessidade de novos conhecimentos, para os quais a pesquisa torna-se o instrumento e o pesquisador, eu, o artífice,

ã minha esposa, a meus filhos, ã minha mãe, a meu pai, ã minha sogra e a meu sogro.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

- Ao Professor Dr. Natal Antonio Vello, antes de orientador, um amigo;
- Ao colega e amigo Marcelo Grandi Teixeira, grande companheiro, que fez possível existir este trabalho;
- Ao Dr. Almiro Blumenschein pelo apoio que propiciou durante a realização do meu curso;
- À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) e ao Departamento de Genética da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - ESALQ, que tornaram possível a realização deste curso;
- Aos colegas Élio Zonta, da Universidade Federal de Pelotas, e Francisco José Zimmermann, do Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão - CNPAF, que muito me ajudaram na condução das análises estatísticas;
- Aos colegas Expedito Paulo Silveira e José Cavalcante Vieira pelo suporte material e psicológico durante o período de redação desta tese;
- A todos os meus colegas e inúmeros funcionários da ESALQ e da EMBRAPA que contribuíram de diferentes formas para a consecução deste objetivo;
- Aos Drs. Flávio Gastal, Rogério Coelho e Algenor Gomes, na chefia do Centro de Pesquisa Agropecuária de Terras Baixas de Clima Temperado - CPATB em diferentes épocas, pelo apoio prestado para que eu concluísse este trabalho;
- Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, pela concessão de bolsa de estudos.

SUMÁRIO

	Página
AGRADECIMENTOS	iii
RESUMO	vii
SUMMARY.	xii
1. INTRODUÇÃO.	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	5
2.1. Predição da produtividade de sementes.	5
2.2. Correlações entre caracteres	18
2.3. Heterose e heterobelitose.	26
2.4. Capacidade de combinação	34
3. MATERIAL E MÉTODOS.	39
3.1. Caracterização dos ambientes	39
3.2. Material genético.	39
3.3. Procedimentos experimentais.	40
3.4. Análises estatístico-genéticas	44
3.5. Heterose e heterobelitose.	53
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.	55
4.1. Análise de variâncias.	55
4.2. Avaliação do comportamento das populações parentais e suas respectivas populações F_2 e análise da heterose e da heterobelitose.	59
4.3. Correlações entre caracteres	72
4.4. Predição da produtividade de populações F_2 .	83

4.5. Análise da capacidade de combinação.	89
5. CONCLUSÕES.	108
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	112
TABELAS.	121
APÊNDICES.	149

ABREVIATÖES

No desenvolvimento do texto sãõ utilizadas as seguintes abreviações:

- CP's: Componentes primários da produtividade de sementes;
- NVP : Número de vagens por planta;)
- NSV : Número de sementes por vagem;
- NSVO: Número de sementes por vagem com dados não-transformados, originais;
- NSVT: Número de sementes por vagem com dados transformados;
- PCS : Peso de cem sementes;
- PCSO: Peso de cem sementes com dados não-transformados;
- PCST: Peso de cem sementes com dados transformados;
- PCO : Peso composto com dados não-transformados;
- PCT : Peso composto com dados transformados;
- PSP : Peso de sementes por planta;
- PP : Peso de sementes da parcela;
- aI : Ambiente com nível alto de fertilidade do solo e cultivo de inverno;
- aV : Ambiente com nível alto de fertilidade do solo e cultivo de verão;
- iI : Ambiente com nível intermediário de fertilidade do solo e cultivo de inverno e
- iV : Ambiente com nível intermediário de fertilidade do solo e cultivo de verão.

ASSOCIAÇÕES ENTRE PARENTAIS E F_2 DE FEIJOEIRO
(*Phaseolus vulgaris* L.) PARA PRODUTIVIDADE
DE GRÃOS E SEUS COMPONENTES

Autor: Irajá Ferreira Antunes

Orientador: Prof.Dr. Natal Antonio Vello

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivos principais examinar o mérito do valor médio parental na predição do comportamento, quanto à produtividade de grãos, de progênes F_2 derivadas de seis parentais de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) cruzados no sistema dialélico, a caracterização de tais progênes e a avaliação do potencial dos parentais como tais.

Os parentais estudados foram Mulatinho Vagem Roxa com Estrias, Roxinho Brilhante, Ica-Tuí, Mulatinho, A-77 e EP 10063. Possuem porte arbustivo e cores do tegumento das sementes, deliberadamente, diversas. Os seis parentais foram cruzados no esquema dialélico, incluindo cruzamentos recíprocos. Este trabalho foi conduzido no Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão - CNPAF, da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, situado em Goianira, GO, a uma latitude de $16^{\circ}40'$ Sul e a $49^{\circ}15'$ W de G. de longitude, a uma

altitude de 729 m acima do nível do mar. As sementeiras foram realizadas em duas épocas, fevereiro, caracterizando o cultivo de verão (V) e junho, caracterizando o cultivo de inverno (I), de 1984. Para cada época, dois níveis de fertilidade do solo foram testados, caracterizando o nível alto (a), em uma área previamente corrigida com calcário dolomítico, fertilizada com fósforo e micronutrientes e o nível intermediário (i), em área previamente apenas corrigida com calcário dolomítico. Dessa forma, quatro ambientes foram avaliados através de experimentos delineados em blocos casualizados com três repetições, sendo as parcelas formadas por duas fileiras de 5 m de comprimento, distanciadas em 0,50 m, com 15 sementes semeadas por metro. Entre parcelas foi semeada uma fileira da linha experimental CNF 0010. Vinte dias após a semeadura foram marcadas vinte plantas competitivas em cada parcela, sobre as quais foram realizadas as diversas observações, sendo colhidas separadamente. O restante da parcela foi colhido em conjunto, anotando-se o número de plantas. Os caracteres avaliados foram: número de vagens por planta (NVP), número de sementes por vagem (observado: NSVO e transformado: NSVT), peso de cem sementes (observado: PCSO e transformado: PCST), peso de sementes por planta (PSP), peso composto de sementes (observado: PCO e transformado: PCT) e peso de sementes da parcela (PP).

Foi testada a metodologia proposta por THOMAS et alii (1971) para predição da produtividade de grãos a partir de seus componentes primários. Com a finalidade de eliminar

possíveis correlações que se estabelecem durante a ontogenia da planta do feijão, NSVO e PCSO foram transformados e caracterizados como NSVT e PCST. O peso composto de sementes, PCO, foi igualmente obtido com os componentes transformados, produzindo PCT. Para cada caráter, foram executadas análises individuais (por ambiente) e conjuntas, bem como estimadas as correlações fenotípicas, genotípicas e de ambiente entre os caracteres, bem como as heteroses e heterobelioses para cada cruzamento. A análise da capacidade de combinação dos parentais utilizados foi feita através do método 2, modelo misto B de GRIFFING (1956b).

As análises realizadas permitiram as seguintes conclusões: a) quadrados médios referentes às progênes F_2 foram superiores àqueles relativos aos parentais para os caracteres de rendimento, PSP e PCO, ocorrendo o oposto para os caracteres componentes primários do rendimento NVP, NSV e PCSO e para PP; b) efeitos ambientais foram significativos para todos os caracteres; c) efeitos recíprocos não foram importantes; d) interações significativas entre épocas X parentais e entre épocas X F_2 sugerem a existência de diferentes genótipos adequados às diferentes épocas de cultivo; e) nenhum dos cruzamentos apresentou variância superior àquela do melhor parental para todos os caracteres para todos os ambientes; f) heteroses e heterobelioses positivas e negativas foram detectadas para os diversos caracteres, estando as heteroses positivas para PP acima de 40%, presentes em 13,3% dos cruzamentos em aI, em 0,0% em aV, em 53,3% em iI e em 50% em iV, enquanto que heterobel-

tioses positivas com valores superiores a 40% foram detectadas em 0,0% dos cruzamentos em aI, em 10,0% em aV, em 30,0% em iI e em 23,3% em iV; g) as correlações genotípicas tenderam a ser mais altas e foram sempre de mesmo sinal que as fenotípicas, sendo concordantes, em geral, entre os grupos parental e de progênies F_2 ; h) houve uma tendência para o estabelecimento de correlações negativas entre os componentes primários da produtividade, NVP, NSV e PCS, sendo que NVP foi o componente que melhor se correlacionou com PP no inverno e NSV o melhor no verão; i) PCS revelou pouca associação com PP sugerindo que é possível a seleção simultânea para alta produtividade e peso de semente; PSP apresentou, em geral, alta correlação com PP, indicando que vinte plantas competitivas poderiam expressar adequadamente a produtividade total da parcela; j) correlações de ambiente entre os componentes da produtividade e entre estes e PP, foram, em geral, de baixa magnitude; todas as correlações de ambiente envolvendo PP foram positivas, indicando que a ação do ambiente não viria a interferir negativamente no processo de seleção para PP; l) a predição do comportamento das progênies F_2 a partir da média de seus respectivos parentais, com poucas exceções, foi eficiente para todos os caracteres. A predição da produtividade, expressa como PSP, PCO, PCT e PP, a partir de seus componentes primários, NVP, NSV e PCS, é dependente do ambiente considerado. Em cultivo de inverno, NVP foi o componente que melhor predisse o rendimento, enquanto que em cultivo de verão NSV o foi; m) a transformação dos componentes primários da produtividade não redundou em

maior precisão na predição da produtividade; n) a análise da capacidade de combinação pelo método de Griffing revelou que a capacidade geral de combinação, CGC, foi importante na expressão de todos os caracteres em todos os ambientes, enquanto que a capacidade específica de combinação, CEC, foi importante para alguns caracteres em determinados ambientes. Para PP, a CEC foi importante em todos os ambientes; o) Ica-Tuí em ambientes de verão e Mulatinho Vagem Roxa com Estrias em ambientes de inverno, com base em suas médias e em seus valores de (g_1) , apresentaram maiores potenciais para incremento da produtividade; p) dos 14 cruzamentos com altos valores de efeitos de capacidade específica de combinação (s_{ij}), para PP, 11 possuíam pelo menos um dos parentais com (g_1) positivo e produtividade elevada no respectivo ambiente, apresentando, em geral, uma produtividade elevada no respectivo ambiente; q) valores mais elevados para efeitos de capacidade geral de combinação (g_1) , para os diferentes caracteres, ocorreram em diferentes parentais, indicando a existência de complementariedade entre os mesmos. Altas correlações entre (g_1) e as médias de cada um dos parentais sugerem que a análise das médias dos parentais possibilitaria a identificação daqueles com valores altos de (g_1) .

ASSOCIATIONS BETWEEN PARENTAL AND F_2 POPULATIONS
IN COMMON BEAN (*Phaseolus vulgaris* L.)
FOR YIELD AND YIELD COMPONENTS

Author: Irajá Ferreira Antunes

Adviser: Prof.Dr. Natal Antonio Vello

SUMMARY

The main objectives of the present work on common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) were: a) to evaluate mid-parental values as predictors of F_2 generation behaviour; b) to characterize the F_2 generation from crosses among these parents; c) to evaluate the breeding potential of the parents. Parents were Mulatinho Vagem Roxa com Estrias, Roxinho Brilhante, Ica-Tuí, Mulatinho, A-77 and EP 100063. All are bushy types with different seed coat colors.

The six parents were crossed to each other in order to comprise a set of 30 crosses, including the reciprocals. Selfing F_1 plants originated F_2 progenies. Field work was carried out at the Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão - CNPAF, from Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, located in Goianira, GO, at $16^{\circ}40'$ South latitude, $49^{\circ}15'$ W longitude, and 729 m altitude. Sowing months

were February, 1984, for summer growing season and June, 1984, for winter growing season. At each growing season, two soil fertility levels were tested: high fertility and intermediate fertility level. High soil fertility was characterized by early lime application and micronutrient and phosphorus fertilization whereas intermediate soil fertility was characterized by solely early lime application. RCB with three replications was used in the four experiments (environments).

Data were collected on number of pods per plant (NVP), number of seeds per pod (NSVO and NSVT), 100-seed weight (PCSO and PCST), seed weight per plant (PSP), composite seed weight (PCO and PCT) and seed yield per plot (PP). Character symbols having a T letter resulted from transformations aiming to increase the prediction ability (Thomas et alii, 1971). Genetic analysis also comprehended heterosis, heterobeltiosis, correlation among traits and Griffing's (1956b) combining ability analysis (method 2, B mixed model). The following conclusions were attained:

Reciprocal effects were non-significant for most of the traits; environmental effects were significant for all traits; significant growing season X parentals and growing season X F_2 interactions suggested the need for the exploitation of different crosses at each environment; positive and negative heterosis as well as heterobeltiosis were detected for all traits; mid-parental values were efficient in predicting F_2 population performance for all traits whereas yield

prediction based on yield components is environment dependent; yield component transformation was ineffective in F_2 population prediction improvement; genotypic correlations were higher and equal in sign to phenotypic correlations; yield component correlations tended to be negative; NVP was better correlated to yield (PP) in winter environments, whereas NSV was better correlated in summer ones; PCS displayed weak association with PP suggesting that selection for yield could be realized at high seed weight level; PSP has shown to be highly associated with PP at all environments suggesting that twenty plants under competition could well represent plot seed yield; environmental correlations among yield components and yield, and among yield components were in general of low values; F_2 population prediction from mid-parental values was efficient for all traits, with few exceptions; yield prediction as PSP, PCO, PCT and PP from mid-parental values of yield components has shown to be environment-dependent; in winter environments NVP was the best yield predictor among yield components; NSV was the best yield predictor among yield components in summer environments; yield component transformation resulted in non improvement in prediction; combining ability analysis revealed GCA to be important for all traits in all environments, whereas SCA was trait and environment specific in importance; SCA was important in all environments for PP expression although less important than GCA; high (g_i) values for different traits were found in different parents, suggesting complementarity among different parents in superior crosses; high correlation between

(g_i) and mean parental values suggests that high (g_i) parents could be identified from analysis of parental means; Ica-Tuí in summer environments and Mulatinho Vagem Roxa com Estrias in winter environments were considered as the most favorable parents for yield improvement with basis on their (g_i) and mean yield values; from the fourteen crosses with high (s_{ij}) values for PP, eleven were derived from one parent with positive (g_i) for PP and high mean yield for the correspondent environment and high mean yield per se at that environment; combining ability analysis and F_2 generation yield prediction from mid-parental values confirm the very important role of mid-parental values as the first step in parental choice in dry bean yield breeding programs.

1. INTRODUÇÃO

O feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) constitui a fonte mais importante de proteínas da dieta alimentar do brasileiro, devido ao elevado teor deste nutriente em suas sementes, em média 22%, como também ao elevado consumo per capita, em torno de 16 kg/ano.

A regular insuficiência na oferta observada nos últimos anos tem provocado um decréscimo no consumo per capita/ano, ao mesmo tempo em que tem provocado um aumento nos preços do produto. Conseqüentemente, observa-se uma deterioração no valor alimentar da dieta do povo brasileiro.

O incremento da produtividade pela obtenção de novos cultivares seria a melhor forma de superar esta diminuição na oferta. Sua utilização dar-se-ia não só em áreas de cultivo tradicionais mas também naquelas aptas ao cultivo de inverno, encontradas principalmente no Estado de São Paulo e na região Centro-Oeste.

Para que os cultivos nesta época tornem-se eficientes é necessário que se obtenham cultivares melhor adaptados às condições ambientais respectivas. Para que se obtenham novos cultivares provavelmente deverão ser adotadas técnicas

de hibridação.

Para que um programa de hibridação artificial torne-se uma base eficiente para um programa de melhoramento genético é importante a escolha correta dos parentais a serem utilizados.

Esta escolha tornar-se-ia bastante simplificada se fosse possível predizer o comportamento das populações híbridas a serem obtidas tendo como base o comportamento "per se" dos diferentes genótipos potencialmente aptos a serem utilizados como parentais. Desta forma haveria possibilidade de concentrar esforços, recursos e tempo para a prática de seleção dentro das progênies segregantes que apresentassem maior possibilidade de produzirem linhagens agronomicamente superiores.

No Brasil, cultivares com sementes consideradas pequenas (<25 g/100 sementes) são predominantes. O alcance de novos tetos de produtividade passa necessariamente pela introgressão de novos genes no complexo gênico que compreende tais cultivares. Genótipos que possuam boa capacidade de combinação tornam-se importantes no fluxo destes genes, principalmente a partir de evidências de que a herança da capacidade geral de combinação seja controlada por genes principais, ou por famílias de genes (NIENHUIS & SINGH, 1988), facilitando a sua incorporação. Conseqüentemente, a identificação de cultivares com esta característica torna-se básica no alcance de novos patamares de produtividade.

Em feijão, a produtividade de grãos é um caráter com herança de natureza quantitativa que invariavelmente apresenta baixos valores de herdabilidade (SANTOS, 1984). Em casos como este, THOMAS & GRÁFIUS (1976) recomendam que a predição da produtividade das populações híbridas seja feita com o auxílio de seus componentes primários — que são para o feijão número de vagens por planta, número de sementes por vagem e peso de sementes — que, normalmente, tem valores superiores de herdabilidade.

Concomitantemente, é importante que se caracterizem as populações híbridas resultantes, como forma de melhor distingui-las dentro de um processo seqüencial de seleção das melhores populações, sobre as quais se exercerá o processo seletivo subsequente, até o atingimento da homozigose.

O presente estudo, envolvendo cultivares e linhagens de feijão de porte preferencialmente arbustivo, visando o cultivo de inverno em condições ambientais sub-tropicais tem os seguintes objetivos:

- a) verificar a eficiência da média parental na predição da geração F_2 oriunda dos mesmos a partir da produtividade e de seus componentes primários;
- b) estimar parâmetros genéticos de caracteres da produtividade a partir da geração F_2 destes cruzamentos;

- c) caracterizar os cruzamentos com base na média e na variância da geração F_2 e
- d) estimar a capacidade de combinação dos parentais empregados.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Predição da produtividade de sementes

A escolha dos parentais a serem utilizados em um programa de melhoramento genético é a base para o atingimento dos objetivos a que se propõe tal programa. Quando o objetivo é a obtenção de um novo cultivar com potencial de produtividade superior ao daqueles cultivares em uso corrente, é óbvio que os melhores cruzamentos serão aqueles que apresentarem uma probabilidade maior de fornecerem linhagens de alta produtividade.

A grande dúvida que acompanha os fitomelhoradores é se a escolha de determinados parentais dentre um grande número de possíveis parentais, redundará na escolha certa. Como diz NASS (1979) a escolha dos melhores cruzamentos deve ser feita seqüencialmente. Afirma que o primeiro passo deve ser a escolha das populações parentais através do valor parental médio, seguida pela avaliação das respectivas populações F_1 e F_2 , ao fim do que, tendo sido feita a escolha definitiva, sobre estes cruzamentos serão, então, aplicadas as técnicas de melhoramento melhor adequadas à seleção dentro dos cruzamentos.

O sucesso na utilização da média parental na

predição do rendimento potencial de um cruzamento está alicerçado na premissa de que a ação gênica aditiva predomina ao considerar-se a herança do rendimento de sementes. E este fato tem sido comprovado para a grande maioria das espécies autógamas (MOLL & STUBER, 1974).

Em relação ao uso da média parental como forma de predizer o valor agronômico de um cruzamento é interessante observar o comentário do Dr. W.D.Hanson incluído ao final da apresentação de JOHNSON (1963) sobre aplicações da técnica do cruzamento dialélico ao fitomelhoramento: *a partir de dados que eu tenho obtido em soja (e com base nas linhas F_3 superiores em rendimento) tenho sido levado a concluir que a simples apreciação dos valores médios parentais pode ser tão eficientes quanto a sua análise dialélica na seleção dos cruzamentos de maior potencial de produtividade.*

Muitos autores têm testado a validade do uso da média parental na predição do potencial de cruzamentos.

LUPTON & WHITEHOUSE (1957) e WHITEHOUSE et alii (1958) dizem que a tentativa de escolher os melhores cruzamentos a partir da análise dos possíveis materiais parentais "per se", não é eficiente, pois esta informação isoladamente, jamais permitirá estimar a capacidade combinatória destes materiais. Seria necessária uma análise dialélica para identificar os cruzamentos que possuíssem interações não-alélicas, que pudessem produzir linhas com segregação transgressiva. Sugerem que um número grande de cruzamentos deveria ser feito de modo

a eliminar os piores já a partir da avaliação das gerações F_1 . Já em 1955, FOWLER & HEYNE, estudando um cruzamento dialélico 10X10 em trigo chegaram à conclusão de que a média parental não era suficiente para predizer quais aqueles que viriam produzir as melhores linhas puras. Atribuíram como uma das causas de maior significado influenciando a falta de correlação, a ocorrência de doenças de solo, distribuídas desigualmente na área experimental, além da presença de áreas apresentando deficiências hídricas.

STUTHMAN & STUCKER (1975) estudaram um cruzamento dialélico 12X12 em aveia avançando o material por "single seed descent" (SSD) de F_2 a F_4 , a partir de onde derivaram linhas F_6 e F_7 . Devido à alta estimativa da interação aditiva X aditiva, concluíram que a predição de cruzamentos superiores apenas partindo da performance parental, não é efetiva, já que encontraram baixa associação entre as melhores linhas F_6 e F_7 e a média parental.

NASS (1979) encontrou boas correlações para a produtividade entre a F_2 e a média parental em trigo, para um mesmo ano. Entretanto baixas correlações foram obtidas com a F_1 . Quando considerados anos diferentes, as correlações entre a média parental e a F_1 ou a F_2 , foram baixas. Comentou que as diferenças na incidência de doenças de ano para ano, bem como as diferenças no tamanho das parcelas possam ter sido as responsáveis pelas baixas correlações mencionadas. A grande diferença entre os tamanhos de parcela poderia ter ocasionado uma menor capacidade de tamponamento das cultivares parentais quan-

do comparadas com a F_1 e F_2 . Assinala igualmente que quando as parcelas parentais foram de maior tamanho a média parental serviu como boa indicadora do comportamento das gerações F_1 e F_2 .

LEAL (1978) ao dar continuidade em um trabalho de predição em feijão-de-vagem, envolvendo um cruzamento dialélico 5X5, encontrou que o valor médio parental não foi bom indicador do valor potencial de um cruzamento. VOYSEST (1972) manifesta igualmente que as plantas autógamas como feijão, não parecem oferecer outras alternativas práticas para identificar as mais prováveis variedades parentais, que não seja a execução de um cruzamento simples. A idêntica conclusão, chegou PALUDZYSZYN F^o (1982), ao estudar um cruzamento dialélico 8X8 em soja. O coeficiente de correlação entre a média parental e a média das populações F_1 , foi de $r = 0,259$.

Por outro lado, BUSCH et alii (1974), em trigo, avaliando 25 populações resultantes do cruzamento entre quatro cultivares da alta produtividade e quatro de baixa produtividade, observaram que a mais alta frequência de progênies F_5 e F_6 com altas produtividades, originou-se de cruzamentos entre cultivares de alta produtividade. Encontraram que, com base nas médias parentais, seriam selecionadas 64% das progênies de maior produtividade, o que compreenderia cinco cruzamentos do tipo alta produtividade X alta produtividade. THOMAS & GRAFIUS (1976) demonstraram que a predição da produtividade de progênies híbridas F_1 e F_2 de trigo poderia ser aperfeiçoada através da utilização de componentes da produtividade aferidos em popula-

ções passíveis de utilização como parentais.

THOMAS & GRAFIUS (1976) em sua metodologia de predição do comportamento de populações heterozigóticas desenvolvem três etapas: a primeira envolve a remoção das correlações entre os componentes da produtividade, que se estabelecem seqüencialmente, de modo a deixá-los ortogonais entre si; a segunda é uma forma de análise genética com o intuito de medir a perda em variação do segundo componente e dos subsequentes, causada pela influência dos componentes prévios e, ao mesmo tempo, obter uma medida da "real variância genética relativa". A terceira etapa consiste na análise de como esta informação pode ser utilizada na predição propriamente dita.

A remoção das correlações entre os componentes do rendimento proposta por estes autores compreende o emprego de transformações estatísticas desenvolvidas por RAO (1952). Assim, supondo $x_1, x_2, \dots, x_p$ como componentes da produtividade observados, obtêm-se $y_1, y_2, \dots, y_p$ componentes transformados e não correlacionados. Estas transformações obedecem às seguintes relações, segundo THOMAS & GRAFIUS (1976):

$$y_1 = x_1; y_2 = x_2 - a_{21}y_1; y_3 = x_3 - a_{32}y_2 - a_{31}y_1$$

e genericamente,

$$y_p = x_p - a_{p,p-1}y_{p-1} \dots - a_{p1}y_1$$

onde $a_{21} = \lambda_{21}/\lambda_{11}$, $\lambda_{21} = \text{Cov}(x_2, x_1)$ e $\lambda_{11} = V(x_1)$;

$$a_{31} = \lambda_{31}/\lambda_{11} \text{ e } \lambda_{31} = \text{Cov}(X_3, X_1) \text{ e}$$

$$a_{32} = (\lambda_{32} - a_{21}\lambda_{31})/\lambda_{11}. \text{ RAO (1952) propõe}$$

$$a_{32} = (\lambda_{32} - a_{21}\lambda_{31})/V(Y_2), \text{ onde } V(Y_2) = \lambda_{22} - \lambda_{21}a_{21}.$$

Aplicando esta metodologia na predição da produtividade em gerações F_1 e F_2 de trigo e milho, THOMAS & GRAFIUS (1976) classificam os componentes em três categorias: "influentes", "influenciáveis" e "neutros". Deduzem que componentes fortemente influentes não apenas afetam componentes subsequentes na ontogenia da planta, mas também contribuem desproporcionalmente para a determinação da variância da produtividade. Consequentemente, valores da média parental para estes componentes podem ser utilizados com certa exclusividade para a predição da produtividade da geração F_1 ou F_2 .

Assim, em trigo foram determinados os coeficientes de determinação entre o rendimento das gerações F_1 e F_2 e os valores da média parental para cada um dos componentes bem como para o rendimento dos parentais.

A predição da produtividade da geração F_1 não foi explicada quando foram utilizadas as médias dos valores parentais para os quatro componentes estudados; houve progresso (de 1% para 63%) quando a predição envolveu utilização direta do rendimento dos parentais. Para a geração F_2 houve, entretanto, uma inversão (de 66% para 47%). Entretanto, a melhor predição foi obtida quando utilizado o componente mais influ-

ente: na geração F_1 , o componente espigas por planta ($r^2 = 94,0\%^{**}$); e na geração F_2 , espiguetas/espiga ($r^2 = 80,0\%^*$). Estes autores concluem que a predição da produtividade em gerações segregantes pode ser mais acurada pelo uso de componentes influentes, que podem ser identificados pela análise genética que propõem.

BAILEY et alii (1980), também em trigo, a partir de cruzamentos dialélicos e trialélicos igualmente encontraram que as médias de cruzamentos biparentais poderiam ser preditas a partir da análise das médias parentais.

GEBREKIDAN & RASMUSSEN (1970) recomendam a avaliação "per se" de cultivares como forma de predizer os melhores cruzamentos, tendo como base o fato de que cultivares de alta produtividade, produziram uma proporção mais alta de híbridos simples de alta produtividade, quando comparados a cultivares de baixa produtividade, em cevada.

Também em leguminosas, a predição tem funcionado a partir de médias parentais. Assim é que em feijão, QUINONES (1969) encontrou uma correlação positiva e significativa ($r = 0,507$) entre valores de médias parentais e linhas F_3 , derivadas de 22 cruzamentos. Simplesmente observando a média parental, a seleção dos onze melhores cruzamentos viria a favorecer oito das onze melhores progênes derivadas dos 22 cruzamentos.

EVANS (1973) encontrou uma correlação altamente

significativa entre a produtividade média parental esperada e a produtividade de famílias F_3 ($r = 0,959***$). Ao mesmo tempo, progênies do cultivar Glencorse que se haviam portado bem nas gerações F_1 e F_2 , cultivadas espaçadamente, apresentaram um mau desempenho em F_3 , sob condições de competição. Concluiu que a grande predominância da variação genética era de natureza aditiva, sendo provável que fossem obtidas respostas à seleção para rendimento em gerações avançadas.

HAMBLIN & EVANS (1976) encontraram que a densidades normais e com a eliminação de fatores estranhos ao rendimento (como a ocorrência de doenças, por exemplo) foi possível uma predição perfeita dos melhores cruzamentos, a partir do valor parental médio. Verificaram ser esta predição válida mesmo sob a ocorrência de interações parentais X ambientes. Entretanto, tanto os valores parentais médios quanto as populações, tendem a ser tamponados contra interações ambientais. Estes autores comentam que resultados paradoxais a estes encontrados por outros autores seriam devidos a uma forte pressão de fatores ambientais adversos favorecendo genótipos específicos. Acrescentam que perdas devido a doenças e pragas podem confundir os resultados, e que seria de capital importância ao estimar-se o potencial de cultivares para cruzamentos, a eliminação destes agentes externos, de forma a permitir a expressão plena da produtividade.

VARLAKHOV et alii (1981) determinaram que em ervilha com base na análise de divergência genética, e na ca-

pacidade geral de combinação, é possível selecionar os melhores cruzamentos, com base no comportamento das cultivares parentais.

Da mesma forma como a média parental tem sido utilizada como ponto de referência para a predição de melhores cruzamentos, com as contradições encontradas na literatura quanto a sua validade, também as populações F_2 utilizadas em "bulk", constituem-se em contraditórias ferramentas na predição. A desvantagem em relação à média parental, desde que esta fosse válida, reside na necessidade de realizar o cruzamento e, além, avançar mais uma geração. No entanto, podem ser apontadas duas vantagens no uso das populações F_2 : 1.^a) como inúmeros autores apontam, a capacidade de combinação de dois materiais, sua complementaridade, só pode ficar plenamente elucidada pela realização do cruzamento e 2.^a) após a realização dos cruzamentos, com base no comportamento parental, o melhorista terá uma base consistente para eliminação dos piores cruzamentos.

FOWLER & HEYNE (1955) que pelas razões já apontadas, não obtiveram boas correlações entre a média parental e aquelas linhas homozigotas, não obtiveram igualmente boas correlações entre as populações F_2 e as linhas homozigóticas. Segundo os autores, os resultados por eles encontrados, estavam em oposição àqueles encontrados por IMMER (1941), onde a produtividade média das populações F_2 e F_3 em cevada era apontada como valiosa fonte de detecção dos melhores cruzamentos dentro

de um determinado grupo. LUPTON & WHITEHOUSE (1957) estudaram o rendimento de populações F_2 , F_3 e F_4 em "bulk", em gerações sucessivas derivadas de 10 cruzamentos. Revelam que a heterose foi alta na geração F_1 e foi decrescente em gerações sucessivas de autofecundação até aproximar-se da média parental em gerações avançadas. Foram detectadas grandes oscilações na produtividade dos "bulks" com o decorrer dos anos. Julgam que os principais motivos de tais oscilações seriam os altos desvios-padrões de tais experimentos e as perdas devidas à ocorrência de doença de incidência variável de ano para ano. Este fato é de capital relevância, quando se analisam as observações de HAMBLIM & EVANS (1976) de que para que as predições, utilizando as médias parentais e/ou, como veremos logo a seguir, "bulks" de populações segregantes, funcionem, é necessário que se eliminem os fatores estranhos ao rendimento. Justifica-se dessa forma a inexistência de boas correlações entre médias de "bulks" F_2 , F_3 e F_4 e médias de linhas homozigotas nestes trabalhos. Um outro objetivo do trabalho de NASS (1979) foi a estimação da validade das predições da produtividade em trigo, a partir das gerações F_1 e F_2 e de dois cruzamentos de alta produtividade e de dois cruzamentos de baixa produtividade. Como resultado, linhas F_4 oriundas de cruzamentos de alta produtividade, nas gerações F_1 e F_2 , foram superiores àquelas derivadas de cruzamentos de baixa produtividade naquelas gerações. A predição a partir de gerações precoces, funcionou.

Em feijão, HAMBLIN & EVANS (1976) observaram que além da média parental, quaisquer das gerações precoces,

conduzidas em "bulk", permitiram predições precisas do potencial de cruzamentos como fontes de progênies homozigóticas. Isto significa que qualquer cruzamento que apresentar um mau comportamento em gerações precoces, poderá ser eliminado sem que exista alto risco de que se esteja rejeitando um cruzamento de alto potencial. Por sua vez, LEAL (1978) revela que, através de um estudo com feijão-de-vagem, a predição do potencial de um cruzamento a partir da geração F_2 , com base no comportamento de linhas F_5 e F_6 semeadas em covas, mostrou-se de "eficiência relativa" para o rendimento. Isto se deve ao fato de que de dois cultivares apontados como mais aptos a produzirem cruzamentos de alto potencial de rendimento, apenas um efetivamente produziu as progênies de maior produtividade.

Por sua vez SNEEP (1977) não advoga a possibilidade de seleção na geração F_2 , com base em planta individual, o que aliás é uma constante entre a maioria dos melhoristas de autógamas. Justifica dizendo que a probabilidade de selecionar uma planta contendo todos os genes favoráveis é muito pequena sendo necessária uma população F_2 muito grande para permitir encontrar o genótipo procurado. Advoga que o ponto de partida para a seleção das melhores progênies está na geração F_3 . Diz que progênies de plantas F_2 que tenham sido semeadas espaçadamente para permitir maior produção de sementes, poderão pelo menos em trigo, ser cultivadas em parcelas de 3 fileiras em densidade normal de cultivo. Esta sua idéia foi contestada por KNOTT (1979) que determinou para trigo, que os testes de rendimento na geração F_3 utilizando 2 repetições, quando compara-

dos com as seleções baseadas no método SSD (single seed descent) não ofereceram vantagem. Isto se deve principalmente aos custos adicionais advindos destes testes. Relata ainda que a ineficiência dos testes na geração F_3 é devida provavelmente à interação genótipo-ambiente. Segundo ele seleções na geração F_3 feita em apenas um ambiente (limitação esta imposta pela disponibilidade de sementes), frequentemente não se comportam bem em gerações avançadas quando o ambiente muda. Estas seleções dariam boas correlações com gerações avançadas, desde que o ambiente fosse o mesmo. Em feijão, segundo FOUILLOUX (1983), o mesmo acontece quando se analisam progênies de plantas F_2 em experimentos com 4 repetições de uma fileira de 20 plantas por parcela. Os coeficientes de variação são altos (de 15 a 20%), não permitindo a seleção em bases confiáveis.

