

ANÁLISE GENÉTICA DE UM CRUZAMENTO DIALÉLICO 4 x 4 EM FEIJÃO-
-DE-CORDA, Vigna sinensis (L.) SAVI.

ELIZITA MARIA TEÓFILO

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA À COORDENAÇÃO DO
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA COM ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM
FITOTECNIA, COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ

Esta Dissertação foi submetida como parte dos requisitos necessários à obtenção do Grau de Mestre em Agronomia com Área de Concentração em Fitotecnia, outorgado pela Universidade Federal do Ceará, e encontra-se a disposição dos interessados na Biblioteca Central da referida Universidade.

A citação de qualquer trecho desta Dissertação é permitida, desde que seja feita de conformidade com as normas da ética científica.

Elizita Maria Teófilo

Dissertação Aprovada em _____

Fanuel Pereira da Silva - Ph.D
Orientador

José Ferreira Alves - M.S.

José Braga Paiva - Eng? Agr?

José Higino Ribeiro dos Santos-Doutor

Aos meus pais GERARDO E ELIZABETH

Às minhas tias ETELINDA, EUNIZE e MARGARIDA

Aos meus irmãos

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Ao Convênio CNPq/FCPC - Manejo e Conservação de Solos pelas facilidades financeiras oferecidas ao autor e ao trabalho.

Ao Programa Integrado de Capacitação de Docentes (PICD) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de Pós-Graduação concedida.

Ao Serviço de Processamento de Dados da Universidade Federal de Viçosa pela execução da análise estatística dos dados.

Ao Professor Dr. FANUEL PEREIRA DA SILVA, pela orientação, dedicação e estímulo no decorrer de todo o trabalho.

Ao Professor JOSÉ FERREIRA ALVES, pela valiosa ajuda, apoio e boa vontade em todas as fases do trabalho.

Ao Professor JOSÉ BRAGA PAIVA, pela oportunidade e facilidade concedidas na realização do curso.

Ao Professor Dr. JOSÉ HIGINIO RIBEIRO DOS SANTOS, pela ajuda na implantação do trabalho e pelas sugestões apresentadas no decorrer do mesmo.

Aos Professores do Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará, pela dedicação e desempenho ao transmitir os ensinamentos.

Aos colegas ANTONIO LINDEMBERG MARTINS MESQUITA, FRANCISCO VIEIRA COSTA NETO, EDNA OLIVEIRA ALENCAR, LUÍS OTÁVIO CAMPOS DA SILVA, MARCOS AUGUSTO ESTEVES ARARIPE e MADDIPAPLA VENKATARAMANAYYA RAMA MANOHAR PRASAD, pela valiosa contribuição na execução do trabalho.

Aos amigos FRANCISCO JOSÉ DE OLIVEIRA, MARLENE ESTEVES DA SILVA e ZILDEMIR SOUZA DE ABREU, pelo companheirismo e amizade.

Aos funcionários do Departamento de Fitotecnia, em especial o Sr. MOISÉS ARÃO DE AGUIAR, pela colaboração prestada.

À Srta. MARIA REGENILDA GOMES FERREIRA, pelos serviços de datilografia.

À Deus que me deu forças e entusiasmo na conquista deste ideal.

A todos aqueles que de uma forma ou de outra contribuíram para a realização deste trabalho, os meus sinceros agradecimentos.

SUMÁRIO

	<u>Página</u>
<u>LISTA DE TABELAS</u>	viii
<u>LISTA DE ILUSTRAÇÕES</u>	xii
<u>RESUMO</u>	1
<u>SUMMARY</u>	3
1 - <u>INTRODUÇÃO</u>	5
2 - <u>REVISÃO DE LITERATURA</u>	7
3 - <u>MATERIAL E MÉTODOS</u>	18
3.1 - <u>Procedimento Experimental</u>	18
3.2 - <u>Análise de Variância do Cruzamento Dialélico</u>	22
3.3 - <u>Relação W_r e V_r</u>	23
3.4 - <u>Estimativas dos Componentes da Variância</u>	24
3.5 - <u>Análise de Variância para a Capacidade Geral e Específica de Combinação e Efeito Recíproco</u>	25
4 - <u>RESULTADOS E DISCUSSÃO</u>	31
4.1 - <u>Heterose e Valores Médios de Nove Características</u>	31
4.2 - <u>Análise de Variância</u>	35
4.3 - <u>Estimativas da Variância Genética</u>	43
4.4 - <u>Representação Gráfica</u>	49
4.5 - <u>Análise Gráfica das Nove Características Estudadas</u>	51
4.5.1 - <u>Número de Nós no Ramo Principal</u>	51
4.5.2 - <u>Número de Nós nos Ramos Secundários</u>	51
4.5.3 - <u>Número de Ramos Secundários</u>	55
4.5.4 - <u>Número de Folhas</u>	55
4.5.5 - <u>Número de Vagens por Planta</u>	55
4.5.6 - <u>Comprimento da Vagem</u>	59
4.5.7 - <u>Número de Sementes por Vagem</u>	59
4.5.8 - <u>Peso de 100 Sementes</u>	59

	<u>Página</u>
4.5.9 - Produção por Planta	62
4.6 - <u>Capacidade Combinatória</u>	65
4.7 - <u>Correlações</u>	70
5 - <u>CONCLUSÕES</u>	73
6 - <u>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u>	74

LISTA DE TABELAS

TABELA	<u>Página</u>
1 -- Características dos cultivares de feijão-de-corda, <u>Vigna sinensis</u> (L.) Savi. utilizados como progenitores em cruzamentos feitos no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, 1978.	26
2 -- Esquema representativo da análise de variância do cruzamento dialélico (Segundo HAYMAN, 1954 ab)	27
3 -- Análise de variância das estimativas de \bar{W}_r e V_r para cruzamento dialélico (Segundo MATHER & JINKS, 1971).	28
4 -- Estimativas de V_p , \bar{V}_r , \bar{W}_r , V_r e E em cruzamentos dialélicos (Segundo HAYMAN, 1954; MATHER & JINKS, 1971)	29
5 - Análise de variância e esperança dos quadrados médios. Método I, modelo I (Segundo GRIFFING, 1956).	30
6 - Valores médios e resultados da aplicação do teste de Tukey em nove características estudadas em progenitores, híbridos F_1 e recíprocos do cruzamento dialélico 4 x 4 em feijão-de-corda, <u>Vigna sinensis</u> (L.) Savi. Pentecoste - Ceará-Brasil, 1981.	32
7 - Valores médios e resultados da aplicação do teste "t" em nove características estudadas em híbridos F_1 e recíprocos de feijão-de-corda, <u>Vigna sinensis</u> (L.) Savi. Pentecoste - Ceará - Brasil, 1981.	33
8 - Valores médios de heterose observada em nove características estudadas nos híbridos F_1 e recíprocos do cruzamento dialélico de feijão-de-corda, <u>Vigna sinensis</u> (L.) Savi. Pentecoste -	