Sob o ponto de vista aplicado, a literatura aproxima-se da unanimidade no que diz respeito ao alto valor da média de uma população ("bulk") em F_2 , como forma de prever quais os melhores cruzamentos em termos do potencial que apresentam como fornecedores de linhas homozigóticas.

Mesmo aqueles autores que não encontraram resultados satisfatórios, como FOWLER & HEYNES (1955), LUPTON & WHITEHOUSE (1957) e WHITEHOUSE et alii (1958), reconhecem que causas estranhas à produtividade contribuíram para isto. Mencionam a ocorrência de doenças e de deficiências hídricas, como as mais prováveis.

Segundo HAMBLIN & EVANS (1976), desde que se

eliminem estes fatores, de modo a permitir a expressão máxima da produtividade, a predição funciona ao nível de qualquer geração. Esta idéia é corroborada por SANTOS (1984) ao encontrar que em dois ambientes classificados como bom e ruim, obteve a expressão máxima dos efeitos aditivos no ambiente bom. Além disso, conforme apontam HAMBLIN & EVANS (1976), as modificações no ambiente teste, de ano para ano, não chegaram a alterar o comportamento dos "bulks", confirmando a validade das predições. Outro fator que deve ser considerado, é a competição intergenotípica. Se no entanto as populações F_2 forem testadas sob as mesmas condições de densidade, para as quais as populações estão sendo selecionadas, as correlações se mantêm altas (HAMBLIN & ROSIELLE, 1978).

A melhor avaliação de diversos cruzamentos, através de suas populações F_2 , deve incluir testes de rendimento, protegidos de fatores que possam afetá-lo, em densidades comerciais, com repetições e, se possível, em diversos locais (HAMBLIN & EVANS, 1976; JOSHI, 1979). Entretanto, quando uma doença é, reconhecidamente, um fator limitante, é muito importante avaliar estes cruzamentos na sua presença. A combinação das respostas do potencial de produtividade de um cruzamento na ausência e na presença da doença, permitirá de uma forma ainda mais eficiente, selecionar os melhores.

A seleção dos melhores cruzamentos deve feita seqüencialmente (NASS, 1979). Esta seqüência deve ser: 1º) a escolha das populações parentais através do valor parental mé-

dio; 2º) a avaliação das populações F_1 e 3º) a avaliação das populações F_2 . Sobre os cruzamentos selecionados ao final destas três fases, serão, então, aplicadas as técnicas de melhoramento melhor adequadas à seleção dentro de cruzamentos.

A partir da hipótese de que a avaliação da geração F_2 pode ser eficientemente utilizada na predição do comportamento de um cruzamento como fonte de linhagens homozigóticas, torna-se fundamental o conhecimento do valor parental médio como elemento de predição do comportamento da geração F_2 .

2.2. Correlações entre caracteres

De acordo com BRIM (1973), a variação correlacionada de dois caracteres pode ser devida a causas genéticas similares ou a uma resposta similar a influências ambientais. Estes dois componentes podem ser separados estatisticamente e se as correlações genéticas são altas, é possível selecionar para um dos caracteres através da seleção do caráter associado. Isto seria particularmente vantajoso quando um dos caracteres possuir alto valor econômico mas baixa herdabilidade, quando comparada à herdabilidade do caráter associado. Para características que possuem relações físicas bastante claras como é o caso do rendimento e seus componentes, esta estratégia tem sido bastante empregada (MOLL & STUBER, 1974).

Na literatura, os componentes da produtividade, usualmente são identificados por letras, sendo o número de vagens por planta X, o número de sementes por vagem Y, o peso da

semente Z e a produtividade por W.

No presente trabalho, simbologia alternativa é utilizada. Assim, o número de vagens por planta é identificado por NVP; o número de sementes por vagem por NSV e o peso da semente por PCS. Na revisão de literatura, a produtividade de grãos é representada por W, enquanto que na apresentação e discussão dos resultados, por PSP, PCO e PP como sendo o peso de sementes por planta, o produto dos componentes primários de produtividade e a produção de sementes da parcela, respectivamente. Adicionalmente, a menção dos componentes da produtividade implica, nesta revisão, na adoção das letras CP para identificá-los de forma global. Ao analisar-se a correlação entre W e seus CP's em feijão, observa-se que, em geral W correlaciona-se positivamente com NVP, NSV e PCS. Examinando-se estas correlações individualmente, observa-se que NVP é o componente melhor correlacionado com W, sendo tais correlações positivas e normalmente altas (PINCHINAT & ADAMS, 1966; DENIS, 1967; COYNE, 1968; HERNANDEZ-BRAVO, 1975; PANIAGUA & PINCHINAT, 1976; RAMALHO et alii, 1979b).

CAMACHO et alii (1964) computaram correlações fenotípicas e genotípicas entre NVP, NSV, PCS e W numa população de quarenta e nove progênies homozigóticas. Todas as correlações entre CP's foram negativas. No entanto W correlacionou-se positivamente com todos os CP's. Considerando-se apenas as correlações genotípicas, o maior valor obtido foi entre NSV e W (0,987) contra 0,241 (PCS, W) e 0,099 (NVP, W). Por outro

lado, um aumento em NVP produziu um decréscimo em NSV ($NVP, NSV = -0,553$) enquanto um aumento em NSV promoveu uma redução em PCS ($NSV, PCS = -0,541$). A correlação entre NVP e PCS foi de $-0,268$. Correlações genotípicas foram preponderantemente superiores em valor às correlações fenotípicas.

PINCHINAT & ADAMS (1966) estudaram os efeitos da hibridação e da irradiação com neutrons sobre a seleção para alto rendimento (W) e altos valores de CP's. Em 1963, as populações parentais e híbridas foram avaliadas sob condições de campo, em fileiras individuais de 3 m de comprimento com 0,81 m entre fileiras e 0,075 m entre plantas dentro das fileiras. Os resultados mostraram que nem os intercruzamentos nem o tratamento com radiação foram capazes de alterar as correlações entre os CP's. NVP foi negativamente correlacionado com NSV ou PCS, mas os coeficientes foram de pequena magnitude. Em geral, W foi significativamente correlacionado com cada um dos CP's. Entretanto, apenas W, NVP apresentou valores acima de 0,7. Coeficientes de regressão de W e NVP foram altamente significativos em todos os tratamentos. Para NSV e PCS, os coeficientes de regressão de W aumentaram no segundo ciclo de intercruzamentos. Ao mesmo tempo, NSV e PCS aparentemente não são fortemente relacionados. Concluem os autores que NVP parece ser o fator predominante no rendimento dos tipos estudados (navy beans), o que representa um problema sério para o melhoramento, já que NVP seria o CP mais sujeito a influências ambientais.

ADAMS (1967) observa que sob condições de não

competição, valores de correlação entre CP's, aproximam-se de zero, contrastando com valores negativos e significativos para estas correlações quando as plantas de feijão estão sujeitas a estresses ambientais. Sugere que as correlações negativas surgem em função do desenvolvimento seqüencial dos CP's e não de relações genéticas entre os mesmos, "per se". Cada CP seria geneticamente independente dos demais CP's.

DENIS (1967) encontrou os seguintes valores para as correlações fenotípicas: $W, NVP = 0,73^{**}$; $W, NSV = 0,19$; $W, PCS = -0,13$; $NVP, NSV = -0,42^{**}$; $NVP, PCS = -0,56^{**}$ e $NSV, PCS = -0,62^{**}$. As correlações genotípicas revelaram valores de 1,06 (W, NVP); 0,17 (W, NSV); -0,71 (W, PCS); -1,62 (NVP, NSV); -2,31 (NVP, PCS) e 1,44 (NSV, PCS). Aponta o autor que os valores obtidos para as correlações mostraram-se erráticos. Entretanto, aparentemente W possuiria uma relação estreita e positiva com NVP , negativa com PCS e uma pequena e positiva relação com NSV .

COYNE (1968) determinou coeficientes de correlação simples e parcial entre W e os CP's, e entre pares de CP's em gerações parentais e derivadas de três cruzamentos entre cultivares de feijão. Todas as correlações parciais foram altas entre W e cada um dos CP's, indicando que cada componente foi igualmente importante na determinação de W . A única exceção foi na geração F_2 de dois dos cruzamentos onde NVP foi mais importante do que NSV e PCS . Os coeficientes de correlação parcial entre os CP's, em sua maioria, foram baixos e po-

sitivos, sugerindo ser possível selecionar para um dos CP's sem produzir uma concomitante redução nos outros. Como consequência, seria possível desenvolver linhas de feijão a partir dos referidos cruzamentos que teriam um aumento na expressão de um dos CP's, sem diminuir os demais. Os coeficientes de correlação simples foram baixos para W e PCS e W e NSV. Valores para W, NVP foram altos, positivos e significativos. Coeficientes de correlação entre CP's para quarenta e nove plantas de 'GN Nebraska nº 1' foram não significativamente diferentes de zero, tanto para plantas espaçadas como sob regime de competição.

DUARTE & ADAMS (1972) realizaram um estudo sobre os efeitos diretos e indiretos do número e tamanho de folhas sobre os CP's e destes CP's sobre W, pela técnica de análise do coeficiente de trilha (path-coefficient). Dados para a análise foram obtidos de famílias F_3 e F_4 cultivadas em três locais. A seleção foi praticada para cada um dos CP's separadamente a três níveis de expressão: alto, modal e baixo. Os resultados permitiram concluir que NVP exerceu um efeito preponderante sobre W em todos os casos estudados. Além disto, em famílias onde a seleção produziu tipos divergentes quanto a NSV e PCS, estes CP's igualmente assumiram papéis importantes na determinação do rendimento.

AGGARWAL & SINGH (1973) observaram grande semelhança entre as estimativas das correlações fenotípicas e genotípicas ao estudarem trinta e cinco cultivares de feijão.

Correlações fenotípicas foram significativas entre NVP e W ($0,343^*$), NSV e W ($0,381^*$) e PCS e W ($0,356^*$). Dentre os CP's, a correlação foi positiva para NVP, NSV, sendo negativas para NVP, PCS; NSV, PCS.

HAMBLIN (1973) estudando sessenta e quatro cultivares em um látice 8X8 triplo, encontrou uma correlação entre produção por parcela (W) e peso de cem sementes um valor de $-0,30^*$, que considerou como pequena.

HERNANDEZ-BRAVO (1975) estudou os CP's em sessenta e seis linhas semeadas em uma fileira simples de 0,50 m com um espaçamento de 0,10 m entre plantas. A partir das observações, determinou coeficientes de correlação simples entre CP's e W. W correlacionou-se positiva e significativamente com NVP e NSV ($0,68$ e $0,41$, respectivamente) e negativa e significativamente com PCS ($-0,26$). A correlação entre NVP e NSV foi positiva e significativa ($0,39$) sendo que PCS correlacionou-se negativa e significativamente com NVP ($-0,46$) e NSV ($-0,54$).

PANIAGUA & PINCHINAT (1976) determinaram correlações fenotípicas e genotípicas altamente significativas entre W e os CP's, exceto com PCS na população de grãos pretos. Os coeficientes determinados para a população de grãos pretos foram $0,82$ e $0,75$ (fenotípico e genotípico, respectivamente) para W, NVP; $0,50$ e $0,70$ para W, NSV; $0,11$ e $0,02$ para W, PCS; $0,08$ e $0,11$ para NVP, NSV; $-0,05$ e $0,07$ para NVP, PCS e $0,15$ e $0,15$ para NSV, PCS. Na população de grãos vermelhos, os valores obtidos foram $0,83$ e $0,81$ para W, NVP; $0,57$ e $0,70$ para W,

NSV; 0,22 e 0,25 para W, PCS; 0,21 e -0,28 para NVP, NSV; -0,01 e -0,01 para NVP, PCS e -0,01 e 0,00 para NSV, PCS. Dizem os autores que o rendimento de grãos nas linhas estudadas poderia ser melhorado através da seleção de números de vagens por planta (NVP), número de sementes por vagem (NSV) e número de nós por planta, respectivamente. A seleção para tamanho de semente dependeria primariamente das preferências de mercado.

HARDWICK et alii (1978) estudaram cultivares exóticos, selecionados para tolerância a baixas temperaturas em ambientes controlados, em condições de campo, em seis locais. Determinaram que as interações genótipos X ambientes para rendimento e CP's foram pequenas. Para os CP's, a variação genotípica (cujo valor médio para os três CP's foi de 19,5%) foi superior à variação ambiental (em média 13,7%). Entretanto, para W, observou-se o oposto (32,3% para variação ambiental contra 5,9% para variação genotípica). As correlações genotípicas entre CP's e W, predominantemente negativas, incluíram um valor positivo, entre W e PCS.

RAMALHO et alii (1979a) estimaram correlações fenotípicas e genotípicas em progênies dos cultivares Paraná e Pintado. Todas as correlações fenotípicas entre cada um dos CP's e W foram significativas e, de um modo geral, elevadas. Houve uma boa concordância entre correlações fenotípicas e genotípicas. Para as progênies de Paraná foram obtidas as seguintes estimativas para as correlações genotípicas e fenotípicas, respectivamente: NVP, W = 0,8520 e 0,8874**; NSV, W =

0,1126 e 0,3043*; PCS, $W = 0,1443$ e $0,3630^*$; NVP, $NSV = -0,2411$ e $0,0071$; NVP, PCS = $-0,6157$ e $-0,1587$; NSV, PCS = $0,3002$ e $0,2454$. Para as progênies de Pintado, foram obtidas as seguintes estimativas: NVP, $W = 0,9340$ e $0,9090^{**}$; NSV, $W = 0,8347$ e $0,6422^{**}$; PCS, $W = 0,8466$ e $0,6973^{**}$; NVP, $NSV = 0,5517$ e $0,3809^{**}$; NVP, PCS = $0,2722$ e $0,5125^{**}$; NSV, PCS = $0,8278$ e $0,3719^{**}$. Estimativas de resposta correlacionada à seleção, mostraram que a seleção para CP's correspondeu a um aumento na produção (W). Para as progênies de Paraná, a seleção para NVP foi a que mais contribuiu para um aumento em W , sendo no entanto 50% inferior ao ganho esperado por seleção direta para W . Em relação às progênies de Pintado, as respostas correlacionadas apresentaram estimativas mais elevadas. De um modo geral, a seleção para NVP, NSV e PCS contribuiu para o ganho em produção por planta (W), em cerca de 70% do ganho esperado pela seleção direta de W .

SANTOS (1984) encontrou grande concordância entre correlações genéticas aditivas e fenotípicas entre W e seus CP's quando estudou um cruzamento dialélico 7X7 e suas progênies F_2 em feijão, em dois locais. Entretanto, W correlacionou-se fenotípica e geneticamente apenas com NVP. Entre CP's, observou que as correlações fenotípicas foram em geral elevadas, negativas e semelhantes em ambos os locais. A única correlação fenotípica não significativa foi entre NVP e NSV.

NIENHUIS & SINGH (1986) estudando cruzamentos entre linhas de feijão de sementes pequenas, médias e grandes, encontraram correlações fenotípicas positivas entre W e número

de vagens/m² e entre W e NSV. Já a correlação entre W e PCS foi negativa. Entre CP's, número de vagens/m² foi negativamente correlacionada com PCS, bem como foi negativa a correlação entre PCS e NSV. Número de vagens/m² e NSV foram não correlacionados.

2.3. Heterose e heterobeltiose

2.3.1. Número de vagens por planta (NVP)

Há diversas formas de avaliar o comportamento de uma população híbrida. A forma mais¹ usual é através da comparação com a média dos parentais que originaram tal população híbrida, sendo este parâmetro de natureza genética conhecido como "heterose". Quando a comparação é feita em relação ao parental superior, o fenômeno é denominado de "heterobeltiose". Quando a comparação é relacionada com um cultivar ou híbrido tomado como padrão, a medida é conhecida como "heterose padrão" (VIRMANI & EDWARDS, 1983).

COYNE (1968) estudando correlação entre herdabilidade e seleção de CP's em três cruzamentos de feijão, para um deles ('Great Northern 1140' X PI 165 078), encontrou dominância completa para número alto de vagens (NVP). Neste trabalho, Coyne empregou um espaçamento entre plantas de aproximadamente 0,46 m. Para comparar os efeitos da competição sobre as correlações entre os diversos CP's, semeou um dos parentais, 'G.N. Nebraska nº 1', sob densidade normal de plantio comercial.

VOYSEST (1972) obteve seis populações híbridas F_1 e, juntamente com os respectivos parentais, investigou através de um experimento em blocos casualizados, a ocorrência de heterose para a produtividade e seus CP's. A distância entre as plantas na fileira foi de 0,15 m. Encontrou grande variabilidade para NVP entre as populações. Ao comparar a heterose existente na geração F_1 com aquela na geração F_2 , concluiu que para NVP, tornava-se evidente o possível envolvimento de fatores epistáticos.

ALBUQUERQUE & VIEIRA (1974) estudando possíveis manifestações de heterose em cinco cruzamentos com o cultivar 'Manteigão Fosco 11', encontraram significância na geração F_1 para heterose em todos os cruzamentos. Tomaram como base a média dos parentais, e utilizaram como parcela uma planta F_1 , espaçada em 0,70 m longitudinalmente e em 1,0 m lateralmente, de outra parcela, num total de sessenta repetições.

AMIRSHAHI & SARAFI (1975) estudando as gerações parentais, F_1 , F_3 e linhas F_3 obtidas a partir de plantas F_2 selecionadas, em um delineamento em blocos casualizados com quatro repetições com parcelas onde as plantas estavam distribuídas a 0,20 m de distância na fileira e 1,0 m entre fileiras, observaram que houve uma redução em NVP da geração F_2 para a geração F_3 . Certas linhas F_3 , no entanto, possuíam valores de NVP superiores ao melhor dos parentais para este caráter.

TONGUTHAISRI (1977) estudou a herança de NVP e de outros componentes morfológicos em dois experimentos dialé-

licos (um deles 5X5 e o outro 8X8). Para este caráter não foi detectada aditividade em ambos experimentos, havendo entretanto, manifestação de heterose nas gerações F_1 e F_2 , sendo, nesta última, de menor magnitude.

SARAFI (1978) realizou um experimento em que cruzou um cultivar iraniano ('Torbat') e um cultivar americano ('Pinto III'). De posse das gerações parentais, F_1 , F_2 , linhas F_3 selecionadas aleatoriamente e linhas F_3 selecionadas na F_2 por maiores valores de NVP, instalou seu experimento em um delineamento em blocos casualizados com quatro repetições, onde as plantas, nas fileiras, estavam distanciadas em 0,20 m, estando as fileiras a 1,0 m uma da outra. Para NVP encontrou que a expressão do caráter neste cruzamento estava influenciada por genes com dominância parcial ou quase completa. Ao mesmo tempo encontrou heterose significativa (em relação à média dos parentais), para NVP nas progênies F_3 . Este mesmo autor em 1981, relata que no intuito de melhor selecionar para rendimento e resistência ao mosaico comum do feijão (BCMV), estudou dois grupos de cruzamentos dialélicos, o primeiro envolvendo quatro cultivares e suas gerações F_1 , e o segundo compreendendo cinco cultivares e seus respectivos híbridos F_1 . Estes cultivares além de mostrar diferentes reações ao BCMV, apresentavam diferentes manifestações em seus CP's. Encontrou que a capacidade geral de combinação para NVP foi geralmente significativa para os cultivares estudados (o que, segundo MOLL & STUBER, 1974, seria reflexo de uma variância genética de tipo proponderantemente aditivo). Igualmente, detectou heterose em

nível considerável para NVP em ambos experimentos realizados.

NIENHUIS & SINGH (1986) encontraram heterose significativa e positiva para NVP em dois locais, na Colômbia.

2.3.2. Número de sementes por vagem (NSV)

COYNE (1963) a partir do cruzamento GN 140 X PI 165 078 detectou a presença de heterose significativa para NSV.

EVANS (1970) a partir de um cruzamento dialélico entre oito cultivares de origem geográfica distinta, procurou avaliar a diversidade genética disponível bem como determinar a melhor forma de utilizá-la num programa de melhoramento. As cinquenta e seis plantas F_1 com seus respectivos recíprocos e cinquenta e seis famílias F_2 , bem como as populações parentais foram testadas num experimento em látice cúbico com três repetições. Heterobeltiose foi definida como um desvio positivo significativo, para todos os cruzamentos, dos parentais superiores, ou como um desvio negativo significativo, para todos os cruzamentos, dos parentais inferiores. O grau de heterose foi expresso como a percentagem da correspondente média dos parentais. Heterose para NSV foi determinada na geração F_1 , e de acordo com a definição, atingiu um valor igual a +2,26 (significativo ao nível de 0,05 de probabilidade).

VOYSEST (1972) concluiu que a ação gênica envolvida na expressão de NSV era na maior parte aditiva, haven-

do manifestação de heterose em apenas alguns dos cruzamentos estudados. Além disso, observou que nenhuma das progênes F_2 mostrou-se significativamente superior à média dos parentais.

ALBUQUERQUE & VIEIRA (1974) obtiveram estimativas que variaram de 179,5%, superior à média parental (em um cruzamento entre 'Manteigão Fosco 11' X '*Phaseolus aborigineus* 283') a 25,5%, em cinco cruzamentos.

AMIRSHAHI & SARAFI (1975) observaram que houve uma diminuição na intensidade do caráter da geração F_2 para F_3 , muito embora certas linhagens F_3 apresentassem valores de NSV mais altos do que a média parental.

TONGUTHAISRI (1977) encontrou um tipo de herança aditiva para NSV após a análise dialélica da geração F_2 de em cruzamento 5X5. Esta aditividade, no entanto, não foi detectada nas gerações F_1 daquele dialelo, bem como de um segundo, envolvendo oito cultivares. Heterose foi alta no F_1 , tendo decrescido no F_2 pelo aumento da homozigosidade, como esperado.

SARAFI (1978) concluiu que a ação gênica presente na herança de NSV a partir de um cruzamento feito entre um cultivar iraniano e um cultivar americano, era do tipo com dominância parcial ou quase completa. Mencionou que houve manifestação de heterose na geração F_2 para NSV nas linhas selecionadas. Já SARAFI (1981) relata que em todos os experimentos dialélicos que investigou, foi observado um nível considerável de heterose para NSV.

NIENHUIS & SINGH (1986) estudando a ocorrência de heterose em cruzamentos de feijão, detectaram heterose significativa para NSV.

2.3.3. Peso de semente (PCS)

VOYSEST (1972) através do estudo das gerações F_1 e F_2 de cinco cruzamentos, determinou que a maior parte da ação gênica envolvida na expressão de PCS era aditiva. Heterose manifestou-se em apenas alguns dos cruzamentos.

ALBUQUERQUE & VIEIRA (1974) encontraram valores significativos para heterose em três dos quatro cruzamentos estudados.

SARAFI (1978) ao estudar a evolução do caráter através de gerações segregantes de um cruzamento entre dois cultivares encontrou que para PCS houve uma diminuição na expressão do caráter da geração F_2 para F_3 , sendo que nesta geração, determinadas progênies apresentaram valores superiores ao parental de sementes grandes. Relata que houve dominância parcial ou quase completa na expressão de PCS neste cruzamento entre 'Pinto III' e 'Torbat'.

TONGUTHAISRI (1977) em dois dialelos estudados encontrou herança aditiva para PCS, tanto na geração F_1 como F_2 . Heterose foi alta na geração F_1 , decrescendo na geração F_2 .

REIS et alii (1981) estimaram parâmetros genéticos para peso e comprimento de semente a partir dos cruzamentos 'Manteigão Fosco 11' X 'Rosinha EEP 125-19' e 'Roxão' X 'Small White'. Para isto semearam as populações parentais, F_1 , F_2 e os respectivos retrocruzamentos, em parcelas onde o espaçamento entre fileiras foi de 0,50 m e entre covas, dentro da fileira, de 0,20 m, com duas plantas por cova. Determinaram para PCS uma preponderância de genes aditivos condicionando sua variabilidade. Detectaram heterose negativa no cruzamento 'Manteigão Fosco 11' X 'Rosinha EEP 125-19' igual a -12,9% em relação à média parental.

NIENHUIS & SINGH (1986) igualmente detectaram heterose positiva e significativa para PCS dentre 36 cruzamentos de feijão.

2.3.4. Rendimento ou produtividade de grãos (W)

EVANS (1970) estudou um cruzamento dialélico entre oito cultivares. Encontrou na geração F_1 uma heterose média para W significativa (31,74%), sendo na geração F_2 não significativa (3,47%). Entretanto, na análise, ao omitir as famílias derivadas dos dois únicos cultivares de hábito indeterminado, a heterose mostrou-se positiva e estatisticamente significativa. Segundo a autora, as diferenças morfológicas entre os cultivares (de hábito determinado e de hábito indeterminado) eram acompanhadas por diferenças genotípicas que produziam F_1 's superiores, mas posteriormente, segregações não bem balanceadas. A combinação de cultivares determinados, no

entanto, produziu um nível considerável de heterose para a produtividade, que se manteve na geração F_2 .

VOYSEST (1972) encontrou heterose em cinco dos seis híbridos estudados. A heterose foi mais notória em cruzamentos onde as linhas parentais diferiam reciprocamente em seus componentes (combinações de linhas com alto NSV e baixo PCS e linhas com baixo NVP, NSV e alto PCS). As evidências encontradas não permitiram concluir que a heterose para o rendimento pudesse ser o resultado de uma ação gênica multiplicativa.

CHUNG & STEVENSON (1973) encontraram sobredominância no controle do alto rendimento, sendo detectadas diferenças significativas entre efeitos dominantes para locais.

ALBUQUERQUE & VIEIRA (1974) determinaram heterose significativa para W nos cinco cruzamentos estudados.

SARAFI (1981) determinou heterose para o rendimento em todos os experimentos estudados, sendo a capacidade geral de combinação (CGC) normalmente significativa.

Em Palmira, heterose foi observada em 25 e heterobeliose em 20 cruzamentos de 36 estudados. Já em Popayan, heterose foi detectada em 17 cruzamentos e heterobeliose em 4 dos 36 cruzamentos estudados em feijão por NIENHUIS & SINGH (1986).

2.4. Capacidade de combinação

Cruzamentos dialélicos têm sido bastante utilizados na identificação de parentais superiores em espécies autógamas. GRIFFING (1956 b) desenvolveu quatro métodos de análise, já consagrados, aplicados de acordo com as populações estudadas, que são: método 1 - envolve as populações parentais e os híbridos oriundos de cruzamentos em ambos os sentidos; método 2 - envolve as populações parentais e os híbridos oriundos de cruzamentos em um sentido; método 3 - envolve as populações híbridas oriundas de cruzamentos em ambos os sentidos e método 4 - envolvendo as populações híbridas oriundas de cruzamentos em um sentido apenas. Estas análises permitem estimar as capacidades geral e específica de combinação, termos inicialmente conceituados por SPRAGUE & TATUM (1942).

Quando um genótipo parental participa de uma série de combinações híbridas, ele pode ser caracterizado pelo comportamento médio dos cruzamentos em que participou. O desvio entre o comportamento médio do parental e a média geral da tabela dialélica é chamado capacidade geral de combinação do parental. Dessa maneira, o comportamento de um cruzamento biparental pode ser predito pela soma das capacidades gerais de combinação dos dois parentais mais um desvio (positivo ou negativo) denominado capacidade específica de combinação. FALCONER (1939) expressou este conceito algebricamente como sendo:

$$X - \bar{X} = CGC_P + CGC_Q + CEC_{PQ}$$

onde:

- X : comportamento do cruzamento X entre os parentais P e Q ;
- $\bar{X}$: média geral da tabela dialélica;
- CGC_P, CGC_Q : capacidade geral de combinações dos parentais P e Q , respectivamente;
- CEC_{PQ} : capacidade específica de combinação entre P e Q .

De acordo com a forma com que os parentais são amostrados, dois modelos básicos podem ser estabelecidos. No modelo I, em que os efeitos são fixos, o material experimental é deliberadamente escolhido sendo a informação obtida aplicável ao grupo de parentais em análise. Aqueles com boa CGC podem ser selecionados (HALLAUER & MIRANDA FILHO, 1981), bem como combinações superiores podem ser identificadas (GRIFFING, 1956 b). Adicionalmente a análise da CGC permite evidenciar a importância relativa de genes com efeitos aditivos na manifestação de um dado caráter, visto que a CGC resulta, principalmente, da variância genética aditiva e da epistática aditiva $\times$ aditiva. Por outro lado, a CEC decorre da variância genética dominante e de outros tipos de componentes da interação epistática (GRIFFING, 1956b). No modelo II, em que os efeitos são aleatórios, as inferências são tomadas em relação aos parâmetros estimados de uma população referência em um sentido mais amplo não se limitando aos parentais utilizados.

Em feijão, diversos autores têm constatado uma importância tanto das variâncias de CGC como de CEC na expressão da produtividade de grãos (SINGH & SAINI, 1982, 1983; MI-

TRANOV, 1983; VAID et alii, 1985; NIENHUIS & SINGH, 1986; WAS-SIMI et alii, 1986), sendo, nestes trabalhos, a variância da CGC invariavelmente superior àquela da CEC. FOOLAD & BASSIRI (1983), entretanto, encontraram que a CEC foi mais importante do que a CGC.

O estudo da capacidade de combinação dos componentes primários da produtividade (CP's) revela que em geral tanto a CGC como a CEC são importantes na expressão dos mesmos. Assim VAID et alii (1985) observaram que os quadrados médios da CGC e da CEC foram significativos para NVP, NSV e PCS, além de dias ao florescimento, dias à maturidade, altura de planta, número de ramificações, comprimento de vagem e conteúdo de proteína na semente, tanto nas gerações F_1 como F_2 , sendo sempre a variância da CGC superior àquela da CEC, exceção feita a NSV. Resultados similares para NVP, NSV e PCS, foram encontrados por NIENHUIS & SINGH (1986). As exceções ficaram por conta do quadrado médio da CEC na geração F_2 , para o caráter NSV, que se mostrou não significativo. SINGH & SAINI (1982) também encontraram valores significativos para os quadrados médios da CGC e da CEC na geração F_1 , para todos os CP's, sendo invariavelmente a CGC superior à CEC.

A ocorrência das interações significativas entre CGC X local (NIENHUIS & SINGH, 1988; RAMALHO et alii, 1988) revela que os efeitos da CGC associados aos parentais não se mantiveram consistentes nos diversos locais testados. O significado prático desta tendência está na necessidade de testar os possíveis parentais nos diferentes ambientes para os quais

a seleção de linhas puras deva ser efetivada.

No Brasil, cultivares com sementes consideradas pequenas (<25 g/100 sementes) predominam nas diversas regiões. NIENHUIS & SINGH (1988) mostraram-se desencorajados ao verificarem a generalizada ausência de CGC entre os 80 parentais de sementes pequenas estudados, e que compreendiam não só os cultivares mais representativos da produção de feijão na América Latina, mas também inúmeras fontes de resistência a doenças e insetos e a deficiências hídricas. Apenas um material, A375, apresentou CGC positiva para rendimento nos dois locais amostrados, enquanto que dezessete outros mostraram CGC positiva para rendimento em um dos locais. Resultados semelhantes foram obtidos por RAMALHO et alii (1988) ao estudarem nove genótipos divididos em dois grupos, que constituíram um dialelo parcial. Apenas dois materiais, ESAL 501 e ESAL 1, de grãos não pretos apresentaram CGC positiva nos três ambientes testados. A354, destacado por sua alta CGC em um dos ambientes, apresentou CGC negativa em um segundo e de pequena magnitude em um terceiro ambiente.

NIEHUIS & SINGH (1988) destacam que é necessário a introgressão de novos genes no complexo gênico que compreende os cultivares possuidores de sementes pequenas na América Latina, dentre os quais inclui-se a grande maioria dos cultivares em uso no Brasil, em ordem a elevar o potencial de produtividade dos mesmos. Conseqüentemente, tornam-se importantes os estudos que envolvem a identificação de genótipos que possuam boa CGC, principalmente ao considerar-se que evi-

dências a partir de estudos realizados por NIENHUIS & SINGH (1988) sugeriram que a herança da CGC para a produção de grãos e para o peso da semente seja controlada por genes principais ou por famílias de genes, o que viria a facilitar a incorporação desta importante característica.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Caracterização dos ambientes

A parte experimental de campo deste estudo foi desenvolvida na "Fazenda Capivara", pertencente ao Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão - CNPAF, da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, em Goianira, Goiás, situada a uma latitude de $16^{\circ}40'$ Sul, $49^{\circ}15'$ W de G. de longitude e a 729 m de altitude. O solo é do tipo Latossolo Vermelho-Escuro Distrófico.

Variáveis climáticas ocorrentes durante o período de cultivo e a análise química do solo nos dois níveis de fertilidade experimentados, encontram-se nos Apêndices 1 e 2, respectivamente.