TABELA

Página

	Ceará - Brasil, 1981.....	34
90 -	Análises de variância para os caracteres número de nós no ramo principal, número de nós nos ramos secundários e número de ramos secundários no cruzamento dialélico 4 x 4 em feijão-de-corda, <u>Vigna sinensis</u> (L.) Savi. Pentecoste - Ceará - Brasil, 1981.	38
100 -	Análises de variância para os caracteres número de folhas, número de vagens por planta, comprimento da vagem, no cruzamento dialélico 4 x 4 em feijão-de-corda, <u>Vigna sinensis</u> (L.) Savi. Pentecoste - Ceará - Brasil, 1981.....	39
110 -	Análises de variância para os caracteres número de sementes por vagem, peso de 100 sementes; produção por planta no cruzamento dialélico 4 x 4 em feijão-de-corda, <u>Vigna sinensis</u> (L.) Savi. Pentecoste - Ceará - Brasil, 1981.	40
120 -	Análise de variância das estimativas de W_r e V_r , em cada uma das quatro repetições, para os caracteres número de nós no ramo principal, número médio de nós nos ramos secundários, número de ramos secundários, número de folhas e número de vagens/planta do cruzamento dialélico 4 x 4 em feijão-de-corda, <u>Vigna sinensis</u> (L.) Savi. Pentecoste - Ceará - Brasil, 1981...	41
130 -	Análise de variância das estimativas de W_r e V_r , em cada uma das quatro repetições, para os caracteres comprimento da vagem, número de sementes por vagem, peso de 100 sementes e produção/planta do cruzamento dialélico 4 x 4 em feijão-de-corda, <u>Vigna sinensis</u> (L.) Savi. Pentecoste - Ceará - Brasil, 1981.....	42
140 -	Valores médios estimados para V_p , \bar{V}_r , \bar{W}_r , V_r^- e	

TABELA

Página

	E de nove características estudadas no cruzamento dialélico 4 x 4 em feijão-de-corda <u>Vigna sinensis</u> (L.) Savi. Pentecoste - Ceará Brasil, 1981.....	47
15	- Estimativas dos componentes de variação e herdabilidades para nove características estudadas no cruzamento dialélico 4 x 4 em feijão-de-corda, <u>Vigna sinensis</u> (L.) Savi. Pentecoste - Ceará - Brasil, 1981.	48
16	- Estimativas de b, sb e resultados da aplicação do teste "t" para b=0 e b=1 em nove características estudadas no cruzamento dialélico 4 x 4 em feijão-de-corda, <u>Vigna sinensis</u> (L.) Savi. Pentecoste - Ceará - Brasil, 1981.	52
17	- Análises de variância da capacidade geral e específica de combinação e efeito recíproco em nove características estudadas no cruzamento dialélico 4 x 4 em feijão-de-corda <u>Vigna sinensis</u> (L.) Savi. Pentecoste - Ceará - Brasil, 1981.....	67
18	- Estimativas dos efeitos da capacidade geral de combinação dos progenitores em nove características estudadas no cruzamento dialélico 4 x 4 em feijão-de-corda, <u>Vigna sinensis</u> (L.) Pentecoste - Ceará - Brasil, 1981.....	68
19	- Estimativas dos efeitos da capacidade específica de combinação dos progenitores em nove características estudadas no cruzamento dialélico 4 x 4 em feijão-de-corda, <u>Vigna sinensis</u> (L.) Savi. Pentecoste - Ceará - Brasil, 1981..	69
20	- Coeficientes de correlação fenotípica, genotípica e ambiental para nove características estudadas no cruzamento dialélico 4 x 4 em	

TABELA

Página

feijão-de-corda, <u>Vigna sinensis</u> (L.) Savi Pen tecoste - Ceará - Brasil, 1981.....	72
---	----

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA	<u>Página</u>
1 - Esquema do cruzamento dialélico 4 x 4 envolvendo quatro cultivares de feijão-de-corda	19
2 - Representação diagramática da relação V_r e W_r num cruzamento dialélico (Adaptado de HAYMAN, 1954 a).	50
3 - Relação entre V_r e W_r para o número de nós no ramo principal em feijão-de-corda	53
4 - Relação entre V_r e W_r para número de nós nos ramos secundários em feijão-de-corda	54
5 - Relação entre V_r e W_r para número de ramos secundários em feijão-de-corda	56
6 - Relação entre V_r e W_r para número de folhas em feijão-de-corda	57
7 - Relação entre V_r e W_r para o número de vagens por planta em feijão-de-corda	58
8 - Relação entre V_r e W_r para comprimento da vagem em feijão-de-corda	60
9 - Relação entre V_r e W_r para número de sementes por vagem em feijão-de-corda	61
10 - Relação entre V_r e W_r para peso de 100 sementes em feijão-de-corda	63
11 - Relação entre V_r e W_r para produção por planta em feijão-de-corda	64

RESUMO

Quatro cultivares de feijão-de-corda (Vigna sinensis) foram cruzados em todas as possíveis combinações dialélicas, incluindo os recíprocos. A análise genética foi feita segundo a metodologia de HAYMAN (1954 ab), MATHER & JINKS (1971) e GRIFFING (1956).

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental do Vale do Curu, Pentecoste, Ceará, Brasil, sob regime de irrigação, adotando-se o delineamento experimental blocos completos casualizados com quatro repetições. As características observadas foram: Número de nós no ramo principal, número de nós nos ramos secundários, número de ramos secundários, número de folhas, número de vagens por planta, comprimento da vagem, número de sementes por vagem, peso de 100 sementes e produção por planta.