3.2. Material genético

Foram utilizados seis cultivares e linhagens experimentais de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) e as respectivas populações F_2 obtidas de acordo com um esquema dialélico em que os parentais foram combinados dois a dois, incluindo os cruzamentos recíprocos. Como resultado, obteve-se um total de $n(n - 1) = 30$ cruzamentos. A escolha dos parentais dentre o

germoplasma previamente testado baseou-se em produtividade, no porte arbustivo dos mesmos e na coloração do tegumento das sementes, bastante diversificada, de modo a permitir a obtenção de recombinantes com estas diferentes colorações de tegumento. Algumas características do material parental são apresentadas na Tabela 1.

3.3. Procedimentos experimentais

3.3.1. Obtenção de sementes F_1

Os parentais foram cruzados sob condições de telado, tendo sido semeados em três épocas espaçadas em sete dias, visando a coincidência no florescimento mesmo entre aqueles que apresentavam diferenças quanto ao número de dias para o florescimento.

Os cruzamentos foram realizados geralmente pela manhã, até às 10,00 h, utilizando-se o método de não-emasculação com enganchamento. Este consiste, após a abertura das asas no botão floral e a consequente exposição do estigma, na fricção do estigma da flor masculina, impregnado de grãos de pólen, no estigma da flor feminina, seguido da colocação do mesmo enganchado no estilete da flor feminina. Esta prática aumenta o percentual de frutificação além de propiciar um número maior de sementes híbridas por vagem.

As vagens oriundas dos cruzamentos foram colhidas individualmente à medida em que atingiam a maturidade, sendo que na semeadura das sementes F_1 , foi mantida a indivi-

dualidade das mesmas pela identificação das sementes oriundas de cada uma delas.

3.3.2. Obtenção de sementes F_2

Sementes da geração F_2 foram obtidas por autofecundação natural de plantas F_1 . Sementes F_1 foram semeadas em condições de campo, mantendo-se 1 m entre fileiras e 0,40 m entre plantas nas fileiras, separando-se as sementes oriundas de uma determinada vagem daquelas oriundas de outra vagem, com um estilete. O exame das características fenotípicas das sementes e das plantas F_1 , permitiu eliminar possíveis plantas não-híbridas. As plantas F_1 foram colhidas individualmente e as sementes F_2 obtidas misturadas para a execução dos experimentos.

3.3.3. Delineamento e características do experimento

Parentais e suas progênes F_2 foram avaliados em um delineamento em blocos casualizados com três repetições. Parcelas constituíram-se de duas fileiras de 5 m de comprimento distanciadas em 0,50 m, com 15 sementes por metro. Entre parcelas, foi semeada uma fileira da linha experimental CNF 0010. Na colheita foram eliminados 0,50 m nas extremidades de cada fileira. Vinte dias após a semeadura foram colocados dez estiletes metálicos em cada fileira, distanciados em 0,50; 1,00; 1,50; 2,00; 2,25; 2,75; 3,00; 3,50; 4,00 e 4,50 m, respectivamente, da extremidade da parcela. A planta mais próxima

de cada estilete, desde que sob regime de competição, foi utilizada para as devidas observações, totalizando 20 plantas por parcela. Por ocasião da maturação cada planta foi colhida e mantida em separado. O restante da parcela foi colhido em conjunto, anotando-se o número de plantas.

As épocas de semeadura foram fevereiro e junho de 1984. A primeira época, no verão, corresponde ao período tradicional de semeadura na Região Centro-Oeste do Brasil, enquanto a segunda, no inverno, exige irrigação. Experimentos da primeira época receberam irrigação sempre que necessário, sendo aqueles da segunda época irrigados semanalmente.

Dois níveis de fertilidade do solo foram utilizados em cada época de semeadura, sendo convencionados com base, principalmente, no teor de fósforo, da seguinte forma:

- nível alto: área previamente corrigida com calcário dolomítico e fertilizada com micronutrientes e fósforo. Adicionalmente fertilizada, na semeadura, no sulco, com o equivalente a 300 kg/ha de mistura NPK 5:30:15. Teor de fósforo: 10,1 ppm.

- nível intermediário: área previamente corrigida com calcário dolomítico, sendo fertilizada, na semeadura, no sulco, com o equivalente a 200 kg/ha da mistura NPK 5:30:15. Teor de fósforo: 2,8 ppm.

3.3.4. Caracteres avaliados

Cada uma das 20 plantas marcadas em cada parcela foi colhida separadamente e, nelas, determinados o número de vagens, e o número e o peso das sementes. Foram então, definidos os caracteres componentes primários da produção de sementes e produção de sementes, da seguinte forma:

- Número de vagens por planta (NVP): Média do número de vagens das 20 plantas.

- Número de sementes por vagem (NSVO e NVST): Média do número de sementes por vagem das 20 plantas. Ao nível de planta individual é o resultado da divisão do número de sementes pelo número de vagens. Através de transformação estatística (ver item 3.4.1. Transformação de componentes primários da produção de sementes) foi obtido o caráter NSVT.

- Peso de 100 sementes (PCSO e PCST): Média do peso de 100 sementes das 20 plantas. Ao nível de planta individual, é o peso de sementes corrigido para 13%, dividido pelo número de sementes e multiplicado por 100. Igualmente, por transformação estatística foi obtido o caráter PCST. Expresso em gramas.

- Peso de sementes por planta (PSP): Média do peso de sementes das 20 plantas. Expresso em gramas.

- Peso composto de sementes (PCO e PCT): Produto de $NVP \times NSVO \times PCSO/100$, para PCO e de $NVP \times NSVT \times PCST/$

100 para PCT, expressos em gramas.

- Peso de sementes da parcela (PP): Soma do peso de sementes das 20 plantas marcadas da parcela e do peso de sementes das plantas restantes da parcela, expresso em gramas.

A simbologia adotada e sua correspondência com aquela observada em outros trabalhos, estão já referidas no item "Revisão de Literatura".

3.4. Análises estatístico-genéticas

3.4.1. Transformação de componentes primários da produtividade de sementes

No intuito de se eliminar as correlações que se estabelecem entre os componentes primários da produtividade de sementes, identificados genericamente no texto por CP's, em seqüência temporal na ontogenia da planta, foram realizadas as transformações estatísticas propostas por RAO (1952). A partir das observações originais para os CP's, especificamente número de vagens por planta (x_1), número de sementes por vagem (x_2) e peso de 100 sementes (x_3), obtêm-se os componentes transformados Y_1 , Y_2 e Y_3 , respectivamente, da seguinte forma:

$$Y_1 = x_1$$

$$Y_2 = x_2 - a_{21}Y_1$$

$$Y_3 = x_3 - a_{32}Y_2 - a_{31}Y_1,$$

onde

$$a_{21} = \lambda_{21}/V(Y_1), \quad a_{31} = \lambda_{31}/V(Y_1) \quad \text{e} \quad a_{32} = (\lambda_{32} - a_{21}\lambda_{31})/V(Y_2),$$

sendo que

$$\lambda_{21} = \text{Cov}(x_2 x_1), \quad \lambda_{31} = \text{Cov}(x_3 x_1) \quad \text{e} \quad \lambda_{32} = \text{Cov}(x_3 x_2).$$

Por sua vez,

$$V(Y_2) = \lambda_{22} - \lambda_{21}a_{21},$$

onde

$$\lambda_{22} = V(x_2).$$

THOMAS & GRAFIUS (1976) sugerem que a eliminação da influência de CP's que se desenvolvam previamente, sobre aqueles que se desenvolvam posteriormente no processo de desenvolvimento da planta, poderia aprimorar a predição da produtividade utilizando a média parental a partir destes CP's transformados.

As transformações foram aplicadas sobre observações do número de sementes por vagem e do peso de 100 sementes obtidas ao nível de plantas individuais e analisadas com base na média da parcela (20 plantas).

Covariâncias empregadas na obtenção dos coeficientes a_{21} , a_{31} e a_{32} foram calculadas para cada experimento ou ambiente, a partir das expressões:

$$\text{Cov}_{\bar{F}}(XY) = \sum_i (X_i - \bar{x})(Y_i - \bar{y}_i) / n - 1,$$

por definição ou, para fins de computação, a partir da expressão:

$$\text{Cov}_{\bar{F}}(XY) = (\sum_i X_i Y_i - \sum_i X_i \sum_i Y_i / n) / n - 1,$$

onde X e Y representam os respectivos caracteres em questão. Utilizaram-se dados de médias de parcelas (média das 20 plantas marcadas), totalizando 108 pares de observações (36 tratamentos X 3 repetições) por experimento.

Através destas transformações obtiveram-se o número de sementes por vagem transformado (NSVT) e o peso de 100 sementes transformado (PCST).

3.4.2. Estimativas das variâncias entre plantas

Variâncias entre plantas foram obtidas a partir das 60 plantas amostradas para cada tratamento, 20 plantas por parcela X 3 repetições — em cada um dos experimentos.

3.4.3. Análise de variância

As observações experimentais foram submetidas às análises individual e conjunta de variância, separadamente para os caracteres NVP, NSVO, NSVT, PCSO, PCST, PSP, PCO, PCT e PP.

As análises conjuntas da variância foram feitas de acordo com o seguinte modelo matemático:

$$Y_{ijkl} = \mu + t_i + S_k + f_l + (ts)_{ik} + (tf)_{il} + (Sf)_{kl} + (tsf)_{ikl} + b_{j(kl)} + e_{ijkl}$$

onde:

- Y_{ijkl} = valor fenotípico de um caráter referente à média da parcela do genótipo i , na repetição j , da época de semeadura k e do nível de fertilidade do solo l ;
- μ = média geral do caráter;
- t_i = efeito do genótipo i ;
- S_k = efeito da época de semeadura K ;
- f_l = efeito do nível de fertilidade do solo l ;
- $(ts)_{ik}$ = efeito da interação genótipo i X época de semeadura K ;
- $(tf)_{il}$ = efeito da interação genótipo i X nível de fertilidade do solo l ;
- $(Sf)_{kl}$ = efeito da interação da época de semeadura K X nível de fertilidade do solo l ;
- $(tsf)_{ikl}$ = efeito da interação do genótipo i X época de semeadura K X nível de fertilidade do solo l ;
- $b_{j(kl)}$ = efeito da repetição j na época de semeadura K e no nível de fertilidade do solo l ;
- e_{ijkl} = erro experimental associado à parcela ij da época de semeadura k e do nível de fertilidade do solo l .

Os graus de liberdade dos genótipos (T) foram desdobrados em parentais (P), híbridos (H) e no contraste entre os dois grupos P vs. H (G). Adicionalmente, os graus de liberdade de híbridos foram desdobrados em gerações F_2 e efeitos recíprocos (R).

Os graus de liberdade das interações níveis de fertilidade do solo (N) X T e épocas de semeadura (E) X T foram desdobrados em NXP, NXH, NXG e EXP, EXH, EXG, respectivamente.

Tais desdobramentos foram feitos para permitir comparar os parentais e as gerações F_2 dos cruzamentos, entre si, como também as gerações F_2 considerando os efeitos diretos e recíprocos, separadamente, entre si. Da mesma forma, o desdobramento das interações permitiu comparar os efeitos dos diferentes ambientes sobre os diferentes efeitos genotípicos. O esquema de análise conjunta da variância, juntamente com as esperanças matemáticas dos quadrados médios, encontra-se na Tabela 2. Os efeitos de genótipos, níveis de fertilidade do solo e épocas de semeadura foram considerados como fixos.

O esquema de análise de variância por ambiente encontra-se na Tabela 3.

Comparações entre médias de tratamentos foram realizadas pelo teste de Tukey a 5%.

3.4.4. Análises de correlações

3.4.4.1. Análises de correlações fenotípicas, genotípicas e de ambiente

Foram estimadas as correlações fenotípicas (r_F), genotípicas (r_G) e de ambiente (r_E) entre os caracteres componentes da produtividade de sementes, ou componentes primários do rendimento - NVP, NSV, PCS e a produção de sementes expres-

sa como PSP, PCO e PP. Os genótipos testados foram divididos em dois grupos. O grupo dos parentais, constituídos por genótipos homozigóticos e o grupo das progênes F_2 , genótipos, em média, com 50% dos locos em homozigose. As correlações foram calculadas separadamente para cada grupo.

Conforme a Tabela 4, foram efetivadas as análises de variância para cada caráter separadamente, por ambiente, e as análises de covariância considerando cada par de caracteres, por ambiente.

Os coeficientes das correlações fenotípicas, genotípicas e de ambiente entre dois caracteres (x, y) foram estimados a partir da Tabela 4, Tabela 4, fazendo-se:

a) Correlação fenotípica:

$$r_{F(xy)} = \frac{\text{PMP ou PMH } (xy)}{[\text{QMP ou QMH}_{(x)} \times \text{QMP ou QMH}_{(y)}]^{0,5}}$$

b) Correlação genotípica:

$$r_{G(xy)} = \frac{\text{PMP ou PMH } (xy) - \text{PME } (xy)}{([\text{QMP ou QMH}_{(x)} - \text{QME}_{(x)}] - [\text{QMP ou QMH}_{(y)} - \text{QME}_{(y)}])^{0,5}}$$

c) Correlações de ambiente para parentais ou progênes F_2 :

$$r_{E(xy)} = \frac{\text{PME } (xy)}{[\text{PME}_{(x)} \times \text{PME}_{(y)}]^{0,5}}$$

Sempre que as variâncias residuais revelaram-se

não homogêneas, os parâmetros genéticos foram estimados utilizando-se os respectivos resíduos, individuais.

3.4.4.2. Coeficientes de correlação para a relação parentais-progênes F_2

De modo a permitir a avaliação da média parental como forma de predizer o comportamento das gerações F_2 , foi realizado um estudo de correlação simples.

Ao nível de experimento, a média parental foi estimada como a média aritmética entre as médias das três repetições dos respectivos parentais. Assim, supondo-se o parental P_i e o parental P_j , a média parental para um dado caráter ficaria representada como:

$\overline{MP}_{(ij)} = \overline{P}_i + \overline{P}_j / 2$, onde $\overline{P}_i$ e $\overline{P}_j$, representam a média das três repetições dos parentais i e j , respectivamente, para um dado caráter. Para seis parentais temos $6(6-1)/2 = 15$ médias parentais e cruzamentos possíveis, desconsiderando-se os cruzamentos recíprocos.

Como o presente estudo inclui os cruzamentos recíprocos para efeito de determinação dos coeficientes de correlação tomou-se como média da geração F_2 , em cada cruzamento, a média aritmética do cruzamento e de seu recíproco.

Assim, supondo-se $\overline{P}_i \times \overline{P}_j$, a média da geração F_2 para o cruzamento entre os parentais i e j , onde P_i foi utilizado como parental feminino, $\overline{P}_j \times \overline{P}_i$ será a média do cruza-

mento recíproco. Assim, $\overline{P_i, P_j} = \overline{P_i \times P_j} + \overline{P_j \times P_i} / 2$, onde $\overline{P_i, P_j}$ representa a média da geração F_2 para o cruzamento entre os parentais P_i e P_j considerando conjuntamente os cruzamentos em ambas as direções.

Coefficientes de correlação foram então estimados entre as médias parentais ($\overline{MP}_{(ij)}$) e entre as médias das progênies F_2 ($\overline{P_i, P_j}$).

3.4.5. Análise da capacidade de combinação

Ao grupo de seis parentais, deliberadamente escolhidos, e de suas respectivas progênies F_2 , $[n(n-1)/2]$, foi aplicada a análise de GRIFFING (1956 b). Os cruzamentos recíprocos não foram considerados. Como os efeitos de parentais foram considerados como fixos e os efeitos de blocos e erro experimental como aleatórios, empregou-se o método 2 e o modelo misto B. A análise foi aplicada para cada ambiente considerado separadamente. De acordo com este modelo, as inferências obtidas limitam-se ao exame da CGC dos parentais (HALLAUER & MIRANDA FILHO, 1981) e da existência ou não de combinações híbridas superiores através da CEC.

A análise da variância, para o exame da CGC e da CEC, sofreu um desdobramento em que são destacados os respectivos efeitos de modo a refletir a seguinte equação:

$$Y_{ijk} = \mu + g_i + g_j + s_{ij} + \frac{1}{b} \sum_{k=1}^b e_{ijk},$$

onde

μ = média geral do dialelo;

g_i = efeito da CGC do parental de ordem i ;

g_j = efeito da CGC do parental de ordem j ;

s_{ij} = efeito da CEC para o cruzamento entre os parentais de ordem i e de ordem j . Para o caso dos parentais, $s_{ij} = s_{ii} = s_{jj}$;

$i, j = 1, 2, 3, \dots, n$

$k = 1, 2, 3, \dots, b$

O esquema de análise de variância para CGC e CEC encontra-se na Tabela 5.

Os efeitos da média, CGC e CEC foram estimados de acordo com as seguintes fórmulas, respectivamente:

$$\hat{\mu} = \frac{2}{n(n+1)} Y_{..};$$

$$\hat{g} = \frac{1}{n+2} (Y_{i.} + Y_{.ii} - \frac{2}{n} Y_{..});$$

$$\hat{s}_{ij} = Y_{ij} - \frac{1}{n+2} (Y_{i.} + Y_{.ii} + Y_{.j} + Y_{.jj}) + \frac{2}{(n+1)(n+2)} Y_{..}$$

As variâncias do efeito da média e dos efeitos e das diferenças entre os efeitos da CGC e da CEC foram estimados pelas seguintes fórmulas:

$$\hat{\text{Var}}(\hat{\mu}) = \frac{2}{n(n+1)} \hat{\sigma}^2;$$

$$\hat{\text{Var}}(\hat{g}_1) = \frac{n-1}{n(n+2)} \hat{\sigma}^2;$$

$$\hat{\text{Var}}(\hat{s}_{ii}) = \frac{n(n-1)}{(n+1)(n+2)} \hat{\sigma}^2;$$

$$\hat{\text{Var}}(\hat{s}_{ij}) = \frac{n^2 + n + 2}{(n+1)(n+2)} \hat{\sigma}^2, \text{ para } i \neq j;$$

$$\hat{\text{Var}}(\hat{g}_i - \hat{g}_j) = \frac{2}{n+2} \hat{\sigma}^2, \text{ para } i \neq j;$$

$$\hat{\text{Var}}(\hat{s}_{ii} - \hat{s}_{ij}) = \frac{2(n-2)}{n+2} \hat{\sigma}^2, \text{ para } i \neq j;$$

$$\hat{\text{Var}}(\hat{s}_{ij} - \hat{s}_{ij'}) = \frac{2(n+1)}{n+2} \hat{\sigma}^2, \text{ para } i \neq j \text{ e } j \neq j';$$

$$\hat{\text{Var}}(\hat{s}_{ij} - \hat{s}_{i'j'}) = \frac{2n}{n+2} \hat{\sigma}^2, \text{ para } i \neq j, i', j'; j \neq i', j' \text{ e } i' \neq j'.$$

Além dessas variâncias, tem para a média de qualquer parental ou progênie F_2 que:

$$\hat{\text{Var}}(x_{ij}) = \sigma^2 = QM e';$$

e que a variância da diferença entre duas médias quaisquer é:

$$\hat{\text{Var}}(\bar{x}_{ij} - \bar{x}_{i'j'}) = 2 \hat{\sigma}^2.$$

3.5. Heterose e heterobeltiose

Heterose é expressa no sentido de relacionar o comportamento de geração híbrida com o valor médio parental.

Heterobeltiose expressa o comportamento da geração híbrida em relação ao parental superior para o caráter considerado.

No intuito de expressar os resultados obtidos ao nível da geração F_1 , foram os valores obtidos multiplicados por dois.

As relações que definem heterose e heterobel-tiose são expressas pelas seguintes equações, estando os resultados na forma de porcentagem:

$$\text{Heterose} = 2 \cdot (\bar{F}_2 - \overline{MP}) / \overline{MP} \cdot 100;$$

$$\text{Heterobel-tiose} = 2 \cdot (\bar{F}_2 - \overline{PS}) / \overline{PS} \cdot 100, \text{ onde}$$

$\bar{F}_2$ = média da geração F_2 do respectivo cruzamento;

$\overline{MP} = \bar{P}_i + \bar{P}_j / 2$, média dos parentais do respectivo cruzamento;

$\overline{PS}$ = média do parental superior do respectivo cruzamento.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Análise de variâncias

Através das análises de variância por ambiente verifica-se que a precisão dos experimentos em geral foi bastante satisfatória, visto que as estimativas dos coeficientes de variação ambiental (CV) variaram de 12,2 a 19,4% para NVP; 5,3 a 8,9% para NSVO; 5,5 a 9,9% para NSVT; 4,2 a 4,9% para PCSO; 4,3 a 6,7% para PCST; 14,1 a 27,1% para PSP; 15,0 a 27,2% para PCO; 14,9 a 23,1% para PCT e 8,4 a 29,8% para PP. Observou-se que em geral as estimativas do CV obtidas no verão ao nível intermediário de fertilidade do solo foram mais elevadas, visto que o experimento apresentou maior desuniformidade. A única doença detectada foi crestamento bacteriano comum, cuja disseminação deu-se com maior intensidade no ambiente iV, contribuindo para um aumento na magnitude das estimativas dos CV's para os diversos caracteres.

Análises de variância por ambiente são encontradas nas Tabelas 6, para NVP; 7, para NSV; 8, para PCSO e PCST; e 9 para PSP, PCO, PCT e PP.

Com exceção às variáveis PSP, PCO e PCT, as va-

riâncias dos resíduos mostraram-se homogêneas. Para estas variáveis cuja relação entre variâncias residuais foi superior a quatro, houve um ajuste no número de graus de liberdade para permitir, na análise conjunta da variância, uma adequada aplicação do teste F. O ajustamento obedeceu ao método de Cochran, conforme descrito por PIMENTEL GOMES (1973). O número de graus de liberdade ajustado, encontra-se no Apêndice 3.

A transformação de dados utilizada para eliminar possíveis correlações que se estabelecem durante a ontogenia da planta de feijão, entre os componentes primários da produtividade de grãos (CP's), não resultou em alterações de vulto nas análises de variância, quando comparadas àquelas de dados não-transformados, o mesmo podendo ser dito em relação às médias dos diversos genótipos. Por esta razão, não foram realizadas análises conjuntas de variância para os caracteres transformados.

Evidenciou-se através das análises conjuntas de variância (Tabela 10) que para os CP's da produtividade as magnitudes dos quadrados médios de parentais foram sempre superiores àquelas de progênies F_2 , o que pode ser explicado pela ocorrência de recombinação dos genes responsáveis pela expressão destes caracteres. Consequentemente, houve uma diminuição no diferencial de expressão dos mesmos entre as progênies.

Por outro lado, considerando a produtividade (expressa como PSP, PCO e PP) observa-se o oposto. Sendo a produtividade um caráter composto, produto dos CP's, sua expres-

são é o resultado da recombinação dos genes responsáveis pela expressão de cada um de seus CP's. Como resultado, tipos recombinantes mais dissemelhantes são esperados aumentando a magnitude do diferencial de expressão entre as progênes em relação àquele a ser encontrado entre os tipos parentais.

Os quadrados médios de níveis de fertilidade do solo (N), épocas de semeadura (E) e progênes F_2 foram significativos para todos os caracteres. Já os quadrados médios de parentais foram significativos para os CP's e para PP.

Efeitos recíprocos foram significativos apenas para dois CP's, NSVO e PCSO, enquanto que os quadrados médios de P vs. F_2 o foram para NSVO, PCSO, PSP e PP.

De relevância na determinação de estratégias de melhoramento são as interações genótipo X ambiente.

Observa-se que as interações entre genótipos (T) e níveis de fertilidade do solo (N) foram não significativas para os caracteres estudados, exceções feitas às interações entre N X parentais (P) para número de sementes por vagem NSVO (0,05%) e entre N X efeitos recíprocos para o número de vagens por planta NVP (0,01%).

Ao se analisar as interações entre épocas de semeadura (E) e genótipos, entretanto, verificam-se interações significativas para os diversos caracteres. Assim, a interação entre E X P revela-se significativa ao nível 0,01 de probabilidade para todos os caracteres, exceção feita para NVP onde

a significância foi detectada ao nível de 0,05. O mesmo ocorre para a interação $E \times F_2$, exceção feita quanto ao caráter NSVO, não significativa. Quando se analisa a interação entre $E \times$ efeitos recíprocos (R), observa-se que com exceção ao peso de sementes por parcela, para os demais caracteres esta interação foi não-significativa. Entretanto, ao se observar as análises individuais por ambiente para a variável PP - Tabela 9, verifica-se uma leve significância (0,05) destes efeitos em dois ambientes, aV e iI. A presença de efeitos recíprocos poderia indicar as diferenças devidas a efeitos citoplasmáticos, o que implicaria na adoção de medidas específicas na condução destas populações e sugeriria a realização de estudos visando determinar que parentais estariam contribuindo para a manifestação deste tipo de herança.

A existência de significância para a interação $E \times N$ é explicada por diferenças entre os diferenciais existentes entre os dois níveis de fertilidade do solo em cada época de semeadura e não pela inversão na classificação destes níveis de fertilidade.

Semeaduras de inverno resultaram, em geral, em médias mais elevadas para todos os caracteres. Isto, deveu-se ao maior desenvolvimento das plantas como resultado de um ciclo mais alongado que por sua vez resultou de temperaturas mais amenas. Estas, provocaram um crescimento mais lento das plantas, permitindo possivelmente um maior acúmulo de reservas nutricionais que se teriam traduzido numa maior disponibilida-

de de fotossintatos para a produção de vagens e sementes. Alternadamente, temperaturas mais elevadas no verão teriam aumentado o percentual de abortamento de flores e vagens, diminuindo a produção final.

4.2. Avaliação do comportamento das populações parentais e suas respectivas populações F_2 e análise da heterose e da heterobeliose

Na análise dos valores de heterose e heterobeliose, a existência de baixos valores de heterose média, associados a possíveis erros padrões elevados, pode ter contribuído para o surgimento de valores positivos e negativos para um mesmo cruzamento quando considerado seu recíproco.

4.2.1. Componentes primários da produtividade (CP's)

A média, a variância, a heterose e a heterobeliose (as duas últimas expressas em porcentagem), e os valores mínimos significativos para comparação de médias pelo teste de Tukey ao nível 0,05 de probabilidade, são apresentados nas Tabelas 11, 12 e 13, para os caracteres NVP, NSV e PCS, respectivamente. Estes caracteres são apresentados com base na sua forma original, não-transformados, por ambiente testado.

Para os CP's transformados, NSVT e PCST, as médias são apresentadas na Tabela 17.

4.2.1.1. Número de vagens por planta - NVP

Observa-se pela análise da variância (Tabela 10), que foram detectadas diferenças significativas para épocas (E), para níveis de fertilidade do solo (N) bem como para a interação N X E. Desta forma, ao se observar a média geral do caráter em cada ambiente (Tabela 11), evidencia-se a superioridade do ambiente alto nível de fertilidade do solo (a) em semeadura de inverno (I) - aI, em contraste com o ambiente nível intermediário de fertilidade do solo (i), em semeadura de verão (V) - iV, o pior. Esta mesma observação é válida ao se analisar os valores médios das variâncias relativas ao caráter.

Pela Tabela 6, observa-se nos ambientes aI e iI, que as diferenças tanto entre parentais como entre F_2 foram significativas (0,01%), enquanto que no ambiente aV o foram apenas para F_2 (0,05%), e no ambiente iV o foram apenas para parentais (0,05%).

Tendo em vista o fato de que NVP é o componente que maiores correlações com a produtividade tem apresentado, torna-se interessante observar que o cruzamento Roxinho Brilhante X Mulatinho Vagem Roxa com Estrias apresentou médias e variâncias superiores a qualquer dos parentais quando no nível alto de fertilidade do solo, independentemente da época de semeadura, muito embora esta superioridade não seja estatisticamente significativa. Ao nível intermediário de fertilidade do solo, na semeadura de inverno (iI), destaca-se o cruzamento EP

10063 X Mulatinho Vagem Roxa com Estrias por sua média e variância superiores às daquelas da melhor testemunha Roxinho Brilhante, muito embora o cruzamento Mulatinho Vagem Roxa com Estrias X Roxinho Brilhante, cujo recíproco foi o melhor tratamento em alta fertilidade, também tenha apresentado um comportamento bastante favorável. Roxinho Brilhante foi o melhor parental, em termos absolutos, em iV, não sendo superado por nenhum dos cruzamentos, apresentando uma variância igualmente superior a qualquer deles. Poucas diferenças significativas entre os diversos tratamentos foram detectados ao nível de ambiente individual.

A análise dos dados de heterose e heterobelitiose, revela uma tendência geral no sentido dos cruzamentos apresentarem, na geração F_2 , médias inferiores à média parental. Esta tendência manifesta-se pela presença de uma grande frequência de valores negativos de heterose. Entretanto, alguns cruzamentos mostraram valores positivos de heterose, principalmente EP 10063 X Ica-Tuí em todos os ambientes, ao ponto de valores de heterobelitiose terem sido positivos em todos os ambientes, exceto em iI; Roxinho Brilhante X Mulatinho Vagem Roxa com Estrias com valores positivos em todos os ambientes, exceto em iI, apresentando valores de heterobelitiose positivos nos ambientes em alta fertilidade do solo; Mulatinho Vagem Roxa com Estrias X EP 10063 que nos ambientes de alta fertilidade do solo apresentou valores positivos para heterose e heterobelitiose e Mulatinho X A-77, que apresentou valores positivos nos ambientes de fertilidade intermediária do solo, sendo

a heterobeltiose positiva em iI.

Resumidamente, observou-se superioridade tanto para médias como para variâncias em níveis altos de fertilidade do solo, sendo as semeaduras de inverno superiores às de verão, em termos absolutos; heteroses e, conseqüentemente, heterobeltioses foram em geral negativas, havendo cruzamentos que apresentaram comportamento diferenciado. Variâncias foram em geral de mesma magnitude tanto para parentais como para F_2 , o que evidencia a possível existência de variabilidade nos parentais para este caráter, ou grande semelhança em termos de constituição genética entre os mesmos para NVP.

A ocorrência de heterose para NVP em populações híbridas de feijão não se apresenta como fenômeno estranho. Assim, ALBUQUERQUE & VIEIRA (1974) detectaram heterose nos cinco cruzamentos estudados, muito embora tenham utilizado como parcela uma planta F_1 espaçada em 0,70 m longitudinalmente e 1,0 m lateralmente, e todos os cruzamentos tivessem como parental comum 'Manteigão Fosco 11'. VOYSEST (1972), TONGUTHAISRI (1977) e SARAFI (1978), igualmente detectaram heterose em populações híbridas de feijão tanto ao nível de geração F_1 como de F_2 .

4.2.1.2. Número de sementes por vagem - NSV

A análise conjunta da variância, Tabela 10, revela diferenças significativas para os efeitos de época de semeadura (E), nível de fertilidade do solo (F), parentais e F_2 ,

além de seus recíprocos, em relação a NSV. Assim, sementeiras de inverno foram superiores a sementeiras de verão para um mesmo nível de fertilidade do solo, sendo o nível alto superior ao nível intermediário de fertilidade do solo, como esperado (Tabela 12).

Por sua vez, as variâncias médias foram semelhantes, exceção feita a iV, superior aos demais ambientes, em contraste com o ocorrido para o caráter NVP.

Pela Tabela 7 observa-se que houve diferenças significativas entre parentais e entre F_2 (0,01%) em cada um dos ambientes, tendo sido detectado um efeito significativo para efeitos recíprocos nas sementeiras realizadas ao nível intermediário de fertilidade do solo (0,01%).

Verifica-se que embora poucas diferenças apresentem significância estatística, Ica-Tuí foi o parental que maior número de sementes por vagem apresentou em três dos ambientes, aI, aV e iV, sendo superado pelo menos por um dos cruzamentos em aI, iI e iV. Entretanto, em iI, o melhor parental em termos absolutos, Mulatinho Vagem Roxa com Estrias, não foi superado por qualquer dos cruzamentos. Variâncias de parentais e de cruzamentos apresentaram magnitudes semelhantes para cada um dos ambientes. Dentre os cruzamentos, destacou-se Ica-Tuí X Mulatinho Vagem Roxa com Estrias, que superou o melhor parental em aI e iV.

Observa-se na Tabela 12 uma ocorrência generali-

zada de heterose, ao mesmo tempo em que poucos cruzamentos superaram o parental superior. EP 10063 X A-77 foi o cruzamento que apresentou valores mais elevados de heterobeltiose, variando de 7,86 a 25,09% e apresentando valores positivos de heterose acima de 10% em quatro ambientes.

Heterose para NSV foi relatada por COYNE (1968), EVANS (1970), VOYSEST (1972), ALBUQUERQUE & VIEIRA (1974), AMIRSHAHI & SARAFI (1975), TONGUTHAISRI (1977) e SARAFI (1978). Os autores revelam que a heterose depende dos parentais envolvidos no cruzamento, bem como da geração considerada, já que observam que houve um decréscimo na magnitude da heterose da geração F_1 para a F_3 , como seria esperado.

4.2.1.3. Peso de cem sementes - PCS

A análise conjunta da variância, Tabela 10, revela efeitos significativos de épocas de semeadura (E), níveis de fertilidade do solo (N), parentais (P), F_2 e recíprocos (R) sobre PCS.

Semelhantemente ao observado para o caráter NSV, os efeitos de época de semeadura foram superiores aos de nível fertilidade do solo. Assim, as médias das semeaduras de inverno foram superiores àsquelas de verão, sendo que para uma mesma época de semeadura, o nível alto de fertilidade apresentou uma média superior ao nível intermediário. As variâncias médias para o caráter também foram superiores para semeaduras de inverno, embora bastante semelhantes em termos de nível de fer-

tilidade (Tabela 13).