Os valores de heterose para a característica produção por planta variaram de 1,65 a 78,59%. Entretanto as melhores combinações híbridas foram: Bengala x TVu 662, TVu 662 x Bengala e TVu 662 x Pitiúba, com valores heteróticos de 64,16 76,93 e 78,59% respectivamente.

A preponderância da variância genética não-aditiva foi obtida para as características número de folhas, número de nós nos ramos secundários, e produção por planta, indicando que os pais dos cruzamentos devem ser selecionados na base da capacidade de combinatória específica.

A preponderância da variância genética aditiva foi evidenciada para as características número de nós no ramo principal, vagem por planta, comprimento da vagem, número de sementes por vagem e peso de 100 sementes revelando que os pais dos cruzamentos devem ser selecionados com base no seu desempenho e sua capacidade geral de combinação.

A análise gráfica mostrou predominância do tipo aditivo de ação gênica para as características número de nós no ramo

principal, número de vagens por planta e peso de 100 sementes. Genes com efeitos epistáticos foram observados nas demais características avaliadas. A análise gráfica revelou ainda, sobredominância para as características número de nós no ramo principal, número de folhas, número de sementes por vagem e produção por planta e dominância parcial para as demais características computadas.

A capacidade geral de combinação foi significativa para todas as nove características estudadas. A capacidade específica de combinação, por outro lado, não se mostrou significativa apenas para as características número de nós nos ramos secundários e peso de 100 sementes.

Os maiores valores de herdabilidade nos sentido restrito e amplo foram constatados nas características número de sementes por vagem, vagem por planta, comprimento da vagem e peso de 100 sementes.

Os estudos de correlação mostraram que a produção correlacionou-se genotípica e fenotipicamente com todas as outras características, sendo que as correlações observadas com o comprimento da vagem e peso de 100 sementes, foram negativas e significativas.

SUMMARY

Four varieties of (Vigna sinensis) were crossed in all possible combinations including their reciprocals to form diallel mating system. The genetic analysis was carried out according to the methodology outlined by Hayman (1954 ab), Mather and Jinks (1971) and Griffing (1956).

The experiment was conducted at Vale do Curu Experimental Farm, Pentecoste, Ceará, Brazil, with irrigation and application of fertilizers. The experimental design adopted was Complete Randomized Block Design with four replications. The characters studied were, number of nodes on the primary branch, number of nodes on secondary branches, number of secondary branches, number of leaves, number of pods per plants, length of pod, number of seeds per pod, 100 seed weight and yield per plant.

The values of heterosis for yield per plant varied from 1,65% to 75,59%. The superior hybrid combinations were Bengala x TVu 662, TVu-662 x Bengala and TVu 662 x Pitiúba, their values of heterosis being 64,16%, 76,93% and 78,59% respectively.

A preponderance of non-additive genetic variance was obtained for the characters viz., number of leaves, number of nodes on secondary branches and yield per plant indicating thereby that the parents involved must have been selected for specific combining ability.

A preponderance of additive genetic variance was observed for characters such as number of nodes on the primary branch, number of pods per plant, pod length, number of seeds per pod and 100 seed weight revealing that the parents involved must have been selected for general combining ability.

The graphic analysis showed a predominance of additive type of gene action for characters viz., number of nodes on the primary branch, number of pods per plant and 100 seed weight. Epistatic genic effects were observed for many other characters

evaluated. The graphic analysis revealed, in addition, overdominance for the characters, number of nodes on the primary branch number of leaves, number of seeds per pod and yield per plant and also partial dominance for many other characters studied.

The specific combining ability, on the other hand, was not significant only in the case of the characters number of nodes on secondary branches and 100 seed weight.

The higher values of heritability were observed to be limited and were largely confined to the characters number of seed per pod, number of pods per plant, pod length and 100 seed weight.

The correlation studies showed that yield was genotypically and phenotypically correlated with all the other characters, except that significantly negative correlations were observed in the case of pod length and 100 seed weight.

1 - INTRODUÇÃO

A importância econômica e social do feijão-de-corda ; Vigna sinensis (L.) Savi, a principal fonte de proteínas para as populações de baixa renda, situa esta leguminosa como uma das mais expressivas culturas de subsistência nas áreas semi-áridas do Nordeste brasileiro.

O rendimento médio da cultura, na Região em referência, ainda é baixo e o fato vincula-se basicamente, ao reduzido potencial genético de nossos cultivares. Desde modo, os melhoristas desta leguminosa têm direcionado seus objetivos na busca de materiais possuidores de excelentes características agronômicas, tais como resistência à seca, às pragas e doenças, elevado teor proteico e produtividade.

A incorporação destas características desejáveis, em uma só cultivar, pode ser feita através da hibridação seguida da seleção dos indivíduos superiores nas gerações segregantes ou utilizando diretamente a heterose manifestada pelos híbridos de primeira geração. Para isto, é necessário o conhecimento do mecanismo genético de linhas homozigotas tanto de plantas autógamas como alógamas.

O método desenvolvido por HAYMAN (1954 ab) consiste no arranjo de todos os possíveis cruzamentos entre um determinado número de linhas homozigotas. Muitos pesquisadores têm explorado este processo no estudo das características genético-quantitativas.

A adoção desta técnica permite evidenciar a natureza das diferenças genéticas e a magnitude da importância relativa dos componentes da variância gênica, pertinentes às características quantitativas de interesse para o melhorista de feijão-de-corda, uma vez que informações genéticas obtidas a partir de cruzamentos dialélicos praticamente inexistem nessa cultura.

Os objetivos deste estudo são os seguintes: a) identifi

car as combinações híbridas F_1 mais promissoras; b) avaliar a importância dos efeitos da capacidade combinatória geral e específica e o tipo de ação gênica envolvida na herança das características estudadas na geração F_1 ; c) sugerir, com base nas estimativas dos componentes da variação genética, o método de seleção mais vantajoso a ser usado.

2 - REVISÃO DE LITERATURA

Poucos são os trabalhos científicos publicados sobre cruzamentos dialélicos em feijão-de-corda (V. sinensis L. Savi). A revisão que se segue diz respeito também a outras espécies da família das leguminosas e constitui uma tentativa de esclarecer alguns mecanismos genéticos já conhecidos nesta família.

O estudo de cruzamento dialélico apresentado por ALLARD (1956) entre nove linhas puras de feijão fava, Phaseolus lunatus L. mostrou que: a) o tamanho da semente F_1 (g/100 sementes), de um modo geral, foi semelhante ao tamanho da semente do pai superior; b) houve heterose pronunciada para certos híbridos entre dois dos progenitores; c) as relações genéticas entre os progenitores podem ser resultantes da variação genética de poucos genes; d) a heterose observada foi devida a interações interalélicas comparáveis à ação gênica complementar da genética clássica.

DICKSON (1967) avaliou sete variedades de Phaseolus vulgaris L. e todas as possíveis combinações da geração F_2 , tendo constatado predominância da variância genética aditiva nas características número de sementes por planta, número de sementes por vagem, comprimento da vagem, número de vagens por planta e dias para floração. Além de observar algum grau de dominância para número de vagens, característica determinada por genes na sua maioria recessivos, encontrou também, que o comprimento da vagem e dias para floração estavam sob completo controle gênico. A precocidade, por outro lado, mostrou variância genética devido a dominância.

SINGH & MEHNDIRATTA (1969) encontraram em 40 variedades promissoras de caupi V. sinensis, que a produção de grãos estava correlacionada positiva e significativamente com o número de ramos, número de vagens, sementes por vagem e peso de 100 sementes. Constataram ainda, correlação positiva entre o peso de 100

sementes, comprimento da vagem e sementes por vagem. Alta correlação foi notada entre o número de vagens por plantas, número de ramos por planta, dias para floração e dias para maturação. Correlações negativas foram encontradas entre peso de 100 sementes e número de ramos e número de vagens por planta. O comprimento da vagem estava negativamente correlacionado com o número de ramos e número de vagens por planta. O estudo da herdabilidade (sentido amplo), realizada pelos autores acima referidos, mostrou que a produção por planta e o peso de 100 sementes apresentavam valores de 35,62 e 96,89%, respectivamente.

DUDLEY & MOLL (1969), estimando a variância genética e herdabilidade em melhoramento de plantas, verificaram que caracteres com altos valores de herdabilidade no sentido restrito podem ser melhorados mais rapidamente, com menos intensidade de seleção do que os de baixa herdabilidade.

O cruzamento dialélico entre seis linhas de Phaseolus mungo foi estudado por DHALIWAL & SINGH (1970), em duas gerações, para conhecer-lhes a capacidade geral e específica de combinação, o modo de herança para cachos por planta e número de vagens por planta. Os resultados mostraram que a capacidade geral de combinação foi a mais importante nas duas características, enquanto os efeitos aditivos dos genes com dominância parcial, tendendo para sobredominância, preponderaram nessas características. Os autores encontraram também, que essas características eram governadas por uma proporção maior de genes recessivos em relação aos dominantes.

Os estudos de herdabilidade no sentido amplo realizados por EMPIG et alii (1970), em caracteres quantitativos de Phaseolus aureus, nas gerações F_2 e F_3 , apresentaram na F_2 , valores de 71,2 e 8,6%, respectivamente para dias para maturação e produção de sementes. Na F_3 , os valores de herdabilidade foram de 85,0; 47,0 e 26,0, respectivamente para peso de sementes, produção de sementes e número de sementes por planta.

TREHAN et alii (1970), ao estudarem a variabilidade genética e as correlações em caupi e encontraram que a produção estava significativa e positivamente correlacionada com o comprimento do pendúnculo, sementes por vagem e vagens por planta.

Estudando seis caracteres agronômicos em caupi, KHERADNAN

& NIKNEJAD (1971) verificaram que a capacidade geral e específica de combinação foram significativas para produção por planta, número de cachos por planta, número de sementes por 25 vagens, peso de sementes e data da floração.

SINGH & JAIN (1971) avaliaram a capacidade combinatória para comprimento de vagem e tamanho da semente em P. mungo. Os resultados mostraram que, para o comprimento da vagem, a capacidade geral de combinação foi mais importante do que a capacidade específica de combinação, enquanto a capacidade geral e específica de combinação foram mais efetivas para o peso de 100 sementes. A análise gráfica mostrou a presença de genes com efeitos aditivos, com alguma sobredominância para o comprimento da vagem e tamanho da semente.

Pesquisa feita em duas gerações de P. mungo, por SINGH & DHALIWAL (1971), mostrou que os efeitos da capacidade geral e específica de combinação foram significativos, sendo a capacidade de geral de combinação mais importante. Todavia, a análise gráfica revelou a predominância do efeito de genes aditivos e apresentou sobredominância negativa.

Um estudo de análise dialélica envolvendo cinco variedades de P. aureus, feito por SINGH & JAIN (1971), mostrou que tanto a capacidade geral como a específica de combinação foram importantes e estatisticamente significativas para produção de sementes, sementes por vagem e vagens por planta. Os autores encontraram ainda, F com valor positivo para sementes por vagem, indicando a presença de mais alelos dominantes do que recessivos nos pais. Observaram também, a existência de dominância parcial para produção de grãos e sobredominância parcial para grãos por vagem e vagens por planta. O estudo da capacidade combinatória, a análise gráfica e os componentes de variância mostraram que estes caracteres foram influenciados pela ação gênica aditiva e não-aditiva.

Pesquisas feita por CHUNG & GOULDEN (1971) em P. vulgaris, mostraram uma correlação positiva e significativa entre produção e número de vagens por planta, sendo que o peso de 100 sementes e a produção estavam significativa e negativamente correlacionados.

Estudos feitos por CHOWDHURY & SINGH ARYA (1971), em onze caracteres de treze variedades de Pisum sativum, mostraram que a produção por planta estava correlacionada positivamente com o número de vagens por planta, número de sementes por vagem e peso de 100 sementes.