Observa-se na Tabela 8 que os efeitos devidos a parentais e a F_2 foram significativos (1%) em cada um dos ambientes testados, sendo que efeitos recíprocos foram não significativos, exceção feita para o ambiente aV. Quando se analisa as médias dos tratamentos (Tabela 13), verifica-se que os diversos tratamentos apresentaram poucas diferenças significativas em seu comportamento. Dentre os parentais apenas Mulatinho Vagem Roxa com Estrias destaca-se pelo menor peso de sementes, consistentemente através dos ambientes. Por sua vez, dentre os cruzamentos destaca-se EP 10063 X Mulatinho que consistentemente encontra-se dentre os melhores tratamentos nos quatro ambientes, sempre superior, em termos absolutos, ao melhor parental, muito embora sua variância, não se mostre diferente daquelas dos parentais, exceção à aV. Variâncias assemelharam-se. Alguns cruzamentos, entretanto, apresentaram variâncias elevadas em determinados ambientes.

Manifestações positivas de heterose foram observadas nos diversos ambientes. EP 10063 X Mulatinho evidenciou maior constância em termos de heterose apresentando valores positivos nos quatro ambientes. Mulatinho Vagem Roxa com Estrias X A-77 mostrou valor de heterose significativamente alto (60,55%) no ambiente iV. Ocorrências de heterobeltiose foram em menor número, sendo mais comuns no nível intermediário de fertilidade do solo, o que leva à sugestão de que nesta condição as populações heterozigóticas produziram mais do que os

respectivos parentais.

A literatura disponível aponta ocorrência de heterose como fenômeno bastante difundido. YARNELL (1965), em revisão de literatura, já reportava a existência de heterose e heterobeltiose na geração F_2 a partir de cruzamentos entre três cultivares de feijão. VOYSEST (1972) estudou cinco diferentes cruzamentos e não detectou heterose para o peso de sementes em todos os cruzamentos. ALBUQUERQUE & VIEIRA (1974) encontraram valores negativos e significativos de heterobeltiose em três dos quatro cruzamentos que estudaram sendo os valores de heterose bastante baixos. TONGUTHAISRI (1977) encontrou que os valores de heterose decresceram da geração F_1 para a geração F_2 , enquanto que REIS et alii (1981) detectaram heterose negativa de -12,9% na geração F_1 do cruzamento Manteigão Fosco 11 X Rosinha EEP 125-19.

4.2.2. Caracteres que expressam a produtividade

A produtividade é expressa de três formas: o peso de sementes por planta (PSP); o peso composto de sementes (PCO), que expressa o produto entre os componentes primários do rendimento e o peso de sementes da parcela (PP).

4.2.2.1. Peso de sementes por planta - PSP

Pela Tabela 10 observa-se que os efeitos de nível de fertilidade (N), época de semeadura (E), de F_2 , das interações N X E, E X parentais (P) e E X F_2 , foram significati-

vos (1%). Os efeitos de parentais, por sua vez foram não significativos. Quando se observa a análise da variância por ambiente (Tabela 9), verifica-se que as diferenças entre F_2 foram significativas (1%) para todos os ambientes, exceção ao iI. Efeitos de parentais foram significativos ao nível de 1% apenas para aV, sendo significativos ao nível de 5% em aI.

Na Tabela 14, observa-se que as médias apresentaram valores mais elevados em semeaduras de inverno, sendo que a média geral em aI foi superior em 75,8; 133,6 e 366,9% às médias em iI, aV e iV, respectivamente. Por sua vez, para uma mesma época de semeadura, o nível alto de fertilidade do solo foi superior ao nível intermediário. Os tratamentos apresentaram um comportamento bastante assemelhado dos diversos ambientes, conforme se pode observar pelo valor de DMS. Entretanto, EP 10063 X Ica-Tuí, em termos absolutos, mostrou-se superior ao melhor parental em três dos ambientes, sendo a sua variância igualmente superior àquela do parental de maior variabilidade para cada um dos ambientes. As variâncias em geral foram semelhantes entre parentais e cruzamentos, exceção feita a aV, em que os cruzamentos apresentaram maiores variâncias que os parentais.

Heterose observou-se para diversos cruzamentos nos diversos ambientes. A existência de heterose para caracteres de produtividade torna-se importante na medida em que abre a perspectiva da utilização de híbridos. Assim, valores de heterose encontrados para o cruzamento EP 10063 X Ica-Tuí, cujos

valores oscilaram de 48,27% em iI a 148,67% em iV demonstram a existência, na prática, deste fenômeno. Da mesma forma, heterobeltiose foi detectada dentre os diversos cruzamentos mas, como é óbvio, em frequência menor. Entretanto, observa-se a existência de heterobeltiose em relação ao parental que, na média, apresentou maior produtividade, Mulatinho. Assim o cruzamento Mulatinho Vagem Roxa com Estrias X Mulatinho, apresentou heterobeltiose de 28,83% em aV, enquanto seu recíproco apresentou 31,65% em iV. Igualmente, o cruzamento Ica-Tuí X Mulatinho apresentou 80,31% de heterobeltiose em iV, enquanto os cruzamentos Mulatinho X A-77 25,09% em iI e 52,61% em aV tendo seu recíproco apresentado 31,30% também em aV.

Desta forma, para o caráter peso de sementes por planta, verifica-se a existência de cruzamentos com médias superiores às daquelas dos melhores parentais em termos absolutos, em cada ambiente, além de variabilidade tal que permita a seleção de recombinantes favoráveis. Além disso, verifica-se também a existência de heterose, heterobeltiose e, principalmente, heterose padrão, ou seja, a existência de cruzamentos com valores de heterobeltioses superiores ao melhor parental.

4.2.2.2. Peso composto de sementes - PCO

Na Tabela 15, observam-se as médias e os valores de heterose e heterobeltiose para o peso composto de sementes, outra forma de expressão do rendimento, baseada na premissa de que o caráter é o resultado do efeito multiplica-

tivo de seus componentes primários, número de vagens por planta, número de sementes por vagem e peso da semente. Como esta variável foi obtida a partir das 20 plantas amostradas em cada parcela, é óbvia a semelhança que seria de se esperar para as diversas estatísticas ao se considerar as variáveis PSP e PCO. Conseqüentemente, pela Tabela 10 observa-se que a análise conjunta de variância revela exatamente os mesmos efeitos significativos observados para PSP. Da mesma forma, as análises da variância por ambiente são idênticas às aquelas da variável PSP (Tabela 9). Médias para PCT encontram-se na Tabela 17.

As médias dos diversos tratamentos foram bastante semelhantes nos diversos ambientes, sendo que o cruzamento EP 10063 X Ica-Tuí mostrou-se superior, embora não estatisticamente, ao melhor parental em três dos quatro ambientes.

Dentre os cruzamentos, considerando os quatro ambientes, 55% apresentaram heterose positiva, sendo que 31,7% apresentaram heterobeltiose positiva. Destes, apenas 17% apresentaram heterose e 6,7% apresentaram heterobeltiose acima de 40%. Destacaram-se os cruzamentos EP 10063 X Ica-Tuí e Roxinho Brilhante X Mulatinho Vagem Roxa com Estrias, os quais apresentaram heterose acima de 40% em três ambientes e heterobeltiose acima de 40% em um dos ambientes.

4.2.2.3. Peso de sementes da parcela - PP

Na Tabela 10, verifica-se que ao nível de fertilidade do solo (N), época de semeadura (E), parentais (P) e F_2 , efeitos principais, apresentaram alta significância (1%) sobre o caráter peso de sementes da parcela (PP).

Na Tabela 9, onde se pode observar a análise da variância por ambiente testado, verifica-se que as diferenças entre parentais foram significativas apenas para aV, enquanto que entre cruzamentos o foram para todos os ambientes ao nível de 1%, exceto para iI (0,05).

Efeitos recíprocos foram não significativos em aI e iV, apresentando significância (0,05) em aV e iI, embora o baixo valor do quadrado médio, em aV.

Pela Tabela 16, observa-se que as semeaduras de inverno apresentaram médias mais elevadas que aquelas de verão - 1.056 g para aI e 691 g para iI contra 396 g para aV e 196 g para iV - sendo que para ambas as épocas o nível alto de fertilidade do solo superou o nível intermediário. Semeaduras de inverno, em que a umidade relativa do ar é mais baixa, e as temperaturas noturnas, principalmente, são mais baixas, mostraram-se melhor adequadas ao cultivo do feijão do que as semeaduras de verão, desde que se faça a devida suplementação hídrica naqueles ambientes.

Exceção a aV, observa-se pela Tabela 16 que houve cruzamentos que superaram o melhor parental em todos os

ambientes, muito embora estatisticamente poucas diferenças tenham sido detectadas pela comparação através do teste de Tukey (0,05). Assim, em média, o melhor cruzamento foi Mulatinho X Ica-Tuí, que superou o melhor parental nos ambientes aI, iI e iV, seguido por Roxinho Brilhante X Ica-Tuí que igualmente superou o melhor parental em dois dos mesmos ambientes.

Por outro lado, Mulatinho Vagem Roxa com Estrias X Mulatinho foi o cruzamento que maior potencial produtivo apresentou nos diversos ambientes, 1.219 g em aI, equivalendo a 3.047 kg/ha, apresentando este cruzamento neste ambiente o terceiro maior valor de variância, conforme a Tabela 14. O melhor parental em sementeiras de inverno foi Mulatinho Vagem Roxa com Estrias, enquanto que em sementeiras de verão o melhor parental foi Ica-Tuí. A interação entre parentais X época de sementeira foi altamente significativa (0,01), enquanto a interação parentais X níveis de fertilidade não mostrou significância. As mesmas relações foram observadas para as interações entre F_2 X época de sementeira e F_2 X nível de fertilidade conforme a Tabela 6.

Valores de heterose positivos e acima de 40% foram detectados em 13,3% e 0,0% para aI e aV, respectivamente, e em 53,3 e 50,0% dos cruzamentos em iI e iV. Valores positivos e acima de 40% para heterobeltiose foram observados em nenhum dos cruzamentos em aI, 10,0% em aV, 30,0% em iI e 23,3% em iV, revelando que as sementeiras no nível intermediário de fertilidade do solo tenderam a revelar maior frequência de cruzamentos com valores de heterose e de heterobeltiose acima

de 40%.

4.3. Correlações entre caracteres

Na Tabela 18 encontram-se as estimativas das correlações fenotípicas, genotípicas e de ambientes para os parentais e para as progênies F_2 , por ambiente. Observa-se que as correlações genotípicas foram, em geral, mais altas que as fenotípicas, sendo sempre, ambas, de mesmo sinal.

Sendo o conjunto dos parentais fixo, correlações relativas a este grupo devem ser encaradas com reservas.

Entre os componentes do rendimento, observa-se uma tendência para o estabelecimento de uma correlação negativa. Dentre as correlações fenotípicas entre NVP e NSV, não foi constatada nenhuma correlação significativa, oscilando os valores dos respectivos coeficientes de r_F de -0,093 para o ambiente fertilidade do solo intermediária, semeadura de verão (iV) a -0,418 para o ambiente fertilidade do solo alta, semeadura de inverno (aI), quanto ao grupo das progênies F_2 . Em relação ao grupo dos parentais, os valores oscilaram entre $r_F = -0,183$ (aV) e -0,430 (aI). Dentre as correlações genotípicas observa-se um alto valor para o coeficiente de correlação para o grupo parental em aI ($r_F = -0,832$). Os únicos coeficientes positivos foram observados para o grupo das progênies F_2 em aV ($r_F = 0,271$, $r_G = 0,529$).

Entre NVP X PCS, também houve uma tendência pa-

ra o estabelecimento de correlações negativas tanto fenotípicas como genotípicas. Não foi detectada nenhuma correlação fenotípica significativa. Dentre as correlações genotípicas, foram observados valores elevados para o grupo parental em aV ($r_G = -0,844$), para o grupo das progênies F_2 em iI ($r_G = -0,712$) e para ambos os grupos em iV ($r_G = -1,031$ e $-0,801$).

As correlações entre NSV X PCS foram negativas em três ambientes: aI, iI e iV, sendo as correlações fenotípicas significativas em semeaduras de inverno para o grupo das progênies F_2 . As correlações genotípicas foram elevadas em iI ($r_{Gs} = -0,806$ e $-1,328$ para os grupos das F_2 e dos parentais, respectivamente) e relativamente altas em aI ($r_G = -0,692$ e $-0,584$, respectivamente).

Observa-se através das correlações fenotípicas entre os componentes a existência de compensações entre os mesmos em função da disponibilidade limitada de nutrientes, descrita por ADAMS (1967). Esta compensação estabeleceu-se através de estratégia diversa, de acordo com as condições ambientais. Assim, as correlações nos ambientes de inverno tenderam a ser, de forma mais acentuada, negativas entre NVP X NSV e NSV X PCS. Na seqüência temporal, NVP é o primeiro componente a ser estabelecido seguido por NSV e finalmente por PCS. Assim, entre o primeiro e o segundo componentes houve uma correlação negativa, enquanto entre NVP X PCS a correlação, apesar de baixa, foi positiva em aI e quase inexistente em iI. Entre o segundo e o terceiro componentes, NSV e PCS, as correlações

foram negativas e significativas para as progênies F_2 ($r_F = -0,711^{**}$ em aI e $r_F = -0,681^{**}$ em iI), sendo negativas e não significativas para o grupo dos parentais ($r_F = -0,318$ para aI e $-0,653$ para iI). A compensação entre os componentes estabeleceu-se entre NVP e NSV no sentido em que o estabelecimento de um número grande de vagens resultou num número menor de sementes por vagens, provavelmente por uma maior competição entre vagens, já que NVP foi superior ao verificado no verão. Por outro lado, vagens com número menor de sementes, resultaram em sementes mais desenvolvidas. Explicam-se assim as correlações negativas entre NSV X PCS e positivas entre NVP e PCS nestes ambientes de inverno.

Em semeadura de verão, as correlações fenotípicas entre NVP X NSV foram relativamente baixas e negativas exceto para o grupo das progênies F_2 em aV, onde $r_F = 0,271$. Já as correlações entre NSV X PCS foram semelhantes às aquelas de NVP X NSV, muito embora positivas em aV. Por sua vez, as correlações entre NVP X PCS foram negativas e de maior magnitude, principalmente em iV, embora não significativas. Portanto, em semeaduras de verão, a correlação entre NVP e NSV foi relativamente baixa tendendo a ser negativa; a relação entre NSV e PCS foi negativa e de magnitude igualmente baixa, mas a correlação entre o primeiro componente e o terceiro (NVP X PCS) foi negativa e de maior magnitude. Como NVP foi menor, provavelmente por abortamento de flores e vagens provocado por altas temperaturas e altas umidades relativas do ar, a competição entre vagens por fotossintatos foi também menor. Conseqüente-

mente o número de sementes formadas foi proporcionalmente maior do que no inverno. Na seqüência do desenvolvimento das plantas, o aporte nutricional teria sido insuficiente para o perfeito enchimento das sementes, fazendo com que um maior número de vagens correspondesse a um menor peso de sementes.

As correlações genotípicas entre os componentes revelam uma relação semelhante àquela das correlações fenotípicas em aI, mas uma forte correlação negativa entre NVP X PCS em iI. Em sementeiras de verão, as relações entre componentes são bastante semelhantes àquelas fenotípicas.

A existência desta tendência de estabelecimento de correlações negativas entre componentes primários do rendimento, confirma observações de diversos autores (CAMACHO et alii, 1964; PINCHINAT & ADAMS, 1966; ADAMS, 1967; DENIS, 1967 e SANTOS, 1984). Por outro lado, ficam evidenciadas as diferenças estratégicas que as populações de plantas utilizam para compensar carências energéticas, segundo as condições ambientais estabelecidas durante a ontogenia da planta.

As correlações fenotípicas e genotípicas entre os componentes primários da produtividade (NVP, NSV e PCS) e PP revelam nitidamente que em sementeiras de inverno o componente que mais influenciou a produção de sementes de parcela foi NVP, enquanto que em sementeiras de verão foi NSV. Ao mesmo tempo revelam que na predição do rendimento, os componentes que mais se correlacionam com a produtividade são os que melhor podem predizê-lo. Conseqüentemente, torna-se difícil a

utilização de qualquer componente na predição visto que, dependendo das condições ambientais, a escolha do componente menos influente sobre a produtividade, poderia redundar numa seleção errônea. Especificamente, NVP correlacionou-se positivamente com PP em aI e iI. Em aV, a correlação foi positiva para o grupo de progênies F_2 e negativa para o grupo parental, enquanto que em iV as correlações genotípicas praticamente não existiram, sendo as genotípicas negativas, e de baixa magnitude. Apenas em iI, NVP apresentou correlações genotípicas de magnitude elevada com PP, sendo positivas para ambos os grupos. NSV apresentou correlações fenotípicas positivas e significativas com PP em semeaduras de verão, sendo as correlações genotípicas de grande magnitude nestes dois ambientes. Em semeadura de inverno, as correlações foram praticamente inexistentes em aI e muito baixas em iI, sendo os coeficientes positivos.

PCS foi o componente que menos correlacionou-se com PP. A única correlação de expressiva magnitude foi a correlação genotípica em iI, negativa ($r_G = -0,943$ para o grupo de progênies F_2 e $r_G = -1,398$ para o grupo de parentais). PCS apresentou coeficientes de correlações fenotípicas e genotípicas tendendo à negatividade em semeadura de inverno e à positividade em semeadura de verão, embora quase inexistentes em iV. Isto significa que para as populações segregantes em estudo, haveria a possibilidade de selecionar indivíduos simultaneamente para maior produtividade e maior peso de semente.

Correlações fenotípicas entre a produtividade expressa como PSP e PP, mostraram-se em geral elevadas e significativas, principalmente para o grupo das progênies F_2 . Ao se considerar a alta correlação entre PSP e PP é possível concluir que as 20 plantas sob competição utilizadas para determinar a variável PSP, representaram adequadamente a produtividade da parcela. Esta evidência pode ser bastante útil em programas de melhoramento, na fase de avaliação da produtividade, quando por problemas ambientais as parcelas não atinjam o estado adequado. Neste caso, quando possível a colheita de 20 plantas competitivas, a produtividade poderia ser determinada de forma satisfatória. As correlações genotípicas assemelham-se em magnitude às fenotípicas, sendo os valores mais baixos encontrados no ambiente aI.

Tendo em vista o bom desenvolvimento dos experimentos e a conseqüente correlação positiva e significativa entre PSP X PP e entre PCO X PP, seria de se esperar correlações semelhantes entre os componentes primários do rendimento e PP e entre os componentes e PSP e PCO. Realmente, na Tabela 18, observa-se que em semeadura de inverno NVP correlacionou-se positiva e significativamente com PSP e PCO, sendo estas correlações mais acentuadas para o grupo das progênies F_2 ; em semeaduras de verão NSV foi o componente melhor correlacionado com PSP e PCO. As correlações entre NVP e PSP e entre NVP e PCO foram positivas, exceção àquelas observadas em aV para o grupo dos parentais. Por sua vez, PCS revelou uma tendência a correlacionar-se positivamente com PSP e PCO nos ambientes de

alta fertilidade do solo, muito embora os coeficientes tenham sido relativamente baixos, e a correlacionar-se negativamente com PSP e PCO em ambientes de fertilidade intermediária do solo, com valores elevados para a correlação fenotípica para o grupo dos parentais, muito embora não-significativos (r_F PCS X PSP = -0,702; r_F PCS X PCO = -0,802). As correlações genotípicas assemelharam-se às fenotípicas. As únicas grandes discrepâncias foram observadas para as correlações entre PCS X PSP e PCS X PCO, quando em iI os valores das correlações genotípicas foram muito superiores quando comparados àqueles das correlações fenotípicas.

As correlações entre PSP X PCO, que se baseiam em dados obtidos a partir de 20 plantas competitivas da parcela, apresentaram correlações positivas, com coeficientes acima de 0,90 (exceção àquele estimado em iI para a correlação genotípica para o grupo das progênes F_2). Todas as correlações fenotípicas foram significativas ao nível de 1%.

Os resultados obtidos confirmam a tendência geral observada na literatura, de que os componentes primários da produtividade tendem a correlacionar-se positivamente com o rendimento (ou produtividade de sementes). Ao mesmo tempo, o ambiente determina qual o componente que mais influencia a produtividade, ou aquele que com o mesmo mais se correlaciona. Tais evidências são confirmadas nos trabalhos de ZIMMERMANN et alii (1984) e de SANTOS (1984). No primeiro observa-se que no ambiente em que o feijão foi semeado solteiro, NVP foi o com-

ponente que melhor se correlacionou com a produtividade, enquanto que em consórcio com milho, o componente que melhor se correlacionou foi PCS. Por sua vez, no trabalho de SANTOS (1984) NVP foi o melhor correlacionado com a produtividade no ambiente de Patos de Minas, enquanto que em Lavras foi NSV. Já quando as correlações foram estimadas para diferentes grupos de genótipos, mas em um mesmo ambiente, o componente que mais se correlacionou com a produtividade, foi também NVP (PANIAGUA & PINCHINAT, 1976; RAMALHO et alii, 1979).

O estabelecimento de uma tendência à associação negativa entre os componentes da produtividade, aqui observada, também confirma o que geralmente é observado na literatura. As exceções ficam por conta de NVP e NSV, que em alguns trabalhos apresentam coeficientes positivos (RAMALHO et alii, 1979b; SANTOS, 1984; ZIMMERMANN, 1984 e NIENHUIS & SINGH, 1986), além de algumas exceções também para NSV X PCS (PANIAGUA & PINCHINAT, 1976 e RAMALHO et alii, 1979b).

Importante é considerar que o aporte nutricional varia de ambiente para ambiente durante o processo de ontogenia da planta, fazendo com que estas relações, de natureza predominantemente fisiológica, variem de ambiente para ambiente. Conseqüentemente, o controle genético da expressão de cada um dos componentes seria independente, confirmando observações de ADAMS (1967).

Conforme NIENHUIS & SINGH (1986), a utilidade primária das correlações genotípicas é reforçar interpretações

feitas com base em correlações fenotípicas e melhor predizer respostas correlacionadas à seleção, visto que não há um teste de significância adequado para as correlações genotípicas.

Uma questão que freqüentemente surge, é a existência de estimativas negativas de componentes da variância. DUDLEY & MOLL (1969) referindo-se a este fato, indicam que em situações onde um determinado componente de variância tem um valor real muito pequeno, estimativas experimentais negativas podem ser esperadas. A experimentação repetida envolvendo as mesmas características em populações semelhantes forneceria estimativas que, em média, aproximar-se-iam do valor real. Conseqüentemente, a não declaração da existência destas estimativas negativas tornaria impossível determinar exatamente qual a verdadeira média de uma estimativa a partir de uma análise na literatura. Segundo ainda estes mesmos autores, muito embora uma estimativa negativa não possa ser interpretada por si só, que não como um desvio de amostragem, ela deve ser mencionada.

As correlações de ambiente entre CP's foram em geral de baixa magnitude. Apenas quatro coeficiente, dentre os 24 possíveis alcançaram valores superiores a 0,5. Nenhum atingiu 0,6. Não houve tendência de as correlações de ambiente apresentarem o mesmo sentido das correlações fenotípicas e genotípicas.

As correlações de ambiente entre CP's e PP revelaram que entre NVP e PP dentre os oito coeficientes possí-

veis, apenas três foram superiores a 0,5, sendo um superior a 0,7; as correlações foram em geral no mesmo sentido das correlações fenotípicas e genotípicas. Entre NSV X PP apenas um coeficiente superou 0,6, apresentando geralmente o mesmo sentido das correlações fenotípicas e genotípicas. Entre PCS X PP os coeficientes apresentaram um valor acima de 0,8 e dois acima de 0,5. Contrariamente aos dois componentes anteriores, não necessariamente apresentaram o mesmo sentido das correlações fenotípicas e genotípicas. Observa-se, portanto, que em geral as correlações de ambiente entre os componentes do rendimento e PP, foram de baixa magnitude.

Valores altos apresentaram invariavelmente as correlações de ambiente entre NVP X PSP e entre NVP X PCO. Estes resultados sugerem que houve uma coincidência no sentido de expressão destes caracteres em função do ambiente e além disso a ação do ambiente na expressão dos mesmos foi relativamente mais importante que a ação genética na associação entre eles. Correlações de ambiente entre NSV X PSP revelaram apenas um valor, para o coeficiente, superior a 0,5. Em apenas um caso revelaram sentido contrário às correlações fenotípicas e genotípicas. As correlações entre NSV X PCO apresentaram apenas dois valores acima de 0,5 e foram sempre de mesmo sentido que r_F e r_G . Correlações entre PCS X PSP e PCS X PCO normalmente apresentaram valores positivos e elevados para o grupo dos parentais, sendo que das oito possíveis correlações entre PCS X PSP e PCS X PCO, sete apresentaram valores acima de 0,5. Já para as correlações no grupo das progênes F_2 , apenas duas

foram superiores a 0,5. Segundo SILVA (1982) valores elevados de correlações ambientais podem ser também atribuídos à presença, nestas correlações, de fatores devidos aos efeitos de dominância, epistasia e da interação genótipo X ambiente.

Correlações de ambiente entre PSP X PP revelaram que para o grupo dos parentais, das quatro correlações possíveis três mostraram-se superiores a 0,5, porém inferiores à respectiva correlação fenotípica. Para o grupo das progênies F_2 , duas apresentaram-se superiores a 0,5 e superiores à respectiva correlação fenotípica. Das quatro correlações de ambiente para o grupo de parentais entre PCO X PP, duas foram inferiores a 0,5 enquanto que para o grupo das progênies F_2 , igualmente duas foram superiores a 0,5. Tão somente para o ambiente aI as correlações de ambiente foram superiores às correlações fenotípicas.

Finalmente, correlações de ambiente entre PSP X PCO foram sempre positivas e superiores a 0,857, revelando a íntima relação entre as variáveis PSP e PCO oriunda da própria derivação desta última variável.

Interessante é observar que todas as correlações de ambiente envolvendo a variável PP foram positivas, revelando que a ação do ambiente foi sempre no mesmo sentido quando considerada esta característica e qualquer das demais.

Apenas a correlação de ambiente entre NSV X PCS para o grupo das parentais em aI revelou um valor acima de 0,5 ($r_G = 0,515$).

Conclui-se que as correlações de ambiente não apresentaram problemas adicionais quando da consideração da seleção de qualquer das características estudadas.

4.4. Predição da produtividade de populações F_2

Na Tabela 19 encontram-se os valores dos coeficientes de correlação simples entre os valores parentais médios e os respectivos valores observados em geração F_2 utilizados na predição, para os caracteres componentes primários da produtividade e para a produtividade expressa como peso composto de sementes, peso de sementes por planta e peso de sementes da parcela, em cada um dos ambientes estudados.

Ao se considerar a predição do comportamento da geração F_2 a partir da média parental para cada um dos caracteres, verifica-se que em geral as correlações se mostraram elevadas e significativas em três dos quatro ambientes. Importante é observar que sempre que a predição se mostrou não significativa, a relação $CGC/(CGC + CEC)$ foi a mais baixa dentre os quatro ambientes. Esta constatação leva a considerar que a predição tem base na manifestação dos efeitos aditivos dos genes visto que a CGC depende principalmente, deste tipo de efeito. Segundo SANTOS (1984) os genes com efeitos aditivos envolvidos na herança dos caracteres aqui estudados, apresentaram maior expressão em condições ambientais mais favoráveis, em um estudo abrangendo dois ambientes. Conseqüentemente, a não significância na correlação encontrada para o ambiente menos favorável deve-se provavelmente a uma maior manifestação de efei-

tos dominantes nas populações F_2 . A única exceção foi constatada para NVP, para a qual a predição foi não significativa no ambiente aV, quando as menores médias foram constatadas em iV. No entanto, quando se observa a relação $CGC/(CGC + CEC)$, foi exatamente no ambiente aV que a mesma alcançou menor magnitude.

Ao se observar a predição da produtividade expressa como peso de sementes da parcela (PP) a partir da média parental, verifica-se que houve significância para as correlações nos quatro ambientes testados. O fato de PP ser um caráter complexo, resultante do efeito multiplicativo de seus componentes, faz com que sua expressão seja determinada por um número maior de genes, aumentando o poder tampão da expressão deste caráter. Conseqüentemente, haveria uma correspondência maior entre a expressão dos parentais e de suas respectivas populações F_2 .

A análise da predição da produtividade a partir dos componentes primários originais e transformados revela três características principais: a primeira, é que na semeadura de inverno o componente que melhor predisse o comportamento das populações F_2 a partir da média parental, foi NVP; em semeaduras de verão, foi NSV. Estas relações são válidas para todas as formas de expressão da produtividade: PCO, PSP e PP. A segunda, é que as transformações realizadas objetivando eliminar as correlações entre os componentes da produtividade, que se estabelecem nas seqüências fisiológica e temporal na

planta do feijão, não resultam em progresso na predição. A terceira, é que a predição da produtividade das populações F_2 a partir da média parental da produção de sementes da parcela mesmo sendo a mais simples é a que apresenta maior confiabilidade.

A ocorrência de CP's influenciando de forma diferenciada a produtividade, está descrita na literatura. THOMAS & GRAFIUS (1976) observaram que na geração F_1 de cruzamentos dialélicos em trigo, o número de espigas/plantas foi aquele que mais influenciou o rendimento, enquanto que na geração F_2 o número de espiguetas/espigas foi o componente mais importante. Já para aveia, GRAFIUS & THOMAS (1971) encontraram que o número de sementes/espiga foi o componente mais importante em dois ambientes analisados. A causa de tal fenômeno pode estar no aporte de recursos nutricionais à planta na sua ontogenia. Desde que os CP's estabelecem seqüencialmente, a existência de condições mais favoráveis, ou desfavoráveis, em um dado período, pode resultar em uma marcante influência de um determinado componente sobre o caráter complexo, que é a produtividade. Como existe um limite na disponibilidade de nutrientes para uma comunidade de plantas, o resultado é uma compensação entre os diversos componentes, que se reflete no aparecimento de correlações negativas entre os diversos componentes. É a competição intra-planta resultando de uma competição entre plantas. Número de vagens por m^2 apresentou uma correlação bem mais elevada com a produtividade do que número de sementes por vagem, enquanto o peso de sementes apresentou uma correla-

ção negativa, no trabalho de NIENHUIS & SINGH (1986) revelando que o número de vagens apresentou uma maior influência do que os demais componentes da definição da produção de sementes. SANTOS (1984) observou também a influência diferenciada dos CP's sobre o mesmo quando considerados diferentes ambientes. Em Patos de Minas, NVP foi o componente que melhor se correlacionou; em Lavras, foi NSV.

Conseqüentemente, a predição da produtividade a partir da média parental de seus componentes primários, torna-se pouco confiável, visto que há uma grande influência ambiental, provavelmente ligada ao fenômeno de aporte nutricional, sobre os mesmos.

As transformações realizadas de modo a tornar os caracteres não-correlacionados, eliminando os efeitos de um componente sobre os subseqüentes durante o processo de ontogenia de planta, não trouxeram quaisquer progressos na predição. THOMAS & GRAFIUS (1976) encontraram que para trigo a predição a partir da média parental dos valores dos componentes transformados mostrou-se superior à predição a partir de valores originais. Para milho, no entanto, não encontraram nenhum componente que oferecesse uma boa predição do rendimento, não oferecendo qualquer vantagem a sua transformação. Os valores relativamente baixos das correlações fenotípicas entre os componentes (Tabela 18) podem explicar a ausência de progresso na predição a partir de valores transformados. A pequena influência de um componente sobre o subseqüente, faria com que a eliminação da influência que se estabelece a partir do primeiro

componente sobre aqueles subsequentes, resultasse em nenhum ganho significativo.

Os resultados sobre a predição aqui obtidos, sugerem que a média parental para o caráter produtividade pode ser utilizada como o primeiro passo da estratégia de definição das melhores populações híbridas. Este conceito concorda com a sugestão de NASS (1979) e até certo ponto com a afirmativa feita por HANSON (1963) já comentada na revisão de literatura. Uma perfeita generalização não é possível, devido ao fato de que apesar de significativas, as correlações utilizadas na predição apresentaram magnitudes não muito elevadas. Apenas no ambiente aV, ocorreu um valor superior a 0,80 (para aV, $r = 0,8444^{**}$). Verifica-se que justamente neste ambiente a relação $CGC/(CGC + CEC)$ foi a mais elevada, sugerindo que para um caráter complexo como produção de sementes a predição torna-se mais aperfeiçoada quando um dos componentes apresenta forte influência na determinação do mesmo, como aconteceu com o número de sementes por vagem (NSV), no ambiente aV. Em ambientes onde não haja uma influência maior de um componente sobre a produção de sementes, poder-se-ia esperar das respectivas populações híbridas uma diferente estratégia de produção àquela dos parentais, diminuindo conseqüentemente a predição.

Um aperfeiçoamento na predição, sugerido por TOLEDO (1989), implica no uso de progênies F_3 . A metodologia, que foi aplicada na seleção de cruzamentos entre oito parentais de soja com boa adaptação, levou à identificação dos cru-

zamentos classificados em 1º, 2º, 3º, 5º, 6º e 7º lugares, dentre os seis melhores classificados com base na predição da produtividade em relação à média dos cultivares padrão PARANÁ e BR-5. O progresso na predição foi bastante significativo, já que com base na média parental a predição identificou tão somente os cruzamentos classificados em 3º, 5º, 6º, 8º, 9º e 13º lugares, dentre os 17 possíveis. O ganho na predição da produtividade justificaria a aplicação desta metodologia em um programa de melhoramento objetivando produtividade, quando as progênies atingissem a geração F_3 . Este ganho é explicado a partir do fato de que o valor médio observado na geração F_2 de um cruzamento qualquer num dialelo é definido pela seguinte equação (EBERHART & GARDNER, 1966):

$$\bar{F}_{2(1 \times 2)} = \mu + \frac{1}{2} (a_1 + a_2) + \frac{1}{2} \bar{h} + \frac{1}{2} (h_1 + h_2 + s_{12}) + aa_{12},$$

onde:

$\bar{F}_2$: é a média da geração F_2 do cruzamento entre os parentais 1 e 2;

$\mu + \frac{1}{2} (a_1 + a_2)$: representa a média parental;

$\bar{h}$: representa a heterose média do dialelo;

h_1 e h_2 : representam as heteroses parentais;

s_{12} : representa a heterose específica e

aa_{12} : representa a epistase aditivo X aditivo, e que nas gerações subseqüentes a contribuição dos efeitos de dominância, representados pelas diversas formas de heterose diminuam.