SINGH & JAIN (1972) estudaram a capacidade combinatória em cruzamentos dialélicos em caupi, envolvendo as características produção, comprimento da vagem, sementes por vagem e peso de 100 sementes. Os autores encontraram que tanto a capacidade geral como a específica de combinação mostraram-se importantes para as características acima mencionadas, excetuando-se o número de sementes por vagem que apresentou superioridade para a capacidade específica de combinação. Os autores encontraram ainda, que a melhor combinação híbrida para produção de grãos apresentou heterose em relação ao pai médio da ordem de 39%.

KAW & MENON (1972) analisaram as correlações e todas as possíveis comparações entre a produção e os seus componentes, em trinta e sete variedades de soja, Glycine max. Os autores encontraram que a produção de sementes apresentou uma associação significativa com o número de vagens, número de sementes e altura da planta. Por outro lado, correlações positivas e significativas foram detectadas entre o número de vagens e número de sementes com altura da planta, e número de vagens com número de sementes.

BEHAR & NIGAM (1972) estudaram várias correlações em "arhar" Cajanus cajan, e constataram correlações positivas entre produção, número de ramos e vagens por planta e entre número de ramos, número de vagens e altura da planta. Os autores constataram também, que o número de vagens por planta estava negativamente correlacionado com o comprimento da vagem.

KRURANA & SANDHU (1972) avaliaram dez caracteres em cinco variedades de soja, Glycine max. Os autores constataram que o número de vagens, altura da planta e número de ramos correlacionaram-se positiva e significativamente com a produção e com cada uma das outras características acima mencionadas.

O estudo da capacidade combinatória em seis caracteres de produção de P. sativum, efetuado por SINGH et alii (1972),

mostrou que as variâncias da capacidade geral de combinação e capacidade específica de combinação foram significativas, indicando a importância da ação gênica aditiva e não-aditiva. Os autores comprovaram ainda, superioridade da capacidade geral de combinação para altura da planta, comprimento da vagem e largura da vagem, ao passo que a capacidade específica de combinação foi mais pronunciada para produção por planta e número de sementes por vagem.

Nos estudos de VEERASWAMY et alii (1973), sobre a variabilidade genética de algumas características de V. sinensis, os valores de herdabilidade variaram de 33,3 a 97,5% para número de sementes por vagem e comprimento da vagem, respectivamente. Os autores encontraram também, altos valores de herdabilidade para o número de vagens por planta, peso das vagens por planta e comprimento da vagem.

Analisando os componentes de produção na geração F_2 , num ensaio com vinte e duas variedades de Vigna unguiculata, AREETAY & LAING (1973) encontraram estimativas de herdabilidade no sentido restrito de 19,8% para o número de vagens por planta e 60,3% para o comprimento da vagem. Os autores evidenciaram, correlação negativa entre produção por planta e comprimento da vagem, e que o número de vagens por planta estava consistentemente correlacionado com a produção.

PATEL (1973) estudou seis características de dez variedades de caupi e encontrou que a altura da planta, comprimento da vagem, peso de 100 sementes, número de ramos, vagens por planta e sementes por vagem estavam correlacionados positiva e significativamente com a produção, sendo que, o número de vagens e peso de 100 sementes foram os componentes mais importantes na determinação da produção.

O estudo da variação genética das características dias para floração, número de vagens, peso de 100 sementes e produção, realizado por CHUNG (1973), em P. vulgaris, mostrou que a herança devido a efeitos aditivos e de dominância eram importantes em todas as características, excetuando-se a produção. O componente devido a efeitos de dominância foi maior do que o de aditividade, tendo ocorrido sobredominância para o número de va

gens e produção. Os resultados obtidos sugeriram que o melhor cruzamento era aquele entre dois pais escolhidos com base em sua capacidade geral de combinação para os componentes tempo de floração e peso de 100 sementes, e alta capacidade específica de combinação, para os componentes número de vagens e produção.

As estimativas da capacidade geral e específica de combinação obtidas por SHARMA et alii (1973), em nove variedades de guandu, C. cajan, apresentaram-se significativas para altura da planta, número de dias para floração, maturação e peso de 100 sementes. Os autores encontraram predominância de genes com efeitos aditivos, uma vez que a variância da capacidade geral de combinação foi maior do que a variância da capacidade específica de combinação.

NAMDPURI et alii (1973) estudaram a produção e número de vagens num ensaio dialélico com ervilha e verificaram que a capacidade geral e específica de combinação foram significativas para os dois caracteres. Os autores encontraram também que a epistase, sobredominância e aditividade estavam presentes nos caracteres acima mencionados.

SINGH & MALHOTRA (1973) estudaram os componentes da produção em guandu (C. cajan) e encontraram que a produção estava positivamente correlacionada com o número de cachos, vagens e ramos secundários por planta. Os autores constataram que o número de cachos foi o principal componente da produção.

Estudos desenvolvidos por JOSHI (1973), em guandu, C. cajan L., mostraram que a produção de sementes estava correlacionada positivamente com o número de vagens e o número de ramos por planta.

A estimativa da herdabilidade no sentido amplo, efetuada por BAPNA & JOSHI (1973), em progênies das gerações F_1 e F_2 provenientes de cruzamentos entre nove variedades de V. sinensis, mostrou altos valores para o número de vagens, sementes por planta, sementes por vagem, peso de 100 sementes, número de dias para floração e maturação.

VEERASWAMY et alii (1973) estudaram nove caracteres em treze variedades de soja, G. max derivadas de trinta F_1 . Os resultados mostraram estimativas altas de herdabilidade para o

número de nós, número de vagens e ramos primários. A produção estava significativa e positivamente correlacionada com o número de vagens, nós, ramos primários e altura da planta.

Estudos de correlação entre alguns caracteres de produção, em híbridos de soja, G. max, foram apresentadas por KOVAL'CHUK (1973). O autor encontrou correlação positiva entre número de vagens e número de sementes por planta, número de vagens e peso de sementes por planta, número de sementes e peso de sementes por planta, altura da planta e número de vagens, altura da planta e número de sementes, altura da planta e peso de sementes por planta.

VEERASWAMY et alii (1973) estudaram correlações genotípicas e fenotípicas em C. cajan. Os autores encontraram que o número de ramos e cachos, vagens por planta e dias para floração estavam positiva e significativamente correlacionados com a produção de grãos.