Como consequência, predições a partir da gera-

ção F_3 aproximam-se mais da real média de um cruzamento do que aquelas obtidas a partir da geração F_2 . Ao mesmo tempo se os efeitos da epistase aditivo X aditivo forem elevados, a predição do comportamento da geração F_2 a partir da média parental torna-se menos eficiente. O mesmo comprometimento da predição a partir da média parental será verificado se as diversas formas de heterose forem de magnitude acentuada, já que as mesmas resultam de efeitos de dominância. Se efeitos apistáticos outros que aqueles aditivo X aditivo estiverem presentes de forma significativa na expressão do comportamento de progênies híbridas, não existe modelo adequado para predizer o comportamento de gerações mais avançadas, e a comparação do comportamento observado é a única informação útil que pode ser aproveitada (EBERHART & GARDNER, 1966).

4.5. Análise da capacidade de combinação

Através da análise de variância (Tabelas 7, 8, 9 e 10) observa-se que os efeitos devidos a genótipos apresentaram diferenças significativas para todos os caracteres em todos os quatro ambientes testados, exceção ao número de vagens por planta (NVP) em alta fertilidade no verão (aV), e ao peso composto de sementes (PCO e PCT) e ao peso de sementes por planta (PSP), ambos no nível intermediário de fertilidade do solo em semeadura de inverno (iI). Os efeitos entre cruzamentos recíprocos em geral não foram significativos, razão pela qual eles foram ignorados e utilizou-se o método 2, modelo misto B de GRIFFING (1956b) para estimar a capacidade de combinação.

Nas Tabelas 20 e 21, são apresentados os resultados das análises para capacidade de combinação.

A CGC foi significativa para todos os caracteres (ao nível de 1%, exceto para PCT em aI, a 5%). A CEC apresentou-se significativa para determinados caracteres de acordo com o ambiente testado. Assim, considerando os CP's, para NVP a CEC foi significativa (0,05%) em três ambientes (aI, aV e iV); para NSV a CEC foi significativa (0,01%) em três ambientes (aV, iI e iV), sendo que em aI, foi não-significativa para NSVO e significativa a 5% para NSVT; para PCS, a CEC foi significativa (0,01%) em todos os ambientes. Ao se analisar a produção de sementes, expressa de três formas - peso composto de sementes (PCO e PCT), peso de sementes por planta (PSP) e peso de sementes da parcela (PP), observam-se igualmente diferenças na significância de CEC na expressão dos mesmos. Assim, para PCO e PCT, observa-se que no verão, em ambos os níveis de fertilidade do solo, a CEC foi significativa (0,01%); já no inverno, a CEC foi significativa apenas para PCT (0,01%) no nível intermediário de fertilidade do solo. Quanto a PSP, a CEC foi significativa (0,01%) em aI, aV e iV. Finalmente, para PP a CEC foi significativa (0,01%) em todos os ambientes.

Igualmente nas Tabelas 20 e 21, são apresentados os valores da relação $\left[\frac{CGC}{CGC + CEC} \right] \times 100$. De acordo com BAKER (1978) a melhor forma de comparar a importância relativa entre CGC e CEC, é através da razão $\frac{CGC}{CGC + CEC}$. Quanto mais aproximada de 1, mais acurada a predição com base

na CGC. Esta relação, expressa em valores percentuais, revela que para os CP's, a CGC foi elevada para todos os caracteres, ficando abaixo de 90% apenas para NVP no verão e PCSO (PCST) no nível intermediário de fertilidade do solo, também no verão. Para os caracteres que medem a produtividade, a relação apresentou menores valores do que para os CP's. Assim, para o peso composto de sementes, houve uma variação de 71,5% (iV) a 91,3% (aI), enquanto que para PSP os valores variaram de 74,6% (iV) a 87,9% (aV). Peso de sementes da parcela (PP) foi a característica que apresentou os menores valores para a relação $\left[\frac{CGC}{(CGC + CEC)} \right] \times 100$, visto que em aI atingiu 53,9%; em iI 69,1%; em aV 98,3% e em iV 75,9%.

A importância da CGC na expressão de caracteres de rendimento e de seus componentes primários confirma os resultados observados na literatura sobre feijão (SINGH & SAINI, 1982, 1983; MITRANOV, 1983; VAID et alii, 1985; NIENHUIS & SINGH, 1986 e WASSIMI et alii, 1986).

A significância da CEC a um nível inferior para NVP, e mesmo a ausência de significância em alguns ambientes para alguns dos caracteres, reflete, além da existência de uma interação entre CEC e os ambientes, o fato de que a geração F_2 foi empregada, além do modelo 2 de Griffing. Na geração F_2 , o componente de dominância da variância genética, teoricamente é reduzido à metade daquele existente na geração F_1 . Conseqüentemente, o quadrado médio da CEC tende a diminuir em magnitude em relação ao quadrado médio da CGC. Por outro lado, segundo

WEBER (1976) a utilização do método 2 de Griffing em relação ao método 4, tende a inflar os quadrados médios de CGC e de CEC, verificando-se este efeito mais intensamente em relação ao quadrado médio da CGC. A causa desta diferença, seria a presença de materiais fixados que mostrariam diferenças mais acentuadas. Como a CGC reflete principalmente componentes das variâncias genéticas aditiva e epistática aditiva X aditiva, e a CEC resulta dos vários tipos de variância genética não-aditiva, conclui-se que todos estes componentes estão envolvidos na determinação da herança destes caracteres. Através da relação $\left[\frac{CGC}{(CGC + CEC)} \right] \times 100$, observa-se que para a grande maioria dos caracteres a importância da CGC relativamente à CEC na expressão dos diversos caracteres, foi maior. Apenas para PP observou-se mais de um valor percentual abaixo de 70. Esta predominância tem sido observada por diversos autores, tanto nas gerações F_1 , como F_2 , para estes caracteres (SINGH & SAINI, 1982, 1983; MITRANOV, 1983; VAID et alii, 1985, exceção do número de sementes por vagem, em que observaram o oposto; NIENHUIS & SINGH, 1986 e WASSIMI et alii, 1986). WEBER (1976) menciona que quando os parentais apresentam-se heterogêneos para um determinado caráter, é esperado que a CGC seja relativamente grande quando comparada com a CEC. Por outro lado, SPRAGUE & TATUM (1942) encontraram que dentre linhagens de milho não selecionadas previamente para rendimento e acamamento, a CGC foi relativamente mais importante do que a CEC, verificando-se o oposto para linhagens previamente selecionadas para estas características. Dentre os parentais estudados no pre-

sente trabalho, apesar da variada coloração de tegumento das sementes, o ciclo e o peso das sementes, bem como o porte, podem ser considerados como semelhantes (Tabela 1). Conseqüentemente, estes resultados e aqueles da literatura sobre a relativa importância superior da CGC em relação a CEC permitiriam afirmar que em feijão há uma tendência real de que esta relação seja generalizada.

Nas Tabelas 20 e 21, podem ser observadas as médias das variâncias da CGC e do CEC nos diversos ambientes. Quanto aos CP's, observa-se que para NVP as médias da variância da CGC foram superiores no inverno, sendo aquelas da CEC superiores no verão. Para NSV a média da variância da CGC foi superior nos quatro ambientes; já para os caracteres que expressam a produção de grãos, verifica-se que para PCO e PCT, houve uma semelhança entre as médias das variâncias, com uma tendência de superioridade para a média da variância de CGC em iI para PCT, e da média da variância da CEC para PCO em iV. Para PSP, igualmente manifestou-se superior tão somente a média da variância da CEC em iV. Por sua vez, para PP a média da variância da CEC foi superior em três dos ambientes - aI, iI e iV; para aV, observou-se o oposto. Segundo FREIRE FILHO (1988) para caracteres em que os parentais tenham sido selecionados previamente, direta ou indiretamente, haveria uma tendência de uma maior estimativa da média da variância dos efeitos da CEC. Sendo uma espécie autógama, esta seleção teria atuado principalmente sobre a variabilidade genética aditiva, conseqüentemente reduzindo-a em relação àquela devido aos efeitos de do-

minância. Por outro lado, a predominância da média da variância da CGC ou CEC, dependendo do ambiente, para um mesmo caráter, está de acordo com o observado por SANTOS (1984), em que o controle genético para PSP e para os componentes da produção de grãos diferiu para os diferentes ambientes testados. Segundo o mesmo, os genes aditivos apresentaram proporcionalmente maiores expressões nas condições ambientais favoráveis, o mesmo observado neste trabalho. NIENHUIS & SINGH (1988) e RAMALHO et alii (1988) detectaram interações entre efeitos da CGC e ambientes, sendo que os primeiros autores igualmente detectaram a interação CEC X local para rendimento, nº de vagens/m² e PCS. Entretanto, como os quadrados médios da CGC foram sempre superiores àqueles da CEC, mesmo considerando que foi utilizada a geração F₂, conclui-se que a ação gênica aditiva e possivelmente a ação gênica epistática aditiva X aditiva foi mais importante na expressão dos caracteres estudados.

Muito embora ARUNACHALAM (1976) tenha apontado que a geração F₂ devesse ser encarada com precauções quando utilizada na análise de capacidade de combinação de Griffing, tendo em vista principalmente que a segregação observada em diferentes cruzamentos é não comparável, vários pesquisadores a tem empregado (DICKSON, 1967; SANTOS, 1984; NIENHUIS & SINGH, 1986 e 1988; RAMALHO et alii, 1988, trabalhando com *Phaseolus vulgaris*, além de SHARMA et alii, 1978 e WEBER, 1972 em outras leguminosas). NIENHUIS & SINGH (1986) observaram que CGC foi mais importante do que CEC para a produção de grãos e seus componentes primários tanto na geração F₁ como F₂. Entretanto,

conforme o esperado, tendo em vista que, teoricamente, o componente de dominância de variância genética reduz-se pela metade na geração F_2 , os quadrados médios da CEC para a produção de grãos e seus componentes primários foram não significativos na geração F_2 , o tendo sido na geração F_1 (exceto para o número de sementes por vagem). Quanto à estimação da CGC, os resultados foram semelhantes para ambas as gerações confirmando que a CGC é melhor estimada na geração F_2 do que a CEC. Este fato é importante tendo em vista que numa espécie autógama como feijão a obtenção de grandes quantidades de sementes F_1 é relativamente difícil, e em que o maior interesse repousa na determinação da CGC.

No presente estudo, a predominância dos quadrados médios da CGC para todos os caracteres, bem como os valores geralmente altos da relação $CGC/(CGC + CEC)$ sugerem que a média parental seria um bom indicador do valor de um cruzamento em relação aos diversos caracteres estudados.

4.5.1. Efeitos da capacidade geral de combinação

As estimativas dos efeitos de capacidade geral de combinação (g_i), os erros padrões de (g_i) e de ($g_i - g_j$), o coeficiente de correlação (r) entre (g_i) e as respectivas médias dos parentais são apresentadas nas Tabelas 22 e 23.

Nenhum dos genótipos apresentou valores de (g_i) positivos para todos os caracteres. Da mesma forma, para todos os CP's. Por exemplo, Roxinho Brilhante (RB) apresentou valo-

res positivos e significativos para NVP e negativos para NSVO e para PCS. Por sua vez, A-77 apresentou valores positivos para PCS e negativos para NVP e NSVO. Da mesma forma, quando em uma dada época de semeadura os valores para um dado CP foram positivos e para a outra época, negativos, para os dois outros CP's os valores são ou positivos ou negativos. A única exceção estabeleceu-se para Mulatinho, na semeadura de verão, em alta fertilidade, para a qual os valores foram sempre negativos para NVP. Assim, a existência de uma compensação intra-planta através dos CP's já descrita por ADAMS (1967) vê-se confirmada através da análise dos valores de (g_i).

Quanto à variável PP, Ica-Tuí apresentou o maior valor positivo para (g_i) (116,8683** em aV), apresentando ainda o maior valor positivo em iV (36,7633**). Estes valores mais elevados de (g_i) para Ica-Tuí estão de acordo com a sua produtividade média, pois foi o genótipo mais produtivo em ambos os níveis de fertilidade do solo em semeaduras de verão, embora não estatisticamente. Em semeaduras de inverno, o genótipo que apresentou valores mais altos para (g_i), foi Mulatinho Vagem Roxa com Estrias ($g_i = 38,9417$ ** em aI e $45,1329$ ** em iI), que em aI foi o genótipo mais produtivo, sendo o segundo mais produtivo em iI, em termos absolutos. Os valores obtidos para PCO e PCT e para PSP estão, em geral, coincidentes em sinal e magnitude relativa àqueles observados para PP. Assim, exceção feita ao valor de (g_i) de EP 10063 para PCO em aI ($g_i = 1,0037$ **), os maiores valores foram relativos a Ica-Tuí para PCO em aV ($g_i = 0,9146$ **) e para PSP também em aV

$(g_i = 0,8858^{**})$.

Uma análise global do comportamento dos parentais tendo como base os valores de (g_i) revela que apenas Mulatinho Vagem Roxa com Estrias apresentou valores positivos em três dos quatro ambientes testados para PP. Em sementeiras de inverno apresentou os maiores (g_i) , enquanto no verão Ica-Tuí apresentou valores de (g_i) superiores. Roxinho Brilhante e Mulatinho Vagem Roxa com Estrias apresentaram valores de (g_i) superiores para NVP nos diversos ambientes, enquanto Mulatinho Vagem Roxa com Estrias e Ica-Tuí apresentaram valores de (g_i) positivos e mais altos para NSV nos quatro ambientes. Quanto a PCSO e PCST, A-77 e EP 10063 foram os parentais que apresentaram valores de (g_i) positivos e mais elevados nos quatro ambientes. A consistência dos valores de (g_i) nos diversos ambientes e a manifestação diferenciada dos mesmos em diferentes parentais para os diferentes CP's sugere que o intercruzamento destes parentais em etapas sucessivas, poderia conduzir ao surgimento de recombinantes superiores em produtividade, obedidos os limites biológicos determinados através da compensação intra-planta via CP's verificado igualmente no presente trabalho.

Nas Tabelas 22 e 23 observa-se que as correlações entre os efeitos de (g_i) e as respectivas médias dos parentais foram altas e significativas sugerindo que a identificação de cultivares que possuem altos valores de (g_i) possa ser feita a partir da análise do comportamento dos próprios

cultivares, apesar de haver confundimento com efeitos epistáticos aditivos X aditivo na determinação de (g_1) (EBERHART & GARDNER, 1966). Esta premissa confirma a sugestão de NASS (1979) de que na busca de boas populações segregantes, o passo anterior à realização de cruzamentos é a seleção de parentais com base no seu próprio comportamento. Por outro lado, NIENHUIS & SINGH (1988) induzem à idéia de que a obtenção de parentais com CGC superior não é simples, a partir da baixa frequência de parentais com CGC favorável para produção de grãos, ao examinarem uma significativa amostra de germoplasma de feijão de sementes pequenas (≤ 25 g por 100 sementes). Entretanto, com base no presente trabalho em que a predição da produtividade da geração F_2 a partir da média parental mostrou-se efetiva para um dado ambiente, em que a CGC mostrou-se superior à CEC na expressão dos diversos caracteres, e em que a correlação entre (g_1) e a média do respectivo parental foi alta, conclui-se que a análise do comportamento dos possíveis parentais é de real importância na definição dos cruzamentos a serem realizados, visto que a média parental irá representar muito bem quais serão as melhores populações segregantes.

4.5.2. Efeitos da capacidade específica de combinação

Em um programa de melhoramento genético de uma espécie autógama como o feijão, a CGC é a mais importante estimativa desde que permite evidenciar a importância relativa dos genes com efeitos aditivos na manifestação de um dado caráter. Decorrendo a CEC, principalmente da variância genética

dominante e de outros tipos de componentes da interação epistática (GRIFFING, 1956a), seu uso no melhoramento genético das principais espécies autógamas é limitado, na medida em que poucas são aquelas que no momento possuem híbridos economicamente viáveis.

O método 2 de GRIFFING (1956b) que inclui também os parentais permite que sejam calculados os efeitos (s_{ii}), que correspondem à CEC do parental i com ele próprio (Tabelas 24 e 25) além dos efeitos (s_{ij}), que correspondem à CEC do parental i com o parental j (Tabelas 26 e 27). Segundo MIRANDA et alii (1988) citando C.D. Cruz (resultados não publicados), os valores de (s_{ii}) têm grande significado genético, tanto em seu sinal quanto na sua magnitude relativa. Segundo o mesmo autor, nos modelos aditivo-dominante, o estimador (s_{ii}) é uma medida da divergência genética do parental i em relação à média dos demais parentais considerados no dialelo. Maior o valor absoluto de (s_{ii}), maior também a divergência genética do referido parental em relação aos demais considerados no dialelo. Quando (s_{ii}) for negativo, a heterose (em relação à média dos parentais) manifestada nos híbridos do parental i será, em média, positiva. Quando (s_{ii}) for positivo, ocorrerá o contrário; quando (s_{ii}) for zero ou próximo de zero, a divergência genética do parental i em relação aos demais parentais será pequena ou nula e a heterose nos híbridos do parental i também será pequena ou nula.

Na Tabela 24, observa-se uma diferença entre

valores de (s_{ii}) para NVP tanto entre parentais para um mesmo ambiente, como para diferentes ambientes para um mesmo parental, revelando uma divergência entre os parentais para este caráter, que mostrou-se influenciado pelo ambiente. Assim, Ica-Tuí apresentou valores comparativamente altos e positivos em sementeiras de inverno e relativamente mais baixos e negativos em sementeiras de verão, revelando que a divergência em relação aos demais parentais manifestou-se com maior intensidade no inverno. Por sua vez, EP 10063 apresentou valores negativos em sementeiras em alto nível de fertilidade do solo e positivos em nível intermediário. Para os caracteres NSVO - NSVT, PCSO - PCST, os valores foram negativos e em geral baixos, revelando uma menor divergência entre os parentais. O único valor relativamente alto e positivo foi detectado para EP 10063 em aI ($s_{ii} = 0,3532$).

A análise dos valores (s_{ii}) para os caracteres que expressam a produção de sementes (Tabela 25), revela, em geral, a presença de uma homogeneidade entre os parentais para PCO (igualmente para PCT) e PSP, desde que as suas magnitudes foram baixas. Na expressão de PP, observa-se uma maior divergência entre os parentais, desde que as magnitudes são mais elevadas, destacando-se o parental Mulatinho com o mais divergente. Este parental manifestou esta divergência nos quatro ambientes testados em contraste com A-77 que revelou uma grande divergência em sementeiras de inverno, mas não nas de verão. Diferentes manifestações poderiam sugerir que determinados parentais poderiam divergir mais ou menos de outros parentais de

um mesmo grupo, de acordo com a constituição do ambiente específico considerado.

Observa-se igualmente a diferença em expressão dos caracteres de produção de sementes quando estes refletem a produção por planta (PCO, PCT e PSP) e quando refletem a produção por área (PP).

Nas Tabelas 26 e 27, observam-se os valores (s_{ij}) para os diversos caracteres estudados. Tanto para os caracteres componentes da produção de sementes, como para aquelas que a expressam, observa-se variação ampla. Para NVP não houve cruzamento que tenha mostrado valor de CEC elevado em semeadura de inverno. Em semeadura de verão o cruzamento Mulatinho Vagem Rosa com Estrias X Roxinho Brilhante revelou valores positivos e dentre os mais altos em ambos os níveis de fertilidade do solo. Mulatinho Vagem Roxa com Estrias X Ica-Tuí e Mulatinho X EP 10063 no nível alto de fertilidade do solo em semeadura de verão destacaram-se por apresentarem os valores mais elevados. Ica-Tuí X EP 10063 apresentou o valor mais elevado em semeadura de verão no nível intermediário de fertilidade do solo.

Quanto a NSVO - NSVT, observa-se a semelhança entre os valores originais e transformados. Assim como para NVP, não houve cruzamento que se tenha destacado no ambiente aI. Em aV, destacaram-se Mulatinho Vagem Roxa com Estrias X Mulatinho, Mulatinho Vagem Roxa com Estrias X EP 10063 e Ica-Tuí X A-77. Nenhum destes cruzamentos apresentou valores de

(s_{ij}) em sementeiras no nível intermediário de fertilidade do solo situados entre os mais elevados. Dois cruzamentos apenas apresentaram-se dentre os de mais alta CEC tanto em iI como em iV, que foram Ica-Tuí X EP 10063 e Roxinho Brilhante X Ica-Tuí. Em iI, destacaram-se também Ica-Tuí X Mulatinho e Mulatinho X A-77, enquanto que em iV, destacou-se ainda Roxinho Brilhante X Mulatinho.

Em relação a PCSO e PCST observa-se igualmente a semelhança entre valores originais e transformados. Ica-Tuí X Mulatinho foi o único cruzamento que mostrou consistência em seu comportamento superior através dos ambientes, situando-se dentre os mais elevados em aI, aV e iV. Além de Mulatinho Vagem Roxa com Estrias X Mulatinho e Mulatinho Vagem Roxa com Estrias X A-77, a progênie Ica-Tuí X Mulatinho também mostrou CEC positiva e dentre as mais elevadas tanto para NSVO - NSVT como para PCSO - PCST. No ambiente aI destacaram-se ainda Roxinho Brilhante X A-77, (que também destacou-se em iI), Roxinho Brilhante X EP 10063 e Mulatinho X EP 10063. Em aV, destacou-se além de Ica-Tuí X Mulatinho, Mulatinho Vagem Roxa com Estrias X Mulatinho. Em iV destacaram-se Mulatinho Vagem Roxa com Estrias X A-77 e Roxinho Brilhante X Mulatinho, além de Ica-Tuí X Mulatinho.

As variáveis que expressam a produção de grãos por planta - PCO, PCT e PSP, apresentaram resultados bastante similares quanto aos valores da CEC.

Nenhum cruzamento destacou-se por sua CEC nos

quatro ambientes. Ica-Tuí X EP 10063 foi o único cruzamento que atingiu comportamento destacado em dois ambientes tanto para PCO como para PSP, ou seja, em aV e iV além de aI para PSP. Outro cruzamento de que participou EP 10063, Mulatinho Vagem Roxa com Estrias X EP 10063, destacou-se por seu valor relativamente elevado em iI tanto para PCO como para PSP, sendo que para esta última variável destacou-se ainda em mais dois ambientes, aI e aV. Cabe destacar dois outros cruzamentos de que participou Mulatinho Vagem Roxa com Estrias que são Mulatinho Vagem Roxa com Estrias X Roxinho Brilhante e Mulatinho Vagem Roxa com Estrias X A-77. Mulatinho Vagem Roxa com Estrias X Roxinho Brilhante destacou-se em aV para PCO e PSP, enquanto Mulatinho Vagem Roxa com Estrias X A-77 destacou-se em aI para as duas variáveis. Além disso Mulatinho Vagem Roxa com Estrias X Roxinho Brilhante destacou-se em iV para PSP. Ica-Tuí X Mulatinho apresentou comportamento destacado em iV tanto para PCO como para PSP.

Em relação a PP, a variável mais importante, pois reflete todas as interrelações entre os componentes primários da produtividade, traduzindo o que se esperaria obter em produção por área, não se observa uma consistência em termos de resposta à CEC. Assim, embora alguns cruzamentos tenham apresentado comportamento superior em determinadas épocas de semeadura, independentemente do nível de fertilidade do solo, outros cruzamentos destacaram-se em ambientes que aparentemente foram os mais discrepantes ou mesmo apenas em um ambiente.

O único cruzamento que apresentou efeitos (s_{ij}) superiores ao erro padrão em três ambientes foi Ica-Tuí X Mulatinho, nominalmente em aI, iI e iV. O parental Ica-Tuí apresentou CGC positivo para PP nos ambientes de verão, mas negativos no inverno. Mulatinho apresentou CGC positivos no inverno e negativos no verão. Ao mesmo tempo, Ica-Tuí foi o parental mais produtivo no verão e Mulatinho intermediário em produtividade em semeaduras de inverno e último em produtividade no verão, embora as diferenças não sejam significativas. Aparentemente houve uma complementariedade entre estes parentais para que a geração F_2 resultante de seu cruzamento apresentasse valores mais elevados de CEC.

Outro cruzamento que se destacou foi Roxinho Brilhante X Ica-Tuí, visto que apresentou os efeitos de (s_{ij}) mais elevados dentre os cruzamentos em semeaduras de verão em ambos os níveis de fertilidade do solo. Assim, como Mulatinho, Roxinho Brilhante apresentou (g_i) negativo em aV e de baixa magnitude em iV, sendo positivo nas semeaduras de inverno. Entretanto, não houve a complementariedade observada por Ica-Tuí X Mulatinho para os ambientes de inverno.

Mulatinho Vagem Roxa com Estrias X EP 10063 apresentou efeitos de (s_{ij}) dentre os maiores em semeaduras de inverno, sendo o mais elevado em iI. Destes parentais, Mulatinho Vagem Roxa com Estrias apresentou valores de (g_i) positivos em aI, aV e iI, sendo de baixa magnitude e negativo em iV. EP 10063 apresentou efeitos de (g_i) negativos em todos os am-

bientes. Os cruzamentos Mulatinho Vagem Roxa com Estrias X Mulatinho e Mulatinho X EP 10063 apresentaram efeitos de (s_{ij}) dentre os mais elevados em dois ambientes. Mulatinho Vagem Roxa com Estrias X Mulatinho destacou-se em aI e iV enquanto Mulatinho X EP 10063 em aV e iI. Como mencionado, Mulatinho Vagem Roxa com Estrias revelou efeitos de (g_i) positivos em aI, aV e iI, enquanto Mulatinho apresentou efeitos de (g_i) positivos no inverno e negativos no verão. Portanto, a presença de um efeito de (s_{ij}) mais destacado em iV não teria suporte na existência de (g_i) favoráveis nos parentais.

Em relação ao cruzamento Mulatinho X EP 10063 observa-se que EP 10063 apresentou efeitos de (g_i) negativos em todos os ambientes, o que resulta na presença de um valor relativamente alto para (s_{ij}) a partir de parentais com (g_i) positivo e negativo, no caso de iI, e com $(g_{i,s})$ negativos no caso de aV.

Os cruzamentos que maiores efeitos de (s_{ij}) apresentaram em valores absolutos foram Mulatinho Vagem Roxa com Estrias X A-77 e Roxinho Brilhante X A-77 ($s_{ij} = 98,9017$ e $98,3642 \text{ g/4 m}^2$ respectivamente), ambos no ambiente aI. O parental A-77 apresentou $(g_{i,s})$ negativos em aV, iI e iV, mas de baixa magnitude em aI. Por sua vez, conforme já mencionado, Mulatinho Vagem Roxa com Estrias apresentou (g_i) positivo e o mais elevado em aI, enquanto (g_i) de Roxinho Brilhante foi positivo mas de baixo valor absoluto em aI.

Dos quatorze cruzamentos que se destacaram nos

quatro ambientes cinco cruzamentos foram em aI, dois cruzamentos em aV, três cruzamentos em iI e quatro cruzamentos em iV e envolveram os parentais Mulatinho Vagem Roxa com Estrias e Mulatinho em três cruzamentos e Ica-Tuí, Roxinho Brilhante, A-77 e EP 10063 em dois cruzamentos. Dos quatorze cruzamentos, nove cruzamentos apresentaram um parental com (g_i) positivo e um com (g_i) negativo no respectivo ambiente para PP. Três cruzamentos apresentaram ambos os parentais com (g_i) negativo e apenas dois cruzamentos apresentaram ambos os parentais com (g_i) positivos. A consequência de tal constatação é de que não é possível generalizadamente adotar (s_{ij}) como forma de identificar parentais e cruzamentos favoráveis. Por outro lado, os cruzamentos que apresentaram maiores efeitos de (s_{ij}) em cada ambiente, Mulatinho Vagem Roxa com Estrias X A-77 e Roxinho Brilhante X A-77 em aI, situaram-se em 2º e 3º lugares em produtividade, respectivamente; Roxinho Brilhante X Ica-Tuí em aV e iV foi primeiro em produtividade nos dois ambientes e Mulatinho Vagem Roxa com Estrias X EP 10063 em iI situou-se também primeiro em produtividade em iI. Além disso, Mulatinho Vagem Roxa com Estrias apresentou (g_i) positivo para aI sendo ainda o parental de maior produtividade neste ambiente e Ica-Tuí, apresentou (g_i) positivo tanto em iV como em aV, sendo o parental de maior produtividade em ambos os ambientes; Mulatinho Vagem Roxa com Estrias igualmente apresentou (g_i) positivo em iI situando-se em segundo lugar em produtividade dentre os parentais neste ambiente.

Portanto, analisando os resultados desta forma,

é possível deduzir que cruzamentos que apresentaram CEC elevada em cada um dos ambientes originaram-se a partir de, pelo menos, um parental com (g_1) positivo e de produtividade elevada, apresentando estes cruzamentos, adicionalmente, em geral, uma média também elevada para PP no respectivo ambiente.

Fica evidenciada a importância do ambiente na manifestação do potencial de cada parental em suas respectivas progênes. Em semeaduras de inverno, Mulatinho Vagem Roxa com Estrias foi o parental mais importante, pois suas progênes F_2 de cruzamentos com A-77 em aI e com EP 10063 em iI apresentaram maior efeito de (s_{ij}) em ambos os ambientes, além de destacada produtividade. Adicionalmente, suas progênes apresentaram-se como terceiras em variabilidade para PSP em aI e como primeiras em iI. Em semeaduras de verão, Ica-Tuí foi o parental mais importante, pois seus cruzamentos com Roxinho Brilhante, foram superiores em seus efeitos de (s_{ij}) tanto em iV como em aV além de em aV apresentarem variância favorável.

Não houve correspondência entre efeitos (s_{ij}) dos componentes da produtividade (NVP, NSVO-NSVT e PCSO-PCST) ou da produção de sementes por planta (PCO-PCT e PSP) e PP.

5. CONCLUSÕES

Os resultados permitem tirar as seguintes conclusões:

a) efeitos ambientais foram significativos para todos os caracteres;

b) efeitos recíprocos mostraram-se não significativos; as exceções detectadas foram para o número de sementes por vagem em ambientes com o solo em nível intermediário de fertilidade e para o peso de cem sementes no inverno no nível alto e no verão, no nível intermediário de fertilidade do solo;

c) o comportamento relativo dos genótipos não foi influenciado pelas diferenças no nível de fertilidade do solo, mas foi alterado pelas diferenças entre épocas de cultivo;

d) heteroses e heterobelioses positivas e negativas foram detectadas para os diversos caracteres. Exceção ao ambiente alta fertilidade do solo, semeadura de verão (aV), em todos os ambientes diversos cruzamentos superaram o melhor parental;

e) as correlações genotípicas tenderam a ser mais altas e foram sempre de mesmo sinal que as fenotípicas e concordantes entre os grupos parental e de progênes F_2 ;

f) houve uma tendência para o estabelecimento de correlações negativas entre os componentes primários da produtividade (NVP, NSV e PCS). NVP foi o que melhor correlacionou-se com os caracteres de produtividade (PSP, PCO e PP) em semeaduras de inverno, enquanto que em semeaduras de verão, o foi NSV. PCS pouca associação mostrou com PP, sugerindo que a seleção para altas produtividades não estaria condicionada à obtenção de cultivares com sementes pequenas;

g) PSP e PCO apresentaram, em geral, alta correlação com PP, indicando que vinte plantas competitivas poderiam expressar adequadamente a produtividade total da parcela;

h) correlações de ambiente entre os componentes primários da produtividade e entre estes e PP foram, em geral, de baixa magnitude. Não houve tendência de igualdade em sinal entre as correlações de ambiente e aquelas fenotípicas e genotípicas;

i) todas as correlações de ambiente envolvendo o caráter PP foram positivas, indicando que a ação do ambiente não viria a interferir negativamente no processo de seleção para esta característica;

j) a predição do comportamento das progênes F_2 pode ser efetivada, com poucas exceções, a partir da média pa-

rental para os diversos caracteres. A predição da produtividade (PSP, PCO, PCT e PP) a partir de seus componentes primários, é dependente do ambiente considerado. Em sementeiras de inverno, NVP foi o componente que melhor predisse o rendimento da respectiva progênie F_2 a partir do valor obtido entre a média dos parentais, enquanto em sementeiras de verão NSV, o foi;

l) a transformação dos CP's não redundou em maior precisão na predição da produtividade;

m) a capacidade geral de combinação (CGC) foi importante na manifestação de todos os caracteres em todos os ambientes, enquanto que a capacidade específica de combinação (CEC) foi importante para alguns dos caracteres em determinados ambientes. Para PP, a CEC foi importante em todos os ambientes;

n) os valores mais elevados de g_i para os diferentes caracteres, ocorreram em diferentes parentais, indicando a existência de complementariedade entre os mesmos. Correlações entre valores de g_i e médias de cada um dos parentais foram altas e significativas, sugerindo que a identificação de cultivares com altos g_i possa ser feita a partir da análise das respectivas médias;

o) Ica-Tuí em ambientes de verão e Mulatinho Vagem Roxa com Estrias no inverno, apresentaram os maiores potenciais "per se" e como parentais para incremento da produtividade;

p) altos valores de capacidade específica de combinação para produtividade da parcela tenderam a se associar com um dos parentais com produtividade elevada e efeito positivo da capacidade geral de combinação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAMS, M.W. Basis of yield component compensation in crop plants with special reference to the field bean, *Phaseolus vulgaris*. *Crop Sci*, Madison, 7:505-10. 1967.
- AGGARWALL, V.D. & SING, T.P. Genetic variability and interrelation in agronomic traits in kidney-bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Indian J. Agric. Sci.*, New Delhi, 43(9):845-8, 1973.
- ALBUQUERQUE, M.M. & VIEIRA, C. Manifestações da heterose em *Phaseolus vulgaris* L. *Rev. Ceres*, Viçosa. 21(114):48-166. 1974.
- AMIRSHAHI, M.C. & SARAFI, A. Etude de l'hérédité de quelques composants du rendement chez les plantes F_2 et F_3 obtenues par croisement entre des variétés de haricot. In: EUCARPIA SECTION HORTICOLE - Reunion Haricot, Versailles, 1975. *Proceedings*. EUCARPIA, 1975. p.37-9.
- ARUNACHALAM, V. Evaluation of diallel crosses by graphical and combining ability methods. *Indian J. of Genet & Plant Breeding*, New Delhi, 36(3):353-66, 1976.
- BAILEY, JR. T.C.; QUALSET, C.D.; COX, D.F. Predicting heterosis in Wheat. *Crop Sci*, Madison, 20:339-42, 1980.
- BAKER, R.J. Issues in diallel analysis. *Crop Science*, Madison, 18(4):533-6, 1978.

- BRIM, C.A. Quantitative genetics and breeding. In: CALDWELL, B.E. ec. *Soybeans: Improvement, production and uses*. Madison, American Society of Agronomy, 1973. cap.5, p.155-86.
- BUSCH, R.H.; JANKE, J.C.; FROHBERG, R.C. Evaluation of crosses among high and low yielding parents of spring wheat (*Triticum aestivum* L.) and bulk prediction of line performance. *Crop. Sci.*, Madison, 14:47-50, 1974.
- CAMACHO, L.H.; CARDONA, C.; OROZCO, S.H. Genotypic and phenotypic correlation of components of yield in kidney beans. Annual Report. Bean Improvement Cooperative. 7:8-9, 1964.
- CHUNG, J.H. & STEVENSON, E. Diallel analysis of the genetic variation in some quantitative traits in dry beans. *N.Z.J. of Agricultural Research*. 16:223-31, 1973.
- COYNE, D.P. Correlation, heritability and selection of yield components in field beans, *Phaseolus vulgaris* L. *Proceed. of the American Soc. for Hort. Sci.*, 93:388-96, 1968.
- DENIS, J.C. Estimacion de la hereditabilidad del rendimiento y sus componentes primarios en el frijol comum (*Phaseolus vulgaris* L.); correlaciones fenotipicas e genotipicas entre estos caracteres. Turrialba, 1967. 46 p. (Magister Scientiae, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA).
- DICKSON, M.H. Diallel analysis of seven economic characters in snap beans. *Crop Science*, Madison, 7(2):121-4, 1967.
- DUARTE, R.A. & ADAMS, M.W. A path-coefficient analysis of some yield component interrelations in field beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Crop Sci.*, Madison, 12:579-82, 1972.
- DUDLEY, J.W. & MOLL, R.H. Interpretation and use of estimates of heritability and genetic variances in plant breeding. *Crop Sci.*, Madison, 9:257-62, 1969.

- EBERHART, S.A. & GARDNER, C.O. A general model for genetic effects. *Biometrics*, Tucson, 22:864-81, 1966.
- EVANS, A.M. Heterosis for yield in *Phaseolus vulgaris* crosses. Annual Report. Bean Improvement Cooperative, 13:52-4, 1970.
- EVANS, A.M. Genetic improvement of *Phaseolus vulgaris*. In: MILNER, M. ed. NUTRITIONAL IMPROVEMENT OF FOOD LEGUMES BY BREEDING, Rome, 1973. *Proceedings*. Food and Agriculture Organization, Rome. 1973, p.107-15.
- FALCONER, O.S. *Introduction to quantitative genetics*. London, Longman Scientific & Technical, 1989. 365 p.
- FOOLAD, M.R. & BASSIRI, A. Estimates of combining ability, reciprocal effects and heterosis for yield components in a common bean diallel cross. *J. Agric. Sci., Cambridge*, 100 (1):103-8, 1983.
- FOUILLOUX, G. Description and justification of a recurrent breeding program in order to improve dry bean. In: EUCARPIA MEETING ON PHASEOLUS BEAN BREEDING, Hamburg, 1983. *Proceedings*. EUCARPIA, 1983. p.78-87.
- FOWLER, W.L. & HEYNE, G. Evaluation of bulk hybrid tests for predicting performance of pure line selections in hard red winter wheat. *Am. J.*, Madison, 47:430-34, 1955.
- FREIRE FILHO, F.R. Análise genética de um dialelo entre genótipos precoces de soja [*Glycine max* (L.) MERRILL]. Piracicaba, 1988. 224 p. (Doutorado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- GEBREKIDAN, B. & RASMUSSEN, D.C. Evaluating parental cultivars for use in hybrids and heterosis in barley. *Crop. Sci.*, Madison, 10:500-2, 1970.

- GRAFIUS, J.E. & THOMAS, R.L. The case for indirect genetic control of sequential traits and the strategy of deployment of environmental resources by the plant. *Heredity*, Edimburg, 26(3):433-42, 1971.
- GRIFFING, B. A generalized treatment of the use of diallel crosses in quantitative inheritance. *Heredity*, Edimburg, 10(1):31-50, 1956 a.
- GRIFFING, B. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. *Aust. J. Biol. Sci.*, Melbourne, 9:462-93, 1956 b.
- HALLAUER, A.R. & MIRANDA FILHO, J.B. *Quantitative genetics in maize breeding*. Ames, Iowa University Press, 1981. 468 p.
- HAMBLIN, J. Correlating several plant characters with yield and crude protein content in varieties of *Phaseolus vulgaris* L. In: Annual Report. Bean Improvement Cooperative, 16:27-9, 1973.
- HAMBLIN, J. & EVANS, A.M. The estimation of cross yield using early generation and parental yields in dry beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Euphytica*, Wageningen, 25:515-20, 1976.
- HAMBLIN, J. & ROSIELLE, A.A. Effect of intergenotypic competition on genetic parameter estimation. *Crop. Sci.*, Madison, 18:51-4, 1978.
- HARDWICK, R.C.; HARDAKER, J.M. & INNES, N.L. Yields and components of yield of dry beans (*Phaseolus vulgaris* L.) in the United Kingdom. *J. Agric. Sci.*, Cambridge, 90:291-7, 1978.
- HERNANDEZ-BRAVO, G. Correlations in yield components of field beans under tropical conditions. In: Annual Report. Bean Improvement Cooperative, 18:90-1, 1975.
- IMMER, F.R. Relation between yielding ability and homozygosity in barley crosses. *J. Amer. Soc. Agron.*, Geneva, 33(9):200-6, 1941.

- JOHNSON, L.P.V. Applications of the diallel-cross techniques to plant breeding. In: HANSON, W.D. & ROBINSON, H.F. ed. *Statistical genetics and plant breeding*. Raleigh, North Carolina State College, 1963. p.561-9.
- JOSHI, A.B. Breeding methodology for autogamous crops. *Indian J. of Gen. and Pl. Breed.*, New Delhi, 39(3):567-78, 1979.
- KNOTT, D.R. Selection for yield in wheat breeding. *Euphytica*, Wageningen, 28:37-40, 1979.
- LEAL, N.R. Combining ability analysis and evaluation of near-homozygous lines of snap beans (*Phaseolus vulgaris* L.). Madison, 1978. 77 p. (Ph.D., University of Wisconsin).
- LUPTON, F.G.H. & WHITEHOUSE, R.N.H. Studies on the breeding of self-pollinating cereals. I. Selection methods in breeding for yield. *Euphytica*, Wageningen, 6:169-84, 1957.
- MIRANDA, J.E.C.de; COSTA, C.P.da; CRUZ, C.D. Análise dialélica em pimentão. 1. Capacidade combinatória. *Rev.Brasil.Genét.*, 11(2):431-40, 1988.
- MITRANOV, L. A study of general and specific combining ability for productivity in Kidney bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars. *Genet. Breed.*, Sofia, 16(2):176-80, 1983.
- MOLL, R.H. & STUBER, C.W. Quantitative genetics-empirical results relevant to plant breeding. *Advances in Agronomy*, New York, 26:277-313, 1974.
- NASS, H.G. Selecting superior spring wheat crosses in early generations. *Euphytica*, Wageningen, 28:161-7, 1979.
- NIENHUIS, J. & SING, S.P. Combining ability analysis and relationships among yield, yield component, and architectural traits in dry bean. *Crop. Science*, Madison, 26:21-7, 1986.

- NIENHUIS, J. & SINGH, S.P. Genetics of seed yield and its components in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) of middle-american origin I. General combining ability. *Plant Breeding*, Berlin, 101:143-54, 1988.
- PALUDZYSZYN F?, E. Análise do potencial genético de cultivares de soja (*Glicyne max* (L.) Merrill) através de cruzamentos dialélicos. Piracicaba, 1982. 94 p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- PANIAGUA, C.V. & PINCHINAT, A.M. Criterios de selección para mejorar el rendimiento de grano en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). *Turrialba*, Turrialba, 26(2):126-31, 1976.
- PIMENTEL GOMES, F. *Curso de Estatística Experimental*. Piracicaba, Livraria Nobel S.A., 1973. 468 p.
- PINCHINAT, A.M. & ADAMS, M.W. Yield component in beans, as affected by intercrossing and neutron irradiation. *Turrialba*, Turrialba, 16(3):247-52, 1966.
- QUINONES, F.A. Relationships between parents and selections in crosses of dry beans, *Phaseolus vulgaris* L. *Crop. Sci.*, Madison, 9:673-5, 1969.
- RAMALHO, M.A.P.; ANDRADE, L.A.B.; TEIXEIRA, N.C.S. Correlações genéticas e fenotípicas entre caracteres do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). *Ciência e Prática*, Lavras, 3(1):63-70, 1979b.
- RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.B.dos & PEREIRA FILHO, I. Choice of parents for dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.) breeding. I. Interaction of mean components by generation and by location. *Rev. Brasil. Genet.*, Ribeirão Preto, 11(2):391-400, 1988.
- RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.D.dos; SANTA CECÍLIA, F.C. & ANDRADE, M.A. Seleção de progênies no feijão Pintado e estimativas dos parâmetros genéticos e genotípicos. *Ciência e Prática*, Lavras, 3(1):51-7, 1979a.

- RAO, C.R. *Advanced statistical methods in biometric research*. John Wiley & Sons, Inc, 1952. 390 p.
- REIS, W.P.; RAMALHO, M.A.P. & PINTO, C.A.B. Herança do tamanho da semente do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). *Ciência e Prática*, Lavras, 5(1):66-71, 1981.
- SANTOS, J.B.dos. Controle genético de caracteres agronômicos e potencialidades de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) para o melhoramento genético. Piracicaba, 1984. 223 p. (Doutorado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- SARAFI, A. A yield-component selection experiment involving american and iranian cultivars of the common bean. *Crop. Sci.*, Madison, 13:5-7, 1978.
- SARAFI, A. New method in bean breeding (*Phaseolus vulgaris* L.). In: QUANTITATIVE GENETICS AND BREEDING METHODS. Versailles, 1981. *Proceedings*. Eucarpia, 1981. p.77-84.
- SHARMA, J.C.; AHMAD, Z. & KHAMNA, A.N. Combining abilities in relation to wheat breeding. *Indian J. of Genet. & Plant. Breeding*, New Dehli, 38(1):77-85, 1978.
- SILVA, R.G. *Métodos de genética quantitativa aplicados ao melhoramento animal*. Ribeirão Preto, Sociedade Brasileira de Genética, 1982. 162 p.
- SINGH, A.K. & SAINI, S.S. A note on combining ability in french bean (*Phaseolus vulgaris* L.) *Haryana J. Hort. Sci.*, Haryana, 11(3-4):270-3, 1982.
- SINGH, A.K. & SAINI, S.S. Heterosis and combining ability studies in french bean. *SAB-RAO J.* Tokyo, 15:17-22, 1983.
- SNEEP, J. Selection for yield generations of self-fertilizing crops. *Euphytica*, Wageningen, 26:27-30, 1977.

- SPRAGUE, G.F. & TATUM, L.A. General vs. specific combining ability in single crosses of corn. *J. Amer. Soc. Agron.*, Geneva, 34(10):923-32, 1942.
- STUTHMAN, D.D. & STUCKER, R.E. Combining ability analysis of near homozygous lines derived from a 12-parent diallel cross in oats. *Crop. Sci.*, Madison, 15:800-3, 1975.
- THOMAS, R.L. & GRAFIUS, J.E. Prediction of heterosis levels from parental information. *In: Heterosis in Plant Breeding*, Bredford, 1974. *Proceedings. Eucarpia*, 1976. p.173-80.
- THOMAS, R.L.; GRAFIUS, J.E. & HAHN, S.K. Transformation of sequential quantitative characters. *Heredity*, Edimburg, 26(2):189-93, 1971.
- TOLEDO, J.F.F.de. Quantitative genetics in soybean breeding. *In: WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE. 4. 1989, Buenos Aires. Proceedings. Buenos Aires. A.J.Pascale, 1989, V.2, p. 909-14.*
- TONGUTHAISRI, T. Genetic analysis of morphological characteristics of field beans (*Phaseolus vulgaris* L.) as expressed in a diallel cross. *Dissert. Abstracts Intern.*, B. 37:5902-B 5903-B, 1977.
- VAID, K.; SINGH, R.M. & GUPTA, V.P. Combining ability in dry beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Crop. Improv.*, Ludhiana, 12:155-8, 1985.
- VARLAKHOV, M.D.; CHEKALIN, N.M. & MAKAGONOV, E.I. Divergence and pair selection for hybridization of peas. *Doklady Vsesoyuznoi Ordena Lenina Akademii. Sel'skokhayzistvennukh Nauk Im. V. I. Lenina*, 9:12-14, 1981.
- VIRMANI, S.S. & EDWARDS, I.B. Current status and future prospects for breeding hybrid rice and wheat. *Advances in Agronomy*, New York, 36:145-215, 1983.

- VOYSEST, O. Efecto de heterosis en rendimiento y sus componentes primarios en frijol, *Phaseolus vulgaris* L. *Investigaciones Agropecuarias del Peru*, Lima, 3(1):10-16, 1972.
- WASSIMI, N.N.; ISLEIB, T.G.S. & HOSFIELD, G.L. Fixed effect genetic analysis of a diallel cross in dry beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Theoret. Appl. Genetics*, Berlin, 72(4):449-54, 1986.
- WEBER, W.E. A 10-parent diallel for quantitative genetic studies in peas (*Pisum sativum* L.). *Z. Planzenzüchtz.*, Berlin, 77(1):30-42, 1976.
- WHITEHOUSE, R.N.H.; THOMPSON, J.B. & DO VALLE RIBEIRO, M.A.M. Studies on the breeding of self-pollinating cereals. 2. The use of a diallel cross analysis in yield prediction. *Euphytica*, Wageningen, 1958. 7:147-69, 1958.
- YARNELL, S.H. Cytogenetics of the vegetable crops. IV - Legumes. *The Botanical Review*, New York, 31:247-330, 1965.
- ZIMMERMANN, M.J.O.; ROSIELLE, A.A.; WAINES, J.G. & FOSTER, K. W. A heritability and correlation study of grain yield, yield components, and harvest index of common bean in sole crop and intercrop. *Field Crops. Research*, Amsterdam, 9: 109-18, 1984.

TABELAS

Tabela 1 - Características e origem dos parentais utilizados nos cruzamentos dialélicos. Goiânia, GO. 1984.

PARENTAL	CARACTERÍSTICAS				
	Hábito de crescimento ¹	Ciclo médio (dias)	Cor e brilho da semente	Peso de 100 sementes (g)	Origem
1. Mulatinho Vagem Roxa com Estrias	I	75	Bege opaca	14,08	Coleta de germoplasma na Bahia
2. Roxinho Brilhante	D	68	Roxa brilhante	14,15	Paraná
3. Ica-Tui	I	76	Preta opaca	16,62	Inst.Colombiano Agrop. - ICA Colômbia
4. Mulatinho	D	66	Bege opaca	14,33	Coleta de germoplasma na Bahia
5. A-77	I	67	Bege com estrias havanás opaca	16,21	Centro Intern. Agric. Tropical - CIAT - Colômbia
6. EP 10063	D	66	Roxa brilhante	16,70	Progr. Melhoramento Centro Nac. Pesq. Arroz e Feijão - CNPAF

¹: I = indeterminado D = determinado

Tabela 2 - Fontes de variação, graus de liberdade e esperanças matemáticas dos quadrados médios para a análise conjunta da variância em blocos casualizados com três repetições em duas épocas de semeadura e dois níveis de fertilidade do solo.

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	QM	$E(QM)^{1/}$
Fertilidade (N)	N-1	Q_{24}	$\sigma_e^2 + BKT \quad V_n^{2/}$
Épocas (E)	E-1	Q_{23}	$\sigma_e^2 + BNT \quad V_e$
Genótipos (T)	n^2-1	Q_{22}	$\sigma_e^2 + BEN \quad V_t$
Parentais (P)	n-1	Q_{21}	$\sigma_e^2 + BEN \quad V_p$
Híbridos (H)	$n(n-1)-1$	Q_{20}	$\sigma_e^2 + BEN \quad V_h$
F_2 's (F_2)	$n(n-1)/2-1$	Q_{19}	$\sigma_e^2 + BEN \quad V_f$
Recíprocos (R)	$n(n-1)/2$	Q_{18}	$\sigma_e^2 + BEN \quad V_r$
P vs H (G)	1	Q_{17}	$\sigma_e^2 + BEN \quad V_g$
N x T	$(N-1)(T-1)$	Q_{16}	$\sigma_e^2 + BE \quad V_{rt}$
N x P	$(N-1)(P-1)$	Q_{15}	$\sigma_e^2 + BE \quad V_{np}$
N x H	$(N-1)(H-1)$	Q_{14}	$\sigma_e^2 + BE \quad V_{nh}$
N x F_2	$(N-1)(F_2-1)$	Q_{13}	$\sigma_e^2 + BE \quad V_{nf}$
N x R	$(N-1)(R-1)$	Q_{12}	$\sigma_e^2 + BE \quad V_{nr}$
N x G	$(n-1)(1)$	Q_{11}	$\sigma_e^2 + BE \quad V_{ng}$
N x E	$(N-1)(E-1)$	Q_{10}	$\sigma_e^2 + BT \quad V_{ne}$
E x T	$(E-1)(T-1)$	Q_9	$\sigma_e^2 + BN \quad V_{et}$
E x P	$(E-1)(P-1)$	Q_8	$\sigma_e^2 + BN \quad V_{ep}$
E x H	$(E-1)(H-1)$	Q_7	$\sigma_e^2 + BN \quad V_{eh}$
E x F_2	$(E-1)(F_2-1)$	Q_6	$\sigma_e^2 + BN \quad V_{ef}$
E x R	$(E-1)(R-1)$	Q_5	$\sigma_e^2 + BN \quad V_{er}$
E x G	$(E-1)(1)$	Q_4	$\sigma_e^2 + BN \quad V_{eg}$
N x E x T	$(F-1)(E-1)(T-1)$	Q_3	$\sigma_e^2 + B \quad V_{net}$
Blocos (B)/N, E	$(B-1)NE$	Q_2	$\sigma_e^2 + T \quad \sigma_{r,n,e}^2$
Resíduo	$(B-1)(T-1)NE$	Q_1	σ_e^2

$1/\sigma^2$ = Variância, V = Componente quadrático da variação.

$2/$ Testes F de significância resultaram no quociente Q_{24} , Q_{23} , Q_{22} , etc..., e o quadrado médio do resíduo, Q_1 .

Tabela 3. Esquema de análise de variância individual por experimento ou ambiente.

FONTES DE VARIAÇÃO	GRAUS DE LIBERDADE	SOMA DE QUADRADOS	QUADRADO MÉDIO	TESTE F
Blocos (B)	B-1	SQ_8	Q_8	Q_8/Q_1
Tratamentos (N)	n^2-1	SQ_7	Q_7	Q_7/Q_1
Parentais (P)	n-1	SQ_6	Q_6	Q_6/Q_1
Híbridos (H)	$[n(n-1)] - 1$	SQ_5	Q_5	Q_5/Q_1
Progenies F_2	$[n(n-1)/2] - 1$	SQ_4	Q_4	Q_4/Q_1
Recíprocos	$[n(n-1)/2]$	SQ_3	Q_3	Q_3/Q_1
Pvs H	1	SQ_2	Q_2	Q_2/Q_1
Resíduo	$(B-1)(n^2-1)$	SQ_1	Q_1	

Tabela 4 - Esquema de análise de variância e de covariância e respectivas esperanças de quadrados e produtos médios utilizados na estimativa de correlações, em cada experimento ou ambiente.

FONTE VARIAÇÃO	GL	ANAVA PARA	X	OU	Y	ANCOVA	PARA	XY
		QM ¹	E(QM)			PM	E (PM)	
Blocos	B-1	QMB				PMB		
Tratamentos	n ² -1	QMT	$\sigma_e^2 + B V_T$			PMT	$COV_e + B COV_T$	
Híbridos	n(n-1)-1	QMH	$\sigma_e^2 + B V_H$			PMH	$COV_e + B COV_H$	
Parentais	n-1	QMP	$\sigma_e^2 + B V_P$			PMP	$COV_e + B COV_P$	
Pvs H	1							
Resíduo	(B-1) (n ² -1)	QME	σ_e^2			PME	COV_e	

¹: QMT, QMH, QMP e QME = Quadrado médio de tratamentos, de progênes F₂, de parentais e do resíduo, respectivamente, para os caracteres X ou Y.

PMT, PMH, PMP e PME = Produtos médios de tratamentos de progênes F₂, de parentais e do resíduo, respectivamente, para os caracteres X e Y.

V_T, V_H e V_P = Componente quadrático da variação genética de tratamentos, de progênes F₂ e de parentais, respectivamente, para os caracteres X e Y.

σ_e^2 = Variância do resíduo dos caracteres X ou Y.

COV_T, COV_H e COV_P = Componentes da variação genética dos caracteres X e Y.

COV_e = Covariância dos resíduos ou do ambiente dos caracteres X e Y.

Tabela 5 - Esquema de análise de variância pelo método 2, modelo misto B de GRIFFING (1956 b).

FV	GL	SQ	QM	E(QM)	F
CGC	$n - 1$	SQ_g	QM_g	$\sigma^2 + \frac{(n+2)}{(n-1)} \Sigma g_1^2$	$\frac{QM_g}{QM_e}$
CEC	$\frac{n(n-1)}{2}$	SQ_s	QM_s	$\sigma^2 + \frac{2}{n(n-1)} \Sigma_{i \leq j} s_{ij}^2$	$\frac{QM_s}{QM_e}$
RESÍDUO	$\left(\frac{(r-1)n(n+1)-1}{2} \right)$	SQ_e	QM_e	σ^2	

Onde:

$$SQ_g = \frac{1}{n+2} \left[\sum_i (Y_{i.} + Y_{ii})^2 - \frac{4}{n} Y_{..}^2 \right];$$

$$SQ_s = \sum_{i \leq j} Y_{ij}^2 - \frac{1}{n+2} \sum_i (Y_{i.} + Y_{ii})^2 + \frac{2}{(n+1)(n+2)} Y_{..}^2;$$

$$QM_e = \frac{QM_4}{b}, \text{ } QM_4 \text{ é o quadrado médio da interação tratamentos X blocos}$$

na ANAVA individual por ambiente;

Sendo:

$$Y_{i.} = \sum_j Y_{ij} = Y_{i1} + Y_{i3} + \dots + Y_{in};$$

$$Y_{..} = \sum_{i < j} Y_{ij} = Y_{11} + Y_{12} + \dots + Y_{22} + Y_{23} + \dots + Y_{n1} + Y_{n2} + \dots + Y_{nn}$$

Tabela 6 - Valores e significâncias dos quadrados médios obtidos da análise de variância do número de vagens por planta (NVP) para um dialelo completo (geração F₂) entre genótipos de feijão, em sementeiras de inverno e verão e em níveis alto e intermediário de fertilidade do solo. Goianira, GO. 1984.

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	QUADRADOS MÉDIOS			
		Alto		Intermediário	
		Inverno	Verão	Inverno	Verão
Genótipos	35	7,1657**	1,5176 ^{ns}	3,0698**	1,5077*
Parentais (P)	5	10,8626**	1,3175 ^{ns}	4,6065**	3,0100*
Híbridos (H)	29	6,7443**	1,5873 ^{ns}	2,8347**	1,2783 ^{ns}
F ₂ 's	14	9,7105**	2,7617*	3,3140**	1,5172 ^{ns}
Recíprocos	15	3,9759 ^{ns}	0,4911 ^{ns}	2,3873 ^{ns}	1,0553 ^{ns}
P vs H	1	0,9004 ^{ns}	0,4984 ^{ns}	2,2042 ^{ns}	0,6512 ^{ns}
Blocos	2	19,6209**	7,4629**	0,9509 ^{ns}	3,7740*
Resíduo	70	2,3013	1,4240	1,3625	0,9215
CV %		12,2	13,3	15,0	19,4

ns, *, **: não significativo, significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

Tabela 7 - Valores e significâncias dos quadrados médios obtidos de análises de variância do número de sementes por vagem com dados não-transformados - NSVO e com dados transformados - NSVT (entre parênteses) para um dialeto completo (geração F2) entre seis genótipos de feijão, em sementeiras de inverno e verão e em níveis alto e intermediário de fertilidade do solo. Goianira, GO. 1984.

FONTES DE VARIACÃO		QUADRADOS MÉDIOS					
		Alto		Intermediário			
		Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão
Genótipos	35	0,3458** (0,3279**)	0,6076** (0,6114**)	0,4629** (0,4879**)	0,9667** (1,0151**)		
Parentais (P)	5	0,7867** (0,7466**)	1,5004** (1,4912**)	0,7982** (0,8484**)	1,4873** (1,7121**)		
Híbridos (H)	29	0,2806* (0,2661*)	0,4680** (0,4738**)	0,4001** (0,4190**)	0,8896** (0,9036**)		
F ₂ 's	14	0,4887** (0,4619**)	0,7806** (0,7959**)	0,6324** (0,6715**)	0,74140** (1,4169**)		
Recíprocos	15	0,0865 ^{ns} (0,0834 ^{ns})	0,1761 ^{ns} (0,1732 ^{ns})	0,1833** (0,1833**)	0,4001** (0,4245**)		
P vs H	1	0,0313 ^{ns} (0,0258 ^{ns})	0,1922 ^{ns} (0,2040 ^{ns})	0,6081** (0,6853**)	0,6002* (0,7633**)		
Blocos	2	0,0098 ^{ns} (0,0189 ^{ns})	0,0663 ^{ns} (0,0954 ^{ns})	0,0025 ^{ns} (0,0051 ^{ns})	0,1924 ^{ns} (0,3989*)		
Resíduo	70	0,1504 (0,1497)	0,1182 (0,1177)	0,0621 (0,0607)	0,0995 (0,0857)		
CV %		7,6 (7,3)	8,7 (8,3)	5,3 (5,5)	8,9 (9,9)		

ns, *, **: não significativo, significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

Tabela 8 - Valores e significâncias dos quadrados médios obtidos de análises de variância do peso de 100 sementes com dados não-transformados - PCSO e com dados transformados - PCST (entre parênteses) para um dialeto completo (geração F₂) entre seis genótipos de feijão, em sementes de inverno e verão e em níveis alto e intermediário de fertilidade do solo. Goianira, GO. 1984.

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	QUADRADOS MÉDIOS (gramas) ²					
		Alto		Intermediário			
		Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão
Genótipos	35	5,5547** (4,9888**)	2,5003** (2,5798**)	2,9889** (4,6717**)	1,4555** (1,8826**)		
Parentais (P)	5	10,4584** (9,6712**)	4,9544** (5,1328**)	3,7770** (6,8323**)	2,3696** (3,9144**)		
Híbridos (H)	29	4,6671** (4,0877**)	2,0780** (2,1459**)	2,6295** (4,2019**)	1,2960** (1,5375**)		
F ₂ 's	14	8,9316** (7,8516**)	3,1058** (3,2363**)	11,0968** (6,1432**)	2,0567** (2,8425**)		
Recíprocos	15	0,6868 ^{ns} (0,5747 ^{ns})	1,1187** (1,1281**)	1,7008 ^{ns} (2,3901**)	0,5860 ^{ns} (0,3195 ^{ns})		
P vs H	1	6,7999** (7,7100**)	2,4776* (2,3973*)	9,4716** (7,4922**)	1,5111 ^{ns} (1,7322*)		
Blocos	2	4,0804* (6,1751**)	3,1092** (3,5969**)	1,1459 ^{ns} (1,7380 ^{ns})	1,8722* (1,3944*)		
Resíduo	70	0,8853 (0,8318)	0,4338 (0,4296)	1,0147 (0,7934)	0,4792 (0,3784)		
CV %		4,5 (4,3)	4,2 (4,3)	4,9 (6,7)	4,9 (5,2)		

ns, *, **: não significativo, significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

Tabela 9 - Valores e significâncias dos quadrados médios obtidos da análise de variância do peso de sementes por planta (PSP), do peso composto de sementes com dados não-transformados - (PCO) e com dados transformados (PCT), entre parênteses, e do peso de sementes da parcela (PP), em um dialeto completo (geração F₂) entre seis genótipos de feijão, em sementeira de inverno e verão e em níveis alto e intermediário de fertilidade do solo. Goianira, GO. 1984.

FONTE DE VARIAÇÃO	GL	QUADRADOS MÉDIOS											
		PSP				PCO (PCT)				PP			
		ALTO	INTERMEDIÁRIO	VERÃO	INVERNO	ALTO	INTERMEDIÁRIO	VERÃO	INVERNO	ALTO	INTERMEDIÁRIO	VERÃO	INVERNO
		Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão
Genótipos	35	7,97**	2,57**	2,97**	0,8003*	7,95** (8,55***)	2,39** (2,41***)	2,8552** (0,7631**)	0,8268* (0,3956**)	16958,2796**	27527,8243**	27798,9999**	6408,4552*
Parcelas (P)	5	10,80*	2,95**	2,47**	0,5361**	14,01** (15,64***)	3,41** (3,38***)	2,7023** (0,6885**)	0,4525** (0,2255**)	4950,6673**	46784,6079**	17994,9005**	3874,8105**
Parcelas (R)	29	7,61**	2,50**	3,13**	0,8634*	7,11* (7,56*)	2,20** (2,23***)	2,9800** (0,7679**)	0,9070** (0,4250**)	13007,2549*	24289,2411**	23565,5970**	6607,9163*
F ₂ s	14	10,27**	4,18**	2,76**	1,1858**	9,81** (10,36***)	3,81** (3,84***)	2,5806** (0,6870**)	1,1989** (0,5827**)	20900,5728**	40841,4759**	21149,0021*	8223,0510**
Replicatas	15	5,13**	0,93**	3,46**	0,5624**	4,60** (4,94**)	0,70** (0,72**)	3,3527** (0,8434**)	0,6346** (0,2776**)	5640,1582**	8840,4886*	25821,0956*	5100,4573**
P vs R	1	4,41**	2,56**	0,77**	0,2940**	1,79** (1,82**)	2,80** (2,87**)	1,0517** (0,0015**)	0,3694** (0,3943**)	19576,0589**	25162,8203*	199588,1825**	13292,3050**
Blockos	2	9,11**	1,36**	0,53**	0,8123**	12,45* (13,73*)	2,02** (2,08**)	0,2576** (0,0224**)	0,6779** (0,1863**)	7193,4363**	2898,2960**	3057,1052**	11488,3916**
Resíduo	70	3,42	0,85	2,08	0,4537	3,81 (4,28)	0,86 (0,90)	2,1247 (0,5988)	0,4515 (0,1535)	7954,4817	4404,6333	11424,9029	3428,5159
CV %		14,1	16,4	19,3	27,1	15,0 (14,9)	16,7 (16,7)	19,6 (17,2)	27,2 (23,1)	8,4	16,7	15,5	29,8

ns, *, **: não significativo, significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

Tabela 10 - Valores e significâncias dos quadrados médios obtidos de análises conjuntas de variância de dados não-transformados dos caracteres número de vagens por planta (NVP), número de sementes por vagem (NSVO), peso de 100 sementes (PCSO), peso de sementes por planta (PSP), peso composto de sementes (PCS) e peso de sementes da parcela (PP) em um dialeto completo (geração F₂) entre seis genótipos de feijão em sementeiras de inverno e verão e em níveis alto e intermediário de fertilidade do solo. Goianira, GO. 1984.