AGGARWAL & SINGH (1973) estudaram a variabilidade e as interrelações em caracteres agrônômicos de P. vulgaris. Os autores encontraram altas estimativas de herdabilidade associadas com o número de vagens por planta e peso de 100 sementes, enquanto correlações fenotípicas positivas e significativas foram observadas entre produção de grãos e número de dias para floração, maturação, número de vagens por planta, número de sementes por vagem, peso de 100 sementes. Por outro lado, correlações positivas e significativas foram também encontradas entre o número de dias para floração e número de dias para maturação, entre o número de vagens por planta e número de sementes por vagem. O tamanho da semente e o peso de 100 sementes apresentaram-se negativamente correlacionados com o número de vagens por planta e o número de sementes por vagem.

Uma análise dialélica realizada por SINGH et alii (1974), em soja, G. max, mostrou que a produção de grãos, vagens por planta e ramos por planta eram controlados por genes com efeitos aditivos e não-aditivos. Os autores verificaram ainda, que a discrepância observada na variância genética, estimada através de várias análises, poderia ser resultante da presença de interações interalélicas. Este estudo mostrou também que a va

riância genética apresentava-se significativa para o peso de 100 sementes e altura da planta. Deste modo, ficou evidenciado que a variância não-aditiva contribuiu para a herança do peso das sementes. Os autores encontraram também, F com valor positivo para peso de 100 sementes, sugerindo predominância de mais alelos dominantes do que recessivos nos pais. Os valores de herdabilidade no sentido amplo, encontrados neste estudo, foram de 82,03 e 86,46%, respectivamente para peso de 100 sementes e altura da planta, enquanto que a produção de grãos, vagens por planta e ramos por planta apresentaram valores de 58,15; 52,73 e 64,89%, respectivamente.

Os estudos de herdabilidade no sentido amplo, apresentados por KHERADNAN & NIKNEJAD (1974) em caupi, *V. sinensis*, mostraram valores de 75, 64, 47, 35 e 15%, respectivamente para peso de 100 sementes, número de sementes por vagem, número de flores por planta, número de vagens por planta, produção por planta e número de ramos por planta. Os autores observaram também que as características acima citadas, exceto o número de ramos por planta, estavam correlacionados significativamente com a produção, sugerindo que a seleção para estes caracteres poderia ter reflexos no aumento da produção.

KUMAR & DAS (1974), utilizando a técnica de JINKS-HAYMAN para cruzamentos dialélicos em ervilha, nas gerações F_1 e F_2 , encontraram que os componentes de variância genética aditiva e não-aditiva foram significativos para o número de ramos primários, comprimento da vagem e peso de vinte e cinco sementes. Ressaltaram também, que a aditividade predominava nas duas primeiras características, enquanto a não aditividade foi alta para peso de vinte e cinco sementes. Os autores observaram ainda, que a variância genética aditiva foi significativa para o número de vagens por planta e número de sementes por vagem. Na geração F_1 , somente a dominância foi significativa para a produção de sementes por planta. A herdabilidade no sentido restrito mostrou a possibilidade de um rápido avanço genético em todas as características pelo emprego da seleção, exceto o peso de vinte e cinco sementes e produção de sementes por planta.

O estudo dos coeficientes de correlação para alguns compo

nentes da produção em C. cajan, apresentados por MUKIEWAR & MULEY (1974), mostraram que a produção estava positiva e significativamente correlacionada com o peso da vagem, número de vagens, número de ramos por planta e comprimento da vagem, enquanto a altura da planta, peso de 100 sementes, dias para floração e diâmetro da vagem estavam correlacionadas negativamente com a produção.

YOHE (1974) estudou dez caracteres agrônômicos da geração F_1 de Vigna radiata e encontrou que o número de vagens por planta apresentou um grande efeito na produção. Segundo esse autor, a maior parte da variação genética total observada para os componentes da produção resultou da ação gênica aditiva. Neste mesmo estudo, o autor encontrou que a capacidade geral de combinação foi mais importante do que a capacidade específica de combinação.

Analisando os componentes de variância genética aditiva, dominância, em feijão mungo, P. aureus, SINGH & SINGH (1974), encontraram que a variância do componente não aditivo na geração F_1 foi superior ao componente aditivo para produção por planta e vagens por planta, enquanto nas gerações subsequentes ocorreu o inverso. Os mesmos autores além de evidenciarem que a ação gênica foi totalmente aditiva para dias para floração, com sobredominância parcial para maturação tardia, observaram também, que os efeitos aditivos e não-aditivos foram importantes para peso de 100 sementes, vagens por cacho e comprimento da vagem, com aumento consistente na magnitude da variância genética aditiva das gerações: F_1 e F_3 .

LAL et alii (1975) estudaram a capacidade combinatória em nove características de caupi, V. sinensis, e verificaram que a variância da capacidade geral de combinação foi mais importante do que a capacidade específica de combinação, mostrando desta forma a importância da variância genética aditiva na herança desses caracteres.

YOHE & POEHLMAN (1975) estudaram um cruzamento dialélico envolvendo dez variedades de V. radiata. Os autores encontraram que a produção estava positivamente correlacionada com o número de vagens por planta, número de sementes por vagem, peso

de 1000 sementes, altura e comprimento dos ramos. A variabilidade genética da F_1 , para as dez variáveis, mostraram efeitos altamente significativos para a capacidade geral de combinação.

No tocante à capacidade específica de combinação, os efeitos foram observados em cinco das dez características avaliadas. De um modo geral, os efeitos relativos à capacidade específica de combinação foram não significativos sugerindo que as variáveis eram predominantemente controladas por loco com genes de efeitos aditivos.

GRITON (1975) estudou cruzamentos dialélicos nas gerações F_1 e F_2 , em oito cultivares de ervilha, Pisum sativum. Os autores encontraram que tanto a capacidade geral de combinação como a capacidade específica de combinação, foram importantes para as características dias para floração, altura da planta, vagens, por planta, sementes por planta, sementes por vagem, sementes por planta, peso da semente e produção da semente. O mesmo autor observou ainda alguma influência maternal para vagens por planta.