FONTES DE VARIAÇÃO		GL	CARACTERES					
			NVP	NSVO	PCSO(g) ²	PSP(g) ²	PCO(g) ²	PP(g) ²
Fertilidade (N)	1		2012,37**	17,8966**	110,5422**	2091,79**	2047,5401**	8613488,95**
Épocas (E)	1		1045,88**	141,6231**	3509,5259**	4224,09**	4143,3902**	35967168,88**
Genótipos (T)	35		6,58**	1,9301**	7,2298**	4,54**	3,9138**	28117,86**
Parentais (P)	5		13,77**	3,5839**	12,0107**	3,43	3,3166	22010,68**
Híbridos (H)	29		5,51**	1,6709**	6,0342**	4,66**	3,9657**	18573,04**
F ₂ 's (F ₂)	14		9,34**	2,8670**	10,7780**	6,78**	5,8832**	27061,20**
Reciprocas (R)	15		1,94	0,5546**	1,6067**	2,68	2,1760	10650,76
P vs H (G)	1		1,61	1,1771**	17,9977**	6,72*	5,3945	335453,61**
N x T	35		1,87	0,1707*	0,6827	2,11	2,0375	8405,55
N x P	5		0,63	0,3050*	1,4280	0,73	1,5099	9647,16
N x H	29		2,11	0,1451	0,5776	2,39	2,1823	8471,20
N x F ₂	14		0,90	0,1755	0,7394	1,67	1,6399	5893,78
N x R	15		3,23**	0,1166	0,4265	3,05	2,6886	10792,79
N x G	1		1,05	0,2206	0,0042	1,07	0,4752	293,72
N x E	1		10,55**	0,0032	51,0429**	174,91**	168,1205**	740622,83**
E x T	35		2,90**	0,1718*	3,4304**	4,89**	5,0509**	30834,47**
E x P	5		3,51*	0,4915**	7,0500**	8,70**	10,6245**	31515,93**
E x H	29		2,85**	0,1220	2,8532**	4,39**	4,2640**	28566,94**
E x F ₂	14		4,74**	0,1744	5,4428**	7,10**	6,9902**	43787,89**
E x R	15		1,09	1,0970	0,4362	1,87	1,7196	14360,72**
E x G	1		1,36	0,0164	2,0709	0,24	0,0018	93185,73**
N x E x T	35		1,91	0,1111	1,1566*	2,89*	3,0474*	11335,67*
Blocos/N, E	8		7,95**	0,0678	2,5519**	2,90	3,8503*	6149,31
Resíduo	280		1,50	0,1076	0,7033	1,69	1,8125	6803,13
CV %			14,9	7,6	4,7	18,1	18,9	14,1

ns, *, **: não significativo, significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

Tabela 11 - Média, variância, heterose e heterobeltiose para o caráter número de vagens por planta (NVP), em um dialeto completo (geração F₂) entre seis genótipos de feijão em sementes de inverno e verão e em níveis alto e intermediário de fertilidade do solo. Goianira, GO. 1984.

GENÓTIPOS	ALTO									
	INTERMEDIÁRIO									
	Inverno					Verão				
	Média	Variância	Heterose (%)	Hetero-beltiose (%)		Média	Variância	Heterose (%)	Hetero-beltiose (%)	
1 ^a /	13,23	35,40			9,00	13,25				
2	14,27	28,02			9,85	18,43				
3	9,40	19,70			8,35	10,09				
4	14,48	29,20			8,32	14,59				
5	11,53	34,89			9,21	13,05				
6	12,63	26,30			8,13	11,30				
1 x 2	12,50 ^b	30,93	-18,18	-24,81	9,88	21,20	9,77	0,61		
	16,10	34,97	34,18	25,65	10,73	33,49	27,81	17,87		
1 x 3	10,45	21,20	-15,21	-42,06	10,03	14,57	31,37	22,89		
	9,47	24,79	-32,54	-56,84	9,72	12,00	24,22	16,00		
1 x 4	13,20	36,56	-9,39	-17,68	9,68	25,27	23,56	15,11		
	12,75	33,78	-15,88	-23,89	7,70	13,23	-22,17	-28,89		
1 x 5	12,23	26,79	-2,42	-15,12	8,55	13,10	-12,09	-14,33		
	14,10	44,02	27,79	13,15	8,88	15,10	-4,83	-7,17		
1 x 6	15,40	38,68	38,21	31,80	9,47	15,91	21,26	10,44		
	12,50	30,18	-6,65	-11,03	8,93	16,03	8,64	-1,55		
2 x 3	11,70	43,60	-2,20	-36,02	9,23	16,72	28,6	-12,59		
	12,07	35,45	4,06	-30,83	10,25	19,65	25,27	8,12		
2 x 4	13,25	27,71	-15,59	-16,99	8,73	16,40	-7,71	-22,74		
	13,92	34,51	-6,26	-7,73	9,15	8,50	1,54	-14,21		
2 x 5	12,55	21,03	-5,43	-24,11	9,02	13,58	-10,70	-16,85		
	11,52	24,79	-21,39	-38,54	9,30	16,38	-4,83	-11,17		
2 x 6	11,77	20,52	-24,98	-35,04	8,08	13,60	-20,24	-35,94		
	13,75	25,51	4,46	-7,29	8,53	13,10	-10,23	-26,80		
3 x 4	10,45	23,84	-24,96	-55,66	8,45	19,81	2,88	2,39		
	11,83	27,70	-1,84	-36,60	8,87	19,00	12,96	12,45		
3 x 5	9,68	20,42	-14,91	-32,09	8,02	19,30	-17,31	-25,84		
	10,78	21,29	6,12	-13,01	7,77	13,40	-23,01	-31,27		
3 x 6	10,82	27,47	-3,45	-28,66	8,98	15,71	17,96	15,09		
	12,72	29,02	31,06	1,42	9,45	15,74	29,37	26,35		
4 x 5	12,38	31,25	-9,54	-29,00	8,38	17,90	-8,67	-18,02		
	11,73	26,06	-19,54	-37,98	8,45	16,49	-7,08	-16,50		
4 x 6	12,82	25,57	-10,77	-22,93	9,60	23,50	33,58	30,77		
	12,27	28,87	-18,89	-30,52	8,87	12,66	15,51	13,22		
5 x 6	13,87	34,93	29,63	21,39	8,40	8,11	-6,23	-17,59		
	11,83	27,56	-4,14	-11,17	8,70	17,35	0,69	-11,07		
Médias	12,39	29,241	-3,62		8,96	16,040	5,33			
DMS.(Tukey 5%)	4,964				3,905					
					3,819					

a/ Os números simbolizam os parentais: 1 = Mulatinho Vagem Roxa com Estrias; 2 = Roxinho Brilhante; 3 = Ica-Tui; 4 = Mulatinho; 5 = A-77; 6 = EP 10063.

b/ Valores da linha de cima representam o cruzamento q x o e da linha de baixo o cruzamento recíproco.

Tabela 12 - Média, variância, heterose e heterobeliose para o caráter número de sementes por vagem com dados não transformados (NVS0), em um dialeto completo (geração F₂) entre seis genótipos de feijão em semeaduras de inverno e verão e em níveis alto e intermediário de fertilidade do solo. Goiânia, GO. 1984.

GENÓTIPOS	INTERMEDIÁRIO											
	ALTO											
	Inverno			Verão			Inverno			Verão		
	Média	Variância	Hetero- beliose (Z)	Média	Variância	Hetero- beliose (Z)	Média	Variância	Hetero- beliose (Z)	Média	Variância	Hetero- beliose (Z)
1 ^a /	5,47	1,20		4,31	0,67		5,33	0,27		4,21	0,86	
2	4,40	0,26		3,38	0,29		4,06	0,36		2,94	0,43	
3	5,48	0,96		5,11	0,87		5,01	0,51		4,30	1,52	
4	4,84	0,26		3,33	0,32		4,33	0,47		3,28	0,70	
5	4,61	0,49		3,56	0,75		4,33	0,84		2,79	0,55	
6	4,49	0,54		3,39	0,38		4,13	0,53		2,74	0,56	
1 x 2	5,16 ^{b/}	0,61	9,33	-11,33	0,66	18,51	-2,78	0,43	2,13	22,14	3,65	-6,72
	5,13	0,59	8,11	-12,43	0,71	6,17	-13,92	0,52	9,38	-15,76	3,99	-23,53
1 x 3	5,45	1,07	-0,73	-1,09	0,49	-15,29	-29,74	0,53	1,93	-4,13	3,97	1,34
	5,79	0,49	11,70	11,31	0,68	-18,68	-32,88	0,65	-0,77	-6,75	4,35	1,45
1 x 4	5,12	0,71	-1,16	-12,80	0,71	18,32	-6,50	0,67	7,04	-12,38	3,63	1,23
	5,43	0,39	10,87	-1,46	0,67	20,42	-4,64	0,61	5,80	-13,51	4,04	1,38
1 x 5	5,21	0,46	6,74	-9,51	0,66	4,58	-13,46	0,56	3,73	-15,38	3,87	1,03
	5,49	0,61	17,86	0,73	0,59	6,11	-12,06	0,82	12,42	-7,50	3,97	1,05
1 x 6	5,32	0,62	13,65	-5,48	0,63	14,54	-8,35	0,63	1,69	-21,01	3,57	1,10
	5,32	0,74	13,65	-5,48	0,63	20,78	-2,78	0,81	14,38	-9,76	3,65	1,23
2 x 3	5,29	0,72	14,17	-6,93	0,81	4,66	-28,18	0,49	18,10	-2,79	3,66	1,76
	5,09	0,69	6,07	-14,23	0,79	-1,40	-33,27	0,69	18,98	-2,00	4,37	1,25
2 x 4	4,89	1,20	11,69	2,07	0,39	8,23	3,45	0,56	11,93	5,08	2,92	0,78
	4,58	0,36	-1,73	-10,74	0,43	15,29	10,34	0,59	6,20	-0,46	3,16	0,85
2 x 5	4,85	0,43	15,55	15,41	0,57	-15,34	-17,41	0,39	-3,34	-9,70	2,90	1,49
	4,68	0,46	8,00	3,04	0,35	-10,79	-12,92	0,56	-3,34	-9,70	2,86	0,69
2 x 6	4,69	0,63	11,26	8,91	1,49	4,66	1,72	0,38	0,98	-0,97	3,14	0,63
	4,73	0,40	13,06	10,69	0,56	-4,08	-6,90	0,54	4,89	2,90	2,93	0,74
3 x 4	5,32	0,90	6,20	-5,84	0,88	1,89	-33,27	0,61	11,56	-2,79	4,10	1,04
	5,24	0,88	3,10	-8,76	0,84	-1,42	-36,01	0,53	23,13	7,98	3,91	1,09
3 x 5	5,43	0,73	15,48	-1,92	1,00	5,54	-25,83	0,65	11,99	-2,39	3,97	1,07
	5,38	0,75	13,49	-3,55	1,37	10,16	-21,92	0,88	13,27	-1,20	3,81	1,40
3 x 6	5,44	0,83	18,47	-1,46	0,79	5,64	-28,96	0,88	13,12	-5,58	4,16	1,59
	5,22	0,85	9,64	-9,59	1,01	0,00	-33,66	0,86	24,07	4,39	4,74	1,21
4 x 5	4,73	0,36	0,42	-4,55	0,61	-3,48	-10,11	0,51	11,55	11,55	2,74	0,56
	4,90	0,90	7,63	2,48	1,02	11,62	4,49	1,08	19,40	19,40	3,54	1,63
4 x 6	4,90	1,43	10,30	2,48	0,73	27,38	25,37	0,64	9,93	15,01	3,14	0,42
	4,74	0,46	3,43	-4,13	0,58	4,76	2,95	0,47	4,73	9,68	2,89	0,58
5 x 6	4,84	0,47	12,75	9,98	0,48	-4,03	-8,99	0,35	-3,78	-8,31	2,85	0,57
	4,86	0,83	13,63	10,55	0,81	13,25	7,86	1,17	14,18	9,74	3,14	0,86
Médias	5,07	0,65	9,42	3,93	0,70	4,93	4,70	0,61	8,84	3,55	1,02	12,15
DMS (Tukey 5%)	1,259			1,125			3,820			1,032		

a/ Os números simbolizam os parentais: 1 = Mulatinho Vagem Roxa com Extras; 2 = Roxinho Brilhante; 3 = Ica-Tui; 4 = Mulatinho; 5 = A-77; 6 = EP 10063.

b/ Valores da linha de cima representam o cruzamento q x o' e da linha de baixo o cruzamento recíproco.

Tabela 13 - Média, variância, heterose e heterobeltiose para o caráter peso de 100 sementes com dados não-trans-
formados (PCSO) - em gramas - em um dialeto completo (geração F₂) entre seis genótipos de feijão, em
saneaduras de inverno e verão e em níveis alto e intermediário de fertilidade do solo. Goiânia, GO.
1984.

GENÓTIPOS	ALTO											
	INTERMEDIÁRIO											
	Inverno			Verão			Inverno			Verão		
	Média	Variância	Hetero- beltiose (Z)	Média	Variância	Hetero- beltiose (Z)	Média	Variância	Hetero- beltiose (Z)	Média	Variância	Hetero- beltiose (Z)
1 ^a /	17,67	5,00	- 2,37	14,09	6,12	9,77	18,01	7,04	1,03	12,73	1,93	-10,07
2	19,39	3,99	- 3,56	14,15	2,35	8,64	19,47	6,38	- 0,85	13,31	1,88	- 6,91
3	18,48	3,33	8,08	16,62	3,74	13,68	19,40	5,34	9,73	14,42	5,57	-15,53
4	21,61	4,34	- 0,86	14,35	5,09	0,91	21,48	4,16	- 5,46	12,77	2,54	- 2,22
5	21,94	6,39	8,76	16,21	3,23	14,49	19,98	6,88	- 0,40	14,56	2,35	7,05
6	21,75	7,95	-14,62	16,70	3,84	26,30	19,95	16,23	10,94	14,55	4,25	14,88
1 x 2	19,16 ^b	5,61	6,80	14,81	4,69	9,77	19,57	6,36	8,86	12,64	7,63	-5,84
	18,86	6,71	3,56	14,73	5,91	8,64	18,66	5,64	- 0,85	12,85	4,19	- 2,61
1 x 3	18,80	4,50	8,08	16,40	2,69	13,68	19,61	6,13	9,73	13,30	4,20	-3,98
	18,40	3,41	3,65	15,42	3,77	0,91	18,87	4,33	1,82	14,26	3,66	10,17
1 x 4	20,50	3,15	8,76	15,25	4,89	14,49	19,70	7,07	- 0,40	13,22	5,37	7,37
	20,03	5,50	3,97	16,09	6,43	26,30	20,82	10,01	10,94	13,72	5,37	15,21
1 x 5	20,84	5,36	10,50	15,26	5,07	1,45	19,19	7,27	2,11	17,77	4,76	60,55
	20,15	5,84	3,53	15,85	9,83	9,24	18,94	5,38	- 0,53	14,06	4,27	6,16
1 x 6	20,36	13,63	6,60	16,03	7,25	8,32	19,79	8,45	8,53	14,12	4,11	7,04
	20,64	8,04	9,44	16,17	6,80	10,13	20,36	11,43	14,54	14,17	5,83	7,77
2 x 3	19,20	8,57	2,85	16,08	4,35	9,10	20,43	5,47	10,29	13,36	11,00	-14,70
	18,82	7,22	-1,16	14,81	7,20	-7,41	19,95	10,23	5,35	13,81	4,05	- 0,72
2 x 4	21,78	13,91	12,49	13,82	3,74	-6,03	20,65	6,12	1,76	13,88	17,54	12,88
	21,24	7,18	7,22	14,56	3,51	4,35	21,70	9,29	12,02	13,83	7,74	12,12
2 x 5	21,72	9,12	10,26	15,79	5,48	8,04	21,83	5,36	21,40	13,79	3,83	-2,01
	21,38	3,73	6,97	15,12	3,41	-0,79	20,75	4,50	10,45	13,76	3,56	-2,44
2 x 6	21,68	4,78	10,79	15,39	4,17	-0,39	20,34	8,59	6,39	14,41	4,01	6,89
	21,75	4,06	11,47	16,12	3,95	9,08	21,55	6,76	18,67	16,04	3,67	4,88
3 x 4	20,73	9,27	6,89	16,77	7,55	16,67	20,44	7,32	0,00	14,38	4,52	11,63
	21,84	6,81	17,96	15,68	8,41	2,58	20,80	6,44	3,52	15,31	5,63	25,31
3 x 5	20,76	8,12	5,44	16,27	4,77	- 1,70	21,04	6,16	13,71	14,98	3,08	6,76
	20,99	7,57	7,72	16,11	6,20	- 3,66	20,20	5,31	5,18	13,98	12,52	-7,04
3 x 6	19,84	12,21	-2,68	16,36	7,36	- 3,60	20,44	8,49	7,83	13,79	5,90	-9,53
	21,34	5,81	12,23	17,70	7,65	12,48	20,95	8,48	13,01	15,07	3,28	8,15
4 x 5	21,52	5,17	-2,30	14,70	3,58	- 7,59	21,60	5,18	8,39	13,57	2,83	-1,32
	21,82	5,17	0,46	15,52	3,40	3,14	21,23	7,54	4,82	13,93	2,93	-8,65
4 x 6	22,86	7,94	10,79	15,71	3,51	2,45	22,14	11,15	13,81	14,08	6,24	6,15
	23,00	6,66	12,08	13,95	13,95	17,01	21,67	8,55	9,27	14,72	4,35	15,52
5 x 6	22,47	5,63	5,77	16,34	2,68	- 1,33	20,50	6,02	5,41	15,24	8,83	9,48
	21,93	11,48	0,82	17,05	4,34	7,29	21,56	10,22	16,03	14,98	4,84	5,91
Hélias	20,70	6,758	6,70	15,69	5,310	5,42	20,38	7,376	8,07	13,99	5,234	6,71
DMS. (Tukey 5%)	3,079			2,155			3,296			2,265		

a/ Os números simbolizam os parentais: 1 = Mulatinho Vagem Roxa com Estrias; 2 = Roxinho Brilhante; 3 = Ica-Tuí;
4 = Mulatinho; 5 = A-77; 6 = EP 10063.

b/ Valores da linha de cima representam o cruzamento $\phi \times \sigma$ e da linha de baixo o cruzamento recíproco.

Tabela 14 - Média, variância, heterose e heterobeltiose para o caráter peso de sementes por planta (PSP) - em gramas - em um dialeto completo (geração F₂) entre seis genótipos de feijão, em sementes de inverno e verão e em níveis alto e intermediário de fertilidade do solo. Goianira, GO. 1984.

GENÓTIPOS	INTERMEDIÁRIO									
	Inverno					Verão				
	Média	Variância	Heterose (%)	Heterobeltiose (%)	Hetero- beltiose (%)	Média	Variância	Heterose (%)	Heterobeltiose (%)	Hetero- beltiose (%)
1 ^a /	13,42	53,84	-2,81	-11,92	28,82	8,23	18,60	13,65	5,34	-2,91
2	12,18	24,76	4,87	37,26	49,37	7,49	16,55	-10,62	-17,98	41,45
3	9,94	32,41	-16,27	-40,09	3,13	7,39	25,81	-1,08	-20,41	-24,63
4	15,60	50,61	-24,14	-46,94	-13,10	6,53	8,69	-24,23	-41,31	2,98
5	11,74	42,64	-5,10	-18,72	28,83	7,80	14,28	-9,29	-10,45	-36,92
6	13,21	33,54	-3,86	-17,56	-5,04	8,58	17,56	9,78	8,50	47,69
1 x 2	12,62 ^b	44,66	11,13	-2,09	-8,65	7,88	14,50	23,55	-8,50	26,43
1 x 3	15,92	48,29	51,03	35,32	8,29	7,36	17,30	8,79	-21,14	14,10
1 x 4	10,73	26,54	54,69	52,61	32,43	7,30	17,98	-10,63	-22,60	15,32
1 x 5	14,23	59,68	8,71	7,00	24,50	10,49	42,55	72,11	54,92	-10,21
1 x 6	13,89	52,20	13,92	-5,75	-12,53	9,04	20,17	53,93	37,89	-32,45
2 x 3	11,95	48,80	16,09	-3,78	-12,25	6,49	15,47	-17,70	-29,21	55,09
2 x 4	14,19	37,95	4,32	-18,08	-31,58	8,17	15,47	7,89	0,98	-55,25
2 x 5	13,63	40,64	-3,74	-25,25	-0,40	7,44	11,63	-10,69	-16,97	-28,79
2 x 6	13,29	32,50	22,24	18,23	-28,20	7,25	11,81	15,45	-9,21	-22,32
3 x 4	11,47	24,60	-8,19	-11,66	-24,86	6,88	14,29	4,46	-18,95	8,93
3 x 5	11,90	26,97	-12,45	-19,83	-26,72	7,18	13,63	-5,95	-11,05	-7,76
3 x 6	14,42	39,20	27,26	18,32	-12,15	6,64	10,79	-20,54	-25,26	-42,24
4 x 5	11,60	37,77	-18,32	-51,28	-31,05	6,59	10,26	-21,41	-37,88	25,60
4 x 6	13,64	54,13	13,62	-25,13	-31,62	7,82	14,72	11,92	-7,63	90,40
5 x 6	11,14	38,44	5,53	-10,22	-34,76	6,64	11,12	-16,83	0,00	55,05
5 x 5	12,52	44,64	31,00	13,29	-38,18	5,54	7,48	-47,17	-33,13	-13,76
6 x 6	11,96	50,17	6,74	-18,92	26,51	6,81	10,91	-3,18	-10,83	38,05
6 x 5	14,52	56,01	51,00	19,83	10,83	8,59	22,66	48,27	38,61	148,67
7 x 7	12,69	39,04	-14,34	-37,31	-50,09	9,15	26,04	61,43	25,09	0,96
8 x 8	12,39	28,90	-18,33	-41,15	-12,62	6,68	11,81	-9,14	-35,67	46,89
9 x 9	14,53	40,04	1,80	-13,72	52,61	8,12	11,39	-12,01	-0,25	1,26
10 x 10	13,28	39,43	-15,55	-29,74	31,30	7,20	11,29	-12,01	-22,88	-10,14
11 x 11	15,12	46,08	42,50	28,92	-28,20	6,12	6,68	12,56	-30,00	-11,98
12 x 12	12,81	38,80	5,45	-6,05	10,02	7,48	13,06	29,10	7,78	40,00
Médias	13,13	42,972	9,09			7,47	15,722	4,68		12,59
DMS. (Tukey 5%)	6,050		3,020			4,722				2,204

a/ Os números simbolizam os parentais: 1 = Mulatino Vagem Roxa com Estrias; 2 = Roxinho Brilhante; 3 = Ica-Tui; 4 = Mulatino; 5 = A-77; 6 = EP 10063.

b/ Valores da linha de cima representam o cruzamento Q x O e o da linha de baixo o cruzamento recíproco.

Tabela 15 - Média, heterose e heterobeltiose para o caráter peso composto de sementes com dados não-transformados (PCO) - em gramas - em um dialeto completo (geração F₂) entre seis genótipos de feijão, em sementes de inverno e verão e em níveis alto e intermediário de fertilidade do solo. Goiânia, GO. 1984.

GENÓTIPOS	ALTO						INTERMEDIÁRIO					
	Inverno			Verão			Inverno			Verão		
	Média	Heterose (Z)	Hetero-beltiose (Z)	Média	Heterose (Z)	Hetero-beltiose (Z)	Média	Heterose (Z)	Hetero-beltiose (Z)	Média	Heterose (Z)	Hetero-beltiose (Z)
1 ^{a/}	12,82			5,46			8,11			2,76		
2	12,10			4,85			7,64			2,63		
3	9,51			7,10			6,48			2,45		
4	15,26			3,97			8,01			2,46		
5	11,70			5,30			5,68			1,81		
6	14,99			4,62			7,24			1,91		
1 x 2	12,40 ^{b/}	- 0,96	- 6,55	6,21	41,16	27,47	8,58	18,04	11,59	2,66	- 2,23	- 7,24
	15,56	49,76	42,75	6,33	45,82	31,87	7,36	-12,06	-18,49	3,27	43,12	36,96
1 x 3	10,68	- 8,60	-33,38	7,15	27,71	1,41	7,15	- 3,84	-23,67	2,25	-26,92	-36,96
	10,16	-17,92	-41,50	6,40	3,82	-19,72	6,57	-19,75	-37,98	2,74	10,77	- 1,45
1 x 4	13,88	- 2,28	-18,09	6,12	59,87	24,17	7,73	- 8,19	- 9,37	2,03	-44,44	-52,90
	13,88	- 2,28	-18,09	5,19	20,38	- 9,89	8,58	12,90	11,59	3,16	42,14	28,98
1 x 5	13,25	16,15	6,71	5,24	- 5,20	- 8,06	7,71	- 23,80	- 9,86	2,48	17,54	-20,29
	15,57	54,00	42,90	5,71	12,27	9,16	7,24	10,16	-21,45	2,40	10,53	-26,09
1 x 6	16,66	39,71	22,28	6,27	48,81	29,67	7,15	-13,56	-23,67	2,47	12,02	-21,01
	13,74	- 2,30	-16,68	6,14	43,65	24,91	10,14	64,41	50,06	2,18	-12,87	-42,03
2 x 3	11,92	20,74	- 2,97	6,50	17,75	-16,90	9,12	58,36	38,74	2,16	-29,92	-35,74
	11,58	14,44	- 8,59	6,47	16,75	-17,75	6,50	-15,86	-29,84	3,49	74,80	65,40
2 x 4	14,05	5,41	-15,86	4,23	- 8,16	-25,57	8,24	10,74	5,74	1,99	-43,31	-48,66
	13,59	- 1,32	-21,89	4,89	21,77	1,65	7,53	- 7,42	-11,98	2,26	-22,05	-28,14
2 x 5	13,17	21,34	17,68	4,62	-17,75	-25,66	7,23	17,12	-10,73	2,02	-18,02	-46,39
	11,51	- 6,55	- 9,75	4,69	-14,99	-23,02	6,79	3,90	-22,25	2,30	7,21	-25,09
2 x 6	11,98	-23,04	-40,16	4,37	-15,22	-19,79	7,12	- 8,60	-13,61	2,29	1,76	-25,85
	14,13	8,71	-11,47	4,66	- 2,96	- 7,83	6,66	-20,97	-25,65	1,84	-37,88	-60,08
3 x 4	11,56	-13,25	-48,49	6,01	17,36	-30,70	6,62	-17,37	-34,71	2,87	34,29	33,33
	13,51	18,25	-22,94	5,81	10,12	-36,44	7,71	12,98	- 7,49	3,54	88,98	87,80
3 x 5	10,90	5,66	-13,67	5,83	-11,93	-35,77	6,60	17,10	3,70	2,79	61,97	27,25
	12,13	28,87	7,35	5,72	-13,48	-38,87	5,53	-18,09	-29,32	2,04	- 8,45	-33,47
3 x 6	11,72	- 8,65	-43,63	6,45	20,14	-18,31	6,74	- 3,50	-13,81	2,66	44,04	17,14
	14,17	31,35	-10,94	7,24	47,10	3,94	8,50	47,81	34,81	4,13	178,89	137,14
4 x 5	12,61	-12,91	-34,73	4,16	-20,30	-43,02	9,09	65,79	26,97	2,09	- 3,75	-30,08
	12,57	-13,50	-35,25	4,78	6,48	-19,62	6,68	- 4,68	-33,21	2,45	30,05	- 0,81
4 x 6	14,43	- 9,13	-10,87	5,75	68,06	48,92	8,04	11,02	0,75	2,08	- 9,17	-30,89
	13,38	-23,02	-24,64	6,34	95,57	74,46	7,19	-11,29	-20,47	2,08	- 9,17	-30,89
5 x 6	14,99	24,74	0,00	4,64	-12,90	-24,91	6,09	-11,45	-31,77	2,22	38,71	32,46
	12,56	-11,69	-32,42	5,52	22,58	8,30	7,61	35,60	10,22	1,95	9,68	4,19
Médias	13,02	6,06		5,58	17,41		7,42	7,77		2,47	14,61	
DMS (Tukey 5%)	6,386			3,044			4,770			2,199		

a/ Os números simbolizam os parentais: 1 = Mulatinho Vagem Roxa com Estrias; 2 = Roxinho Brilhante; 3 = Ica-Tui; 4 = Mulatinho; 5 = A-77; 6 = EP 10063.

b/ Valores da linha de cima representam o cruzamento o x o e o da linha de baixo o cruzamento recíproco.

Tabela 16 - Média, heterose e heterobeltiose para o caráter peso de sementes da parcela (PP) - em granas - em um dialeto completo (geração F₂) entre seis genótipos de feijão, em sementes de inverno e verão e em níveis alto e intermediário de fertilidade do solo. Goianira, GO. 1984.

GENÓTIPOS	INTERMEDIÁRIO											
	Inverno						Verão					
	Média	Heterose (Z)	Hetero-beltiose (Z)	Média	Heterose (Z)	Hetero-beltiose (Z)	Média	Heterose (Z)	Hetero-beltiose (Z)	Média	Heterose (Z)	Hetero-beltiose (Z)
1 ^{a/}	1028,2			370,67			658,42			174,49		
2	976,2			309,38			671,26			201,88		
3	910,6			577,45			558,83			225,61		
4	970,2			200,15			589,74			136,99		
5	931,5			322,60			474,00			154,85		
6	955,7			393,08			590,18			137,86		
1 x 2	1070,1	13,55	8,15	396,79	33,39	14,09	827,34	48,88	46,50	151,66	-38,81	-49,75
	1105,2	20,55	14,98	454,82	67,52	45,40	768,26	31,11	28,90	199,33	11,85	-2,53
1 x 3	984,6	3,13	-8,48	545,18	30,00	-11,18	703,07	31,04	13,56	160,92	-39,12	-57,35
	1016,2	9,65	-2,33	502,62	12,05	-25,92	664,07	18,22	1,72	223,33	23,27	-2,02
1 x 4	1219,6	44,11	37,23	332,21	32,80	-20,75	762,82	44,46	31,71	216,87	78,50	48,58
	1144,4	29,06	22,60	381,06	67,03	5,60	805,75	58,22	44,75	236,45	103,65	71,02
1 x 5	1168,3	38,48	27,25	388,32	24,05	9,52	767,10	-70,96	33,01	225,09	73,63	58,23
	1184,6	41,80	30,42	417,37	40,82	25,20	661,42	33,63	0,91	171,11	7,82	-3,87
1 x 6	1141,5	30,16	22,04	336,16	-23,94	-28,96	757,82	42,77	30,19	208,47	66,98	38,95
	1075,0	16,76	9,10	447,64	34,45	27,76	834,97	67,49	53,63	188,18	40,99	15,69
2 x 3	1022,2	16,70	9,42	555,59	50,60	-7,57	844,29	74,55	51,55	228,65	13,95	2,69
	1074,5	27,79	20,14	541,76	44,36	-12,36	610,14	-1,59	-18,21	348,58	126,17	109,01
2 x 4	1129,0	32,02	31,30	219,64	-27,57	-58,01	793,46	51,69	36,41	132,80	-43,24	-68,44
	1100,8	26,22	25,53	381,02	99,12	46,31	734,65	33,04	18,89	232,15	74,04	29,99
2 x 5	1144,5	39,99	34,48	322,21	3,94	-0,24	637,19	22,55	-10,15	132,84	-39,83	-58,49
	1145,9	40,28	34,77	320,86	3,08	-1,08	726,10	53,60	16,34	187,29	10,01	-14,45
2 x 6	1007,2	8,55	6,35	282,99	-38,86	-56,01	643,31	3,99	-8,33	177,57	9,06	-24,08
	1026,7	12,59	10,35	361,54	5,87	-16,05	685,11	17,25	4,15	150,87	-22,37	-50,53
3 x 4	1029,1	18,86	12,14	458,47	35,84	-41,21	659,93	29,83	23,80	242,55	67,57	15,02
	1133,3	41,02	33,62	476,01	44,86	-35,13	808,05	81,41	74,04	288,75	118,53	55,97
3 x 5	1026,6	22,93	20,42	497,47	21,09	-27,70	591,33	29,02	11,63	247,84	60,57	19,71
	986,2	14,16	11,74	498,80	21,68	-27,24	670,09	59,52	39,82	182,58	-8,04	-38,14
3 x 6	987,3	11,62	6,61	515,71	12,55	-21,38	537,58	-12,85	-17,82	200,76	20,94	-22,03
	1035,7	21,99	16,74	449,15	-14,88	-44,44	724,24	52,13	45,83	266,77	93,59	-36,49
4 x 5	1057,4	22,42	17,97	256,55	-3,69	-40,95	829,41	111,88	81,28	183,75	51,85	37,33
	1043,8	19,56	15,17	392,87	100,62	43,56	509,25	-8,50	-27,30	178,34	44,43	30,34
4 x 6	1126,1	33,90	32,14	384,59	59,32	-4,32	744,50	52,39	52,29	169,44	46,60	47,37
	1018,3	11,51	9,91	331,18	23,31	-31,49	733,33	48,60	48,51	180,20	62,26	63,08
5 x 6	1055,3	23,67	20,84	288,34	-38,84	-53,29	605,08	27,43	5,05	157,50	15,24	3,42
	993,5	10,58	7,91	358,44	0,33	-17,62	668,01	51,09	26,37	170,66	33,22	20,42
Médias	1056,25	23,45		396,35	24,03		691,03	40,79		196,75	35,44	
D.M.S. (Tukey 5%)	291,850			217,175			349,768			191,605		

a/ Os números simbolizam os parentais: 1 = Mulatinho Vagem Roxa com Estrias; 2 = Roxinho Brilhante; 3 = Ica-Tui; 4 = Mulatinho; 5 = A-77; 6 = EP 10063.

b/ Valores da linha de cima representam cruzamento q x o e o da linha de baixo o cruzamento recíproco.

Tabela 17 - Médias para os caracteres número de sementes por vagem com dados transformados (NSVT), peso de 100 sementes com dados transformados (PCST) - em gramas - e peso composto de sementes com dados transformados (PCT) - em gramas - em um diallelo completo (geração F₂) entre seis genótipos de feijão em seneaduras de inverno e verão e em níveis alto e intermediário de fertilidade do solo. Goiânia, GO. 1984.