RADKOV (1976) avaliou híbridos recíprocos entre seis variedades de feijão francês nas gerações F_1 e F_2 e encontrou alto coeficiente de herdabilidade para peso de sementes por planta, comprimento da vagem e número de sementes por vagem e baixo coeficiente de herdabilidade para altura e número de sementes por planta. O referido autor constatou ainda, efeitos dos genes dominantes governando a herança de altura, número de sementes por vagem, peso da vagem, peso de 100 sementes e comprimento da vagem. Os genes com efeitos aditivos foram notados na herança do número de sementes por vagem.

DAHIYA & BRAR (1977) estudaram quatro caracteres num cruzamento dialélico entre seis cultivares de guandu, (C. cajan L.). Este estudo mostrou que a ação gênica aditiva foi importante para o tempo de floração, sendo que a ação gênica devido a dominância foi mais importante do que o componente aditivo. Observaram também, sobredominância para número de vagens, peso de 100 sementes e produção.

AQUINO (1978) apresentou um procedimento objetivo para o melhoramento genético do feijão-de-corda, (V. sinensis). A autora

encontrou correlação positiva e significativa entre o peso de sementes por vagem e o comprimento da vagem e sugeriu que a seleção fosse efetuada no caráter de maior coeficiente de herdabilidade (número de sementes por vagem). O referido autor encontrou ainda, que o índice de sementes mostrou o menor coeficiente de herdabilidade, devido provavelmente à pequena variabilidade genética do caráter quando comparado à variabilidade fenotípica total.

ARAÚJO (1978) estudou a variabilidade genética e as interrelações de caracteres agronômicos em feijão-de-corda (V. sinensis), tendo encontrado alta herdabilidade no sentido amplo, em ordem crescente de magnitude, para o comprimento da vagem, peso de 100 sementes, área foliar, número de sementes por vagem, número de vagem por planta e a produção de sementes. O autor encontrou correlações positivas e significativas para a produção de sementes e número de vagens por planta. O número de nós no ramo principal, número de ramos, diâmetro do caule e número de folhas correlacionaram-se positiva e significativamente com a produção.

SAFARI (1978) estudou as gerações F_2 e F_3 de cruzamentos realizados entre dois cultivares de P. vulgaris e encontrou valores de herdabilidade no sentido restrito de 29,0% para vagens por planta, 38,0 a 42,0% para sementes por vagem e 33,0 a 37,0% para peso de 100 sementes. O mesmo autor observou ainda, uma dominância média parcial ou uma dominância quase completa para todos os componentes. Os resultados também mostraram que as herdabilidades para os componentes da produção nas populações F_2 e F_3 foram altas e poderiam ser usadas na seleção.

MEDHI et alii (1980) estimaram a herdabilidade no sentido amplo para as características peso de 100 sementes (99,43%), produção de sementes por planta (99,19%) e sementes por vagem (98,90%). Os autores atribuíram os altos valores de herdabilidade ao fato destas características serem pouco influenciadas pelo ambiente, havendo, portanto, grande correspondência entre fenótipos e genótipos, enquanto eram selecionados os melhores indivíduos.

3 - MATERIAL E MÉTODOS

3.1. - Procedimento Experimental:

Neste estudo foram utilizados como progenitores quatro cultivares de feijão-de-corda, V. sinensis, pertencentes ao Banco de Germoplasma do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará.

Dos quatro materiais básicos utilizados como progenitores, três foram obtidos através de seleção massal no município de Pentecoste-Ceará, sendo o quarto, proveniente de uma introdução do IITA (Instituto Internacional de Agricultura Tropical), Nigéria. Estes cultivares encontram-se no Banco de Germoplasma do referido Centro, registrados sob os códigos CE-01 (Seridó) CE-02 (Bengala), CE-31 (Pitiúba) e CE-366 (Tvu 662), cujas características agronômicas são apresentadas na Tabela 1.

Os quatro materiais foram cruzados em todas as combinações possíveis, incluindo os recíprocos, conforme Figura 1.

A geração F_1 , seus recíprocos e os progenitores foram plantados em setembro de 1979, em área irrigada de solo Franco-arenoso, na Fazenda Experimental do Vale do Curu, pertencente à Universidade Federal do Ceará.

Por ocasião do plantio, foi realizada uma adubação de nívelamento com uréia e superfosfato simples, na formulação 30 e 60. Os adubos foram colocados em faixas laterais, abaixo das sementes. Metade da uréia e o total de fósforo foram aplicados por ocasião do plantio. Trinta dias após, aplicou-se, em cobertura, a outra metade de uréia.

Após a emergência das plântulas, foi efetuada uma pulverização com carbaril como medida preventiva ao ataque das lagartas elasmó, Elasmopalpus lignosellus (Zeller, 1848) e

rosca (Agrotis spp) e aos dezoito dias após o plantio efetuou-se uma pulverização com monocrotofós, para controle de trips, Thrips tabaci Linderman, 1888, pulgão, Aphis craccivora Kock, 1854 e cigarrinha, Empoasca Kraemeri Ross & Moore, 1957.

As plantas mantiveram-se isentas de competição de ervas daninhas até a colheita. As condições de umidade foram conservadas mediante irrigações semanais, por infiltração.

Figura 1 - Esquema do cruzamento dialélico 4 x 4 envolvendo quatro cultivares de feijão-de-corda.

♀ Fêmea	♂ Macho	Seridô	Bengala	Pitiúba	TVu 662
Seridô		Seridô x Seridô	Seridô x Bengala	Seridô x Pitiúba	Seridô x TVu 662
Bengala		Bengala x Seridô	Bengala x Bengala	Bengala x Pitiúba	Bengala x TVu 662
Pitiúba		Pitiúba x Seridô	Pitiúba x Bengala	Pitiúba x Pitiúba	Pitiúba x TVu 662
TVu 662		TVu 662 x Seridô	TVu 662 x Bengala	TVu 662 x Pitiúba	TVu 662 x TVu 662

O experimento foi conduzido em blocos completos casualizados, com quatro repetições. Cada repetição consistiu de dezesseis parcelas. Cada parcela foi representada por uma fileira de

10 m de comprimento, com espaçamento de 1 m entre fileiras e 1 m entre plantas dentro da fileira.