GENÓTIPOS	NSVT						PCST (g)						PCT (g)					
	Alto			Intermediária			Alto			Intermediária			Alto			Intermediária		
	Inverno	Verão		Inverno	Verão		Inverno	Verão		Inverno	Verão		Inverno	Verão		Inverno	Verão	
1 ^a /	5,70	4,48		5,05	3,58		18,23	13,73		9,98	10,33		13,77	5,53		4,26	1,90	
2	4,64	4,64		3,75	2,11		19,43	13,72		12,35	10,69		12,79	4,95		4,47	1,50	
3	5,64	5,27		4,80	3,52		19,47	16,32		12,25	12,38		10,31	7,19		3,88	1,86	
4	5,09	3,49		4,05	2,58		21,79	13,98		14,39	10,39		16,17	4,05		5,01	1,55	
5	4,80	3,73		4,11	2,24		22,37	15,82		13,53	12,66		12,44	5,42		3,66	1,27	
6	5,69	3,55		3,85	2,18		22,42	16,36		13,11	12,57		16,17	4,73		4,43	1,28	
1 x 2	5,37 ^b	4,44		4,44	2,72		19,68	14,40		11,88	10,15		13,26	6,30		4,88	1,68	
	5,40	4,21		4,65	3,22		18,96	14,27		11,16	10,16		16,49	6,44		4,15	2,06	
1 x 3	5,63	4,53		5,00	3,47		19,66	15,98		12,13	11,26		11,54	7,27		4,21	1,60	
	5,95	4,45		4,93	3,61		19,50	15,02		11,54	12,05		11,06	6,50		3,81	2,00	
1 x 4	5,35	4,35		4,75	3,11		20,93	14,85		12,18	11,21		14,80	6,22		4,53	1,48	
	5,65	4,36		4,71	3,36		20,63	15,71		13,21	11,24		14,85	5,27		5,12	2,13	
1 x 5	5,42	4,18		4,66	3,30		21,41	14,91		11,65	11,59		14,16	5,32		4,43	1,76	
	5,73	4,21		4,89	3,46		20,62	15,49		11,42	12,00		16,63	5,81		4,13	1,77	
1 x 6	5,58	4,30		4,53	3,13		20,62	15,64		12,59	11,94		17,72	6,38		4,31	1,73	
	5,54	4,42		4,76	3,36		21,23	15,81		12,17	12,16		14,69	6,24		5,68	1,58	
2 x 3	5,49	4,56		4,65	3,12		19,86	15,71		12,61	11,32		12,78	6,61		5,19	1,53	
	5,30	4,45		4,75	3,67		19,36	14,38		12,86	11,21		12,40	6,57		3,98	2,36	
2 x 4	5,12	3,70		4,16	2,32		22,12	13,45		13,39	11,80		14,93	4,31		4,98	1,31	
	4,82	3,83		4,06	2,53		21,39	14,17		14,81	11,64		14,40	4,99		4,83	1,52	
2 x 5	5,06	3,42		3,86	2,29		22,12	15,40		15,15	11,72		14,01	4,74		4,70	1,33	
	4,88	3,51		3,87	2,14		21,83	14,71		14,10	11,43		12,26	4,80		4,32	1,43	
2 x 6	4,90	3,67		3,84	2,52		22,11	15,05		13,55	12,26		12,75	4,46		4,42	1,56	
	4,97	3,52		3,95	2,40		21,97	15,76		15,03	12,37		14,99	4,77		4,36	1,30	
3 x 4	5,50	4,42		4,73	3,51		21,55	16,44		13,38	12,13		12,61	6,11		4,13	2,05	
	5,44	4,35		4,98	3,19		22,47	15,32		13,29	12,78		14,44	5,90		4,69	2,40	
3 x 5	5,60	4,60		4,74	3,39		21,70	15,97		14,05	12,77		11,74	5,96		4,22	2,03	
	5,56	4,69		4,80	3,35		21,78	15,81		13,43	12,08		13,03	5,80		3,54	1,54	
3 x 6	5,63	4,54		4,66	3,61		20,65	16,00		13,38	11,59		12,62	6,55		4,21	1,92	
	5,44	4,42		4,87	4,03		21,86	17,31		13,31	12,36		15,12	7,38		5,09	2,86	
4 x 5	4,94	3,53		4,28	2,06		21,90	14,35		14,12	11,35		13,41	4,25		5,52	1,27	
	5,10	3,80		4,53	2,93		22,33	15,17		14,34	11,74		13,40	4,87		4,30	1,70	
4 x 6	5,12	4,00		4,18	2,57		23,26	15,30		15,08	12,06		15,33	5,86		5,13	1,43	
	4,96	4,53		4,08	2,50		23,39	16,49		14,90	12,69		14,22	6,46		4,66	1,42	
5 x 6	5,08	3,56		3,92	2,23		22,72	15,99		14,05	13,13		15,90	4,76		3,94	1,49	
	5,06	3,86		4,27	2,53		22,41	16,69		14,54	13,11		13,37	5,64		4,84	1,43	
Médias	5,28	4,13		4,45	2,94		21,21	15,32		13,19	11,79		13,90	5,68		4,50	1,70	
DMS. (Tukey 5%)	1,266	1,123		0,806	0,958		2,984	2,145		2,915	2,013		6,772	3,102		2,532	1,282	

a/ Os números simbolizam os parentais: 1 = Mulatinho Vagem Roxa com Estrias; 2 = Roxinho Brilhante; 3 = Ica-Tui; 4 = Mulatinho; 5 = A-77; 6 = EP 10063.

b/ Valores da linha de cima representam cruzamento $\phi \times \sigma^e$ e da linha de baixo o cruzamento recíproco.

Tabela 18 - Estimativas de correlações fenotípicas (r_F), genotípicas (r_G) e de ambientes (r_E), envolvendo o grupo dos parentais e o grupo das progênes F_2 de um dialelo 6X6 em feijão entre os caracteres número de vagens por plantas (NVP), número de sementes por vagem (NSV), peso de cem sementes (PCS), peso de sementes por planta (PSP), peso composto de sementes (PCO) e peso de sementes da parcela (PP) em semeaduras de inverno e verão e níveis alto e intermediário de fertilidade do solo. Goianira, GO. 1984.

ALTO												
INVERNO												
CARACTERES	PROGÊNIES F_2			PARENTAIS			PROGÊNIES F_2			PARENTAIS		
	r_F	r_G	r_E	r_F	r_G	r_E	r_F	r_G	r_E	r_F	r_G	r_E
NVP X NSV	-0,418	-0,443	0,165	-0,430	-0,832	-0,254	0,271	0,529	-0,093	-0,183	-0,262	-0,346
PCS	0,131	0,093	0,104	0,192	0,195	0,504**	-0,199	-0,386	0,165	-0,501	-0,844	-0,075
PSP	0,891**	0,916	0,906**	0,827*	0,819	0,927**	0,627*	0,614	0,937**	-0,013	-0,435	0,643**
PCO	0,895**	1,094	0,900**	0,742	0,742	0,708**	0,609*	0,595	0,854**	-0,042	-0,431	0,610**
PP	0,553*	0,492	0,602**	0,720	n.o.	0,479**	0,375	0,536	0,192	-0,264	-0,500	0,355*
NSV X PCS	-0,711**	-0,692	-0,106	-0,318	-0,584	-0,515**	0,339	0,368	-0,034	0,248	0,253	0,569**
PSP	-0,225	-0,449	0,432**	-0,094	-0,267	-0,034	0,855**	0,968	0,072	0,940**	1,021	0,267
PCO	-0,279	-1,019	0,465**	0,036	-0,145	0,453**	0,878**	0,962	0,377*	0,936**	0,990	0,431**
PP	-0,069	-0,152	0,086	0,054	n.o.	0,070	0,839**	0,952	-0,117	0,853*	0,897	-0,034
PCS X PSP	0,283	0,238	0,323	0,370	0,387	0,554**	0,366	0,344	0,271	0,405	0,421	0,676**
PCO	0,333	0,394	0,339	0,551	0,621	0,293	0,430	0,418	0,336	0,449	0,467	0,658**
PP	0,028	-0,153	0,469**	-0,371	n.o.	0,558**	0,282	0,292	0,194	0,622	0,667	0,307
PSP X PCO	0,996**	1,109	0,991**	0,915*	0,913	0,857**	0,974**	0,990	0,906**	0,998**	1,010	0,960**
PP	0,559*	0,492	0,674**	0,603	n.o.	0,587**	0,818**	0,916	0,220	0,887*	0,956	0,527**
PCO X PP	0,575*	0,421	0,665**	0,457	n.o.	0,615**	0,818**	0,937	0,172	0,915*	0,984	0,460**
INTERMEDIÁRIO												
INVERNO												
CARACTERES	PROGÊNIES F_2			PARENTAIS			PROGÊNIES F_2			PARENTAIS		
	r_F	r_G	r_E	r_F	r_G	r_E	r_F	r_G	r_E	r_F	r_G	r_E
NVP X NSV	-0,356	-0,523	0,055	-0,368	-0,444	0,069	-0,093	-0,222	0,382*	-0,345	-0,397	0,122
PCS	-0,021	-0,712	0,199	0,035	-0,108	0,564**	-0,492	-1,031	0,387*	-0,672	-0,801	0,389*
PSP	0,785**	0,329	0,927**	0,784	n.o.	0,883**	0,415	0,019	0,934**	0,430	0,307	0,896**
PCO	0,808**	0,394	0,908**	0,831*	n.o.	0,872**	0,428	0,039	0,917**	0,478	0,375	0,890**
PP	0,679**	0,874	0,394**	0,796	0,898	0,508**	0,054	-0,308	0,724**	-0,077	-0,298	0,006
NSV X PCS	-0,681**	-0,806	0,146	-0,653	-1,328	0,372*	-0,112	-0,171	0,336	-0,294	-0,332	0,161
PSP	0,189	0,073	0,386*	0,183	n.o.	0,455**	0,834**	0,967	0,577**	0,682	0,792	0,480**
PCO	0,151	0,006	0,410**	0,121	n.o.	0,474**	0,821**	0,949	0,668**	0,658	0,777	0,500**
PP	0,182	0,182	0,069	0,239	0,269	0,402**	0,694**	0,809	0,436**	0,580	0,737	0,633**
PCS X PSP	-0,158	-0,817	0,330	-0,073	n.o.	0,810**	-0,156	-0,428	0,569**	-0,702	-1,050	0,568**
PCO	-0,124	-0,824	0,431**	-0,074	n.o.	0,817**	-0,124	-0,394	0,562**	-0,802	-1,236	0,543**
PP	-0,309	-0,943	0,396**	-0,477	-1,398	0,889**	0,093	-0,071	0,508**	0,085	-0,033	0,496**
PSP X PCO	0,993**	0,066	0,985	0,996**	n.o.	0,996**	0,992**	0,999	0,977**	0,987**	0,993	0,991**
PP	0,741**	0,560	0,466**	0,853*	n.o.	0,792**	0,711**	0,738	0,785**	0,613	0,585	0,357*
PCO X PP	0,757**	0,603	0,453**	0,873*	n.o.	0,773**	0,701**	0,729	0,760**	0,497	0,372	0,365*

n.o./: Não obtido pela presença de estimativas negativas da variância genética.

* e **: Indicam diferenças de zero nos níveis 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste "t".

Tabela 19 - Correlações simples entre valores médios parentais e das respectivas progênes F_2 utilizadas na predição do comportamento de progênes F_2 a partir da média parental para os caracteres NVP, NSVO, NSVT, PCSO, PCST, PSP, PCO, PCT e PP em um dialelo (geração F_2) entre seis genótipos de feijão em sementeiras de inverno e verão e em níveis alto e intermediário de fertilidade do solo. Goianira, GO. 1984.

Característica	NVP	NSVO		NSVT	PCSO		PCT		PSP		PCO		PCT		PP		
		Alto	Média		Alto	Média	Alto	Média	Alto	Média	Alto	Média	Alto	Média	Alto	Média	
NVP	V	0,7265	0,5556*														
	I	0,7706**	0,8265**														
NSVO	V		0,8797**	0,8719**													
	I		0,9477**	0,9108**													
NSVT	V			0,8774**	0,8549**												
	I			0,7732**	0,8235**												
PCSO	V				0,336**	0,5016											
	I				0,9476**	0,8804**											
PCST	V					0,8397**	0,5047										
	I					0,9460**	0,8711**										
PSP	V	-0,3020	-0,2961	0,7981**	0,6609**	0,1383	-0,0481	0,0449	0,6513**	0,4380	0,6614**	0,3868	0,5923*	0,4931	0,7229**	0,4965	
	I	0,5731*	0,5367*	-0,2819	0,1372	-0,0727	-0,0013	0,2331	0,6078*	0,4804	0,6866**	0,6798**	0,6705**	0,6347*	0,5771*	0,5348*	
PCO	V	-0,4036	-0,3750	0,7734**	0,6305*	0,2103	-0,0136	0,1221	0,6210	0,4408	0,6359*	0,3793	0,5226*	0,4746	0,7296**	0,5272*	
	I	0,6082*	0,5697*	-0,3198	0,0806	-0,1124	-0,0616	0,2760	0,6454**	0,4913	0,7229**	0,6985**	0,6939**	0,6274*	0,5782*	0,5337*	
PCT	V				0,7822**	0,6817**		0,0765	0,0179				0,6099*	0,4628			
	I				0,0990	0,2871		0,2037	-0,1422				0,6579**	0,6998**			
PP	V	-0,1942	-0,2257	0,9200**	0,5990*	0,3075	0,0139	0,1979	0,0131	0,7229**	0,3987	0,9553**	0,3410	0,6630**	0,4193	0,8444*	0,5364*
	I	0,5753*	0,6562**	-0,0799	0,2351	-0,4172	0,3565	-0,1718	-0,2596	-0,1736	0,5225*	0,7337**	0,1383	0,8416**	0,1246	0,8005**	0,7366**

* e **: Indica diferenças de zero nos níveis 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste "t".

Tabela 20 - Análise de variância para capacidade geral de combinação (CGC) e capacidade específica de combinação (CEC), relação entre CGC e CEC para os caracteres NVP, NSVO, NSVT, PCSO e PCST de acordo com o método 2, modelo misto B de GRIFFING (1956 b) em um dialelo (geração F_2) entre seis genótipos de feijão em sementeiras de inverno e verão e em níveis alto e intermediário de fertilidade do solo. Goianira, GO. 1984.

PARÂMETROS	GL	C A P A C I D A D E S											
		NVP				NSVO NSVT				PCSO PCST			
		ALTO	VERÃO	INTERMEDIÁRIO	VERÃO	ALTO	INVERNO	VERÃO	INTERMEDIÁRIO	VERÃO	ALTO	INVERNO	INTERMEDIÁRIO
CEC	5	15,67**	2,03**	8,00**	3,27**	1,2622** (1,8099)	2,55** (2,59)**	1,7264** (2,1936)**	3,27** (3,49)**	21,96** (21,29)**	8,12** (8,01)**	8,96** (8,03)**	3,98** (4,07)**
CEC	15	1,48*	0,94*	0,53	0,64*	0,0650 (0,0994)*	0,10** (0,10)**	0,0828** (0,0952)**	0,18** (0,18)**	0,78** (0,79)**	0,50** (0,48)**	0,88** (0,92)**	1,25** (1,25)**
RESÍDUO	70	0,77	0,47	0,45	0,31	0,0501 (0,0499)	0,04 (0,04)	0,0621 (0,0202)	0,03 (0,03)	0,29 (0,28)	0,14 (0,14)	0,34 (0,28)	0,16 (0,13)
CGC/(CGC-CEC)	(8)	93,00	68,35	93,79	83,63	93,69 (94,79)	96,23 (96,28)	95,62 (95,84)	94,78 (95,62)	96,57 (96,42)	94,33 (94,57)	91,06 (89,73)	76,10 (76,50)
$F_{5,17/5}$		0,82	0,08	0,13	0,14	0,05 (0,07)	0,11 (0,11)	0,07 (0,09)	0,14 (0,14)	0,91 (0,89)	0,35 (0,33)	0,37 (0,33)	0,17 (0,17)
$F_{5,17/15}$		0,41	0,25	0,13	0,18	0,01 (0,02)	0,03 (0,03)	0,02 (0,02)	0,04 (0,04)	0,16 (0,16)	0,10 (0,10)	0,14 (0,14)	0,14 (0,14)

* e ** = significativo ao nível de probabilidade de 5% e 1%, respectivamente, pelo teste "F".

* e ** = significativo ao nível de probabilidade de 5% e 1%, respectivamente, pelo teste "F".

Tabela 22 - Estimativas dos efeitos da capacidade geral de combinação (g_i) com os respectivos erros padrões (EP) e correlação linear (r) entre os efeitos (g_i) e as respectivas médias dos parentais para os caracteres NVP, NSVO, NSVT, PCSO e PCST em um dialelo (geração F_2) entre seis genótipos de feijão em sementeiras de inverno e verão e em níveis alto e intermediário de fertilidade do solo. Goianira, GO. 1984.

Efeitos (g_i)	C A R A C T E R E S											
	NVP						NSVO/NSVT					
	ALTO	VERÃO	INVERNO	INTER-ME-DIÁRIO	VERÃO	INVERNO	ALTO	VERÃO	INVERNO	INTER-ME-DIÁRIO	VERÃO	INVERNO
g_1 Dialelo (Genes Roca e Santa Clara)	0,4871	0,2746	0,2846	-0,0287	0,2504 (0,2683)	0,3552 (0,1300)	0,3754 (0,3758)	-1,2683 (-1,2458)	-1,0237 (-0,4767)	-0,4125 (-0,4767)	-0,3496 (-0,3562)	-0,4258 (-0,4300)
g_2 (Roxo Brilhante)	0,7713	0,4446	0,6833	0,6225	-0,2171 (0,1867)	-0,2721 (-0,3475)	-0,2621 (-0,3054)	-0,3458 (-0,3808)	-0,0412 (-0,1033)	-0,2252 (-0,1521)	0,2054 (0,2037)	0,2054 (0,2037)
g_3 (Zea-Tui)	-1,6417	-0,0629	-0,8454	-0,3775	0,5529 (0,5483)	0,3079 (0,4012)	0,5567 (0,5846)	-0,8783 (-0,8396)	0,5687 (0,4446)	0,7950 (0,7767)	-0,3083 (-0,3087)	-0,3083 (-0,3087)
g_4 Dialelo (Roca)	0,5446	-0,2517	0,2796	0,2262	-0,2058 (0,2217)	-0,0708 (-0,0962)	-0,1121 (-0,1492)	0,8154 (0,7992)	-0,4200 (-0,3692)	0,2142 (0,2871)	0,1750 (0,1617)	0,4779 (0,4850)
g_5 (A - T)	-0,4404	-0,1767	-0,5567	-0,2500	-0,1833 (0,1954)	-0,1158 (-0,0550)	-0,2833 (-0,2654)	0,7904 (0,7779)	0,7200 (0,7708)	0,3212 (0,3817)	0,4004 (0,4062)	0,4004 (0,4062)
g_6 EP 10063)	0,2771	-0,2279	0,2046	-0,1925	-0,1971 (-0,2129)	-0,2083 (-0,2125)	-0,2546 (-0,2404)	0,8867 (0,8892)	0,7200 (0,7708)	0,3212 (0,3817)	0,4004 (0,4062)	0,4004 (0,4062)
EP (g_1)	0,2827	0,2224	0,2175	0,1789	0,0641 (0,0639)	0,0464 (0,0459)	0,0588 (0,0545)	0,1753 (0,1699)	0,1227 (0,1221)	0,1877 (0,1660)	0,1290 (0,1146)	0,1290 (0,1146)
EP ($g_1 - g_2$)	0,4379	0,3445	0,3370	0,2771	0,1119 (0,1117)	0,0992 (0,0990)	0,0911 (0,0845)	0,2716 (0,2633)	0,1961 (0,1892)	0,2908 (0,2571)	0,1998 (0,1776)	0,1998 (0,1776)
r (correlação linear)	0,97	0,78	0,98	0,99	0,94 (0,81)	0,99 (0,82)	0,98 (0,99)	0,99 (0,98)	0,97 (0,98)	0,98 (0,98)	0,93 (0,97)	0,93 (0,97)

Tabela 23 - Estimativas dos efeitos da capacidade geral de combinação (g_i) com os respectivos erros padrão (EP) e correlação linear (r) entre os efeitos (g_i) e as respectivas médias parentais para os caracteres PCO, PCT, PSP e PP em um dialelo (geração F_2) entre seis genótipos de feijão em sementeiras de inverno e verão e em níveis alto e intermediário de fertilidade do solo. Goianira, GO. 1984.

EFEITOS (g_i)	C A R A C T E R E S											
	PCO (PCT)				PSP (g/planta)				PP (g/ár)			
	ALTO	VERÃO	INTERMEDIÁRIO	VERÃO	ALTO	VERÃO	INTERMEDIÁRIO	VERÃO	ALTO	VERÃO	INTERMEDIÁRIO	VERÃO
g_1 (Ovalacção Vozes)												
g_2 (Rozos com Estrías)	0,3175 (0,3100)	0,3283 (0,3308)	0,4537 (0,4950)	0,1479 (0,1900)	0,5329	0,4146	0,5008	0,1733	36,9417	12,7608	45,1329	-1,5867
g_3 (Rozos Brilhantes)	-0,2100 (-0,4812)	-0,3117 (-0,2279)	0,1450 (-0,1050)	0,0317 (-0,0362)	-0,1883	-0,2779	0,0834	0,0246	8,2292	-25,3717	30,6692	3,3946
g_4 (Coca-Full)	-1,5825 (-0,8662)	0,9146 (0,8533)	-0,4000 (-0,0925)	0,2592 (0,2687)	-1,4396	0,8858	-0,3854	0,2746	-41,3208	116,8683	-26,0058	36,7633
g_5 (Ovalacção)	0,8025 (0,4187)	-0,5104 (-0,5642)	0,3800 (0,2625)	0,0042 (-0,0425)	0,8592	-0,5317	0,3708	-0,0142	17,7104	-66,6542	17,2467	-5,9804
g_6 (A - 77)	-0,3512 (-0,2600)	-0,3279 (-0,2742)	-0,6300 (-0,4575)	-0,2708 (-0,2150)	-0,3433	-0,3342	-0,6042	-0,2717	-4,1959	-28,0655	-56,4495	-14,8967
g_7 (EP 10063)	1,0037 (0,8787)	-0,0923 (-0,1179)	0,0512 (-0,1025)	-0,1721 (-0,1650)	0,5792	-0,1667	0,3708	-0,1967	-15,3846	-9,5380	-10,5933	-17,6942
EP (g_i)	0,3637 (0,3855)	0,1728 (0,1768)	0,2716 (0,1442)	0,1252 (0,0720)	0,3446	0,1718	0,2687	0,1255	16,6192	12,3668	19,9173	10,9108
EP $g_1 - g_7$	0,5635 (0,5972)	0,2677 (0,2739)	0,4208 (0,2234)	0,1940 (0,1131)	0,5338	0,2661	0,4163	0,1944	25,7463	19,1586	30,8557	16,9029
r (correlação linear)	0,97 (0,94)	0,91 (0,93)	0,99 (0,99)	0,83 (0,98)	0,94	0,91	0,92	0,88	0,91	0,97	0,95	0,89

Tabela 25 - Estimativas dos efeitos da capacidade específica de combinação dos parentais com eles próprios (s_{ii}) com os respectivos erros padrões (EP) para os caracteres PCO, PCIO, PSP e PP de acordo com o método 2, modelo misto B de GRIFFING (1956 b) em um dialelo (geração F_2) entre seis genótipos de feijão em se-meaduras de inverno e verão e em níveis alto e intermediário de fertilidade do solo. Goianira, GO.1984.

EFFECTS (s_{ii})	C A R A C T E R E S											
	PCO (gCT) (g/planta)				PSP (g/planta)				PP (g/4 m ²)			
	ALTO		INTER-ME-DIÁRIO		ALTO		INTER-ME-DIÁRIO		ALTO		INTER-ME-DIÁRIO	
	INVERNO	VERÃO	INVERNO	VERÃO	INVERNO	VERÃO	INVERNO	VERÃO	INVERNO	VERÃO	INVERNO	VERÃO
PARENTAIS												
S_{11} (Palatino Vagem Roxa com Estradas)	-0,8307 (-0,6586)	-0,7200 (-0,8336)	-0,1818 (-0,1914)	-0,0118 (-0,0471)	-0,7139	-0,8568	-0,2207	-0,0329	-92,4859	-46,3292	-107,8597	-15,5471
S_{22} (Rachão Brilhante)	-0,4557 (-0,4861)	-0,0500 (-0,0761)	-0,0343 (-0,1714)	0,1143 (0,0853)	-0,5114	-0,0718	-0,0007	0,1946	-83,0608	-31,3543	-66,0922	1,8804
S_{33} (Ica - Thi)	-0,3007 (-0,4361)	-0,2525 (-0,3486)	-0,1043 (-0,2864)	-0,5207 (-0,4546)	-0,2489	-0,3293	-0,0282	-0,4254	-49,5607	-47,7642	-65,1721	-41,1271
S_{44} (Palatino)	0,6793 (0,2539)	-0,5325 (-0,4336)	-0,1343 (-0,2364)	-0,0007 (-0,0121)	0,8136	-0,3543	-0,0507	-0,0179	-108,0232	-58,0192	-120,7672	-44,2596
S_{55} (A - 77)	-0,5732 (-0,5986)	0,4325 (0,5064)	-0,4443 (-0,3764)	-0,1007 (-0,1571)	-0,6414	0,4607	-0,3607	-0,1529	-102,9107	-12,7468	-89,1147	-8,5671
S_{66} (EP 10061)	0,0068 (0,4439)	-0,7175 (-0,6161)	-0,2468 (-0,3964)	-0,1982 (-0,1971)	-1,0164	0,6443	-0,3132	-0,1629	-48,3733	20,6782	-64,6471	-19,9621
EP (s_{ii})	0,8248 (0,8742)	0,3919 (0,4009)	0,6160 (0,3270)	0,2839 (0,1655)	0,7815	0,3896	0,6094	0,2846	37,6888	28,0453	45,1681	24,7434
EP (s_{ii} s_{ij})	1,1269 (1,1944)	0,5354 (0,5477)	0,8416 (0,4468)	0,3879 (0,2262)	1,0677	0,5123	0,8327	0,3889	51,4927	38,3172	61,7114	33,8059

Tabela 26 - Estimativas dos efeitos da capacidade específica de combinação (s_{ij}) com os respectivos erros padrões (EP) para os caracteres NVP, NSVO, NSVT, PCSO e PCST, de acordo com o método 2 modelo misto B de GRIFFING (1956 b) em um dialelo (geração F_2) entre seis genótipos de feijão em sementes de inverno e verão e em níveis alto e intermediário de fertilidade do solo. Goianira, GO. 1984.

Efeitos s_{ij}	C A R A C T E R E S											
	NVP				NSVO				NSVT			
	ALTO	VERÃO	INVERNO	INTERMEDIÁRIO	ALTO	VERÃO	INVERNO	INTERMEDIÁRIO	ALTO	VERÃO	INVERNO	INTERMEDIÁRIO
PCSO (PCST) (g)												
PROGENIES F_2												
$S_{1,2}$	0,6220	0,6475	-0,1027	0,5530	0,0970	0,0386	0,0591	0,0746	0,0629	0,0434	0,0022	0,0071
$S_{1,3}$	-1,3000	0,7250	-0,3839	-0,2880	0,0121	0,1136	-0,1609	-0,1141	-0,2959	-0,2766	0,1237	0,1359
$S_{1,4}$	-0,4653	-0,2762	-0,2789	-0,2818	0,0595	0,0398	0,0178	0,0534	0,0729	-0,0071	0,0320	0,1071
$S_{1,5}$	0,7057	-0,3212	0,2673	-0,2755	0,1645	0,1061	0,1129	0,0821	0,3041	0,3234	0,3470	0,3584
$S_{1,6}$	0,7632	0,2100	0,3861	-0,1930	-0,0893	-0,1502	0,0954	0,0496	-0,0346	-0,0216	0,2607	0,2471
$S_{2,3}$	0,3407	0,4150	0,1573	-0,1883	0,1207	0,0961	0,2404	0,2234	0,1916	0,2046	0,3868	-0,3791
$S_{2,4}$	-0,1455	-0,1962	-0,2577	-0,7730	0,0582	0,0723	0,0491	0,0809	-0,0096	-0,0015	0,4195	0,4221
$S_{2,5}$	-0,7325	-0,0312	0,0086	0,0402	0,1132	0,1786	-0,1658	-0,1704	-0,0884	-0,1054	0,4845	0,5034
$S_{2,6}$	-0,7080	-0,8500	-0,8327	-0,5943	-0,1505	-0,1077	-0,0434	0,0471	0,0029	0,0786	0,5582	0,5421
$S_{3,4}$	-0,1805	0,0312	-0,3639	0,4570	0,0532	0,0673	0,1591	0,2021	0,0616	0,0294	0,7220	0,7309
$S_{3,5}$	-0,1055	-0,8037	-0,4927	-0,1368	0,1982	0,2136	0,1041	0,1509	0,0929	0,1046	0,3470	0,3621
$S_{3,6}$	0,7170	0,5675	0,1161	0,7857	-0,0951	-0,1527	0,2166	0,2084	0,6241	0,5996	-0,0093	-0,0491
$S_{4,5}$	-0,4618	-0,0950	0,3923	0,2995	0,0157	0,0498	0,1829	0,1384	0,0316	0,0084	0,5568	-0,5566
$S_{4,6}$	-0,6953	0,7762	-0,3189	-0,2890	-0,2080	-0,1564	-0,0046	0,0059	-0,1171	-0,0866	0,6070	0,5921
$S_{5,6}$	0,5957	0,1125	0,0073	0,7382	-0,1530	-0,2002	-0,0096	-0,0154	0,0041	-0,0004	-0,0980	-0,1166
$EP(S_{1j})$	0,7763	0,5107	0,5974	0,4913	0,1986	0,1980	0,1275	0,1261	0,1614	0,1498	0,4815	0,4667
$EP(S_{1j} - S_{1h})$	1,1586	0,9114	0,8915	0,7332	0,2962	0,2955	0,1903	0,1892	0,2409	0,2236	0,7186	0,6966
$EP(S_{1j} - S_{2j})$	1,0727	0,8438	0,8254	0,5788	0,2742	0,2736	0,1762	0,1742	0,2230	0,2070	0,6533	0,6449

APÉNDICES

Apêndice 1 - Análise química do solo nas áreas de realização do presente estudo. "Fazenda Capivara", CNPAF, Goianira, GO. 1984.

	pH em H ₂ O (1:2,5)	Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺ mE/100 ml	Al ⁺⁺⁺	P	K
Fertilidade Alta	6,6	5,3	0,0	10,1	105,0
Fertilidade Intermediária	5,8	2,8	0,1	2,8	67,3

Apêndice 2 - Temperaturas, precipitações, evaporações e umidades relativas ocorridas de fevereiro a setembro de 1984, na "Fazenda Capivara", do Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão - CNPAF, Goiânia, GO.

	FEVEREIRO			MARÇO			ABRIL			MAIO		
	M ^a /	S	E	M	S	E	M	S	E	M	S	E
Temperatura (°C)	Máxima 17,9 22,8	30,1 17,9 22,8	33,1 16,2 16,2	29,5 18,7 23,1	32,2 17,0 17,0	32,2 17,0 17,0	28,5 17,7 22,4	31,6 16,2 16,2	29,7 16,5 22,4	31,0 13,4 13,4		
Precipitação Total (mm)		232,9	67,9		283,9	37,9		81,2	27,9	22,9	14,9	
Evaporação (mm)		128,1			153,9			140,9		154,0		
Umidade Relativa (%)	79	94	95	82	95	95	77	92	67	85		
	JUNHO			JULHO			AGOSTO			SETEMBRO		
	M ^a /	S	E	M	S	E	M	S	E	M	S	E
Temperatura (°C)	Máxima 14,2 21,0	28,8 14,2 21,0	30,4 12,4 12,4	28,9 14,7 21,2	30,8 11,0 11,0	30,8 11,0 11,0	29,3 15,5 21,7	33,8 8,6 8,6	28,4 15,9 21,7	32,0 11,8 11,8		
Precipitação Total (mm)		0,0	-		0,0	-		45,5	25,9	70,4	13,6	
Evaporação (mm)		175,7			201,6			196,8		176,1		
Umidade Relativa (%)	56	72	64	49	64	95	55	71	93			

a/ M = Média, S = Soma, E = Extremo.

Apêndice 3 - Graus de liberdade utilizados nas análises de variância conjuntas, ajustados para compensar a heterogeneidade das variâncias residuais das análises por ambiente, dos caracteres peso de sementes por planta (PSP) e peso composto de sementes com dados não-transformados (PCO) e com dados transformados (PCT).

		PSP	PCO	PCT
Fertilidades	(N)	1	1	1
Épocas	(E)	1	1	1
Genótipos	(T)	35	35	35
Parentais	(P)	5	5	5
Híbridos	(H)	29	29	29
F ₂ 's	(F ₂)	14	14	14
Recíprocos	(R)	15	15	15
P vs H	(G)	1	1	1
N x T		27	26	19
N x P		4	4	3
N x H		22	21	16
N x F ₂		11	10	8
N x R		11	11	8
N x G		1	1	1
N x E		27	26	19
E x T		27	26	19
E x P		4	4	3
E x H		22	21	16
E x F ₂		11	10	8
E x R		11	10	8
E x G		1	1	1
F x E x T		27	26	19
Blocos (B) / N, E				
Resíduo		191	184	126