Em cada parcela experimental foram escolhidas aleatoriamente cinco plantas em competição, nas quais foram observadas nove características, de acordo com a seguinte metodologia:

a) Número de Nós no Ramo Principal (NUMNPR)

Contados por ocasião da floração, considerando-se nó toda inserção de ramos até a extremidade do ramo principal.

b) Número de Nós nos Ramos Secundários (NUMNSEC)

Determinados por ocasião da floração, considerando-se nó toda a inserção de folhas.

c) Número de Ramos Secundários (NUMRAMSEC)

Por ocasião da floração, determinou-se o número de ramos secundários. Considerou-se ramo secundário toda ramificação originada do eixo principal.

d) Número de Folhas (NUMFOL)

Contado aos quarenta dias após o plantio, considerando-se todas as folhas adultas.

e) Comprimento da Vagem (COMPRIVAG)

Todas as vagens colhidas nas plantas eleitas foram medidas com um cordão. A dimensão obtida era projetada para uma escala graduada em centímetros.

f) Número de Sementes/Vagem (NUMSEM/VAG)

Obtido pela divisão do número de sementes produzidas por planta,

pelo número de vagens colhidas.

g) Peso de 100 Sementes (P100SEM)

Peso de todas as sementes produzidas por planta (P) dividido pelo número de sementes colhidas por planta (N) e multiplicada por 100.

$$p = \frac{P}{N} \times 100: p = \text{peso de 100 sementes}$$

P = peso de todas as sementes produzidas

N = Número de sementes por planta

h) Produção/Planta (PROD/PL)

Peso de todas as sementes, incluindo as danificadas por pragas e as sementes chochas.

Os dados relativos aos parâmetros mencionados foram analisados estatisticamente segundo o modelo proposto por ANDERSON & McLEAN (1974), para mais de uma observação por unidade experimental. O teste de Tukey foi utilizado na comparação de médias, ao nível de 5% de probabilidade.

A heterose média observada foi obtida pela fórmula:

$$\frac{(F_1 - \bar{P})}{\bar{P}} \times 100 \text{ onde,}$$

F_1 = média dos híbridos F_1 e ou híbridos recíprocos

\bar{P} = média dos pais

A significância foi determinada pelo teste t, conforme fórmula abaixo:

$$t = \frac{\bar{F}_{1ij} - \bar{P}_{mij}}{\bar{s} \sqrt{\frac{2}{n}}}$$

\bar{F}_{1ij} = média do cruzamento F_{1ij}

\bar{P}_{mij} = média dos valores dos pais para o cruzamento ij

s = desvio padrão médio dos \bar{F}_{1ij} e \bar{P}_{mij}

n = número de observações

O teste t também foi usado na comparação das médias das F_1 de cada um dos cruzamentos com os seus recíprocos. Para tal, utilizou-se a expressão:

$$t = \frac{\bar{F}_{1ij} - \bar{F}_{1ji}}{s \sqrt{\frac{2}{n}}}, \text{ onde}$$

\bar{F}_{1ij} = média do cruzamento ij

\bar{F}_{1ji} = média do cruzamento ji

s = desvio padrão dos F'_{1ij} e F'_{1ji}

n = número de observações

3.2 - Análise da Variância do Cruzamento Dialélico

As análises de variância para o cruzamento dialélico 4×4 foram realizados de acordo com os métodos sugeridos por HAYMAN (1954 ab), conforme Tabela 2.

As causas de variação podem ser interpretadas como segue:

a- mede a aditividade dos genes;

b- mede os efeitos devidos a dominância;

b_1 - mede o desvio médio da F_1 do valor do pai médio;

b_2 - mede parte do desvio de dominância da F_1 dentro

de cada arranjo;

b_3 - mede parte do desvio de dominância que é único para cada F_1 equivalente à capacidade específica de combinação de GRIFFING (1956);

c- mostra os efeitos maternos de cada linha parental;

d- mostra as diferenças dos recíprocos não atribuíveis a c.

A significância dos efeitos foram determinados pelo teste "F", usando-se como denominador, ora o quadrado médio correspondente à interação blocos x cada efeito, ora o quadrado médio blocos x interação (Pooled), MATHER & JINKS (1971).

3.3 - Relação W_r e V_r

A metodologia sugerida por MATHER & JINKS (1971) foi utilizada para testar a consistência do modelo aditivo-dominante, conforme Tabela 3.

A análise gráfica de W_r/V_r foi baseada no método apresentado por JINKS (1954), citado por EL-HADDAD (1974).

Os coeficientes de regressão e os correspondentes erros padrões foram calculados a partir dos valores de W_r e V_r , empregando-se, respectivamente as expressões:

$$b = \frac{\sum V_r W_r - \frac{(\sum V_r)(\sum W_r)}{N}}{\sum V_r^2 - \frac{(\sum V_r)^2}{N}} \quad \text{e} \quad S_{b_{W_r/V_r}} = \frac{\hat{S}_{W_r}}{\sqrt{\sum (V_r - \bar{V}_r)^2}}$$

A significância dos diversos coeficientes de regressão para as hipóteses $b=0$ e $b=1$, foi testada pelo teste "t", ao nível de 5% de probabilidade, com $n-2$ graus de liberdade, sendo $n=4$.

3.4 - Estimativas dos Componentes da Variância

As estimativas destes componentes foram feitas seguindo a metodologia de MATHER & JINKS (1971). As estimativas para V_p , \bar{V}_r , \bar{W}_r , $\bar{V}\bar{r}$ e E são apresentadas na Tabela 4.

As estimativas dos componentes da variância foram calculados a partir da Tabela 4, mediante as fórmulas abaixo discriminadas:

$$D = V_p - E$$

$$E = E'$$

$$H_1 = 4\bar{V}_r + V_p - 4\bar{W}_r - \frac{3n - 2E}{n}$$

$$H_2 = 4\bar{V}\bar{r} - 4\bar{V}\bar{r} - 2E$$

$$F = 2V_p - 4\bar{W}_r - \frac{2(n-2)E}{n}$$

$$uv = 1/4 H_2/H_1$$

$$h^2 = 4(mL_1 - ml_0)^2 - 4(n-1)E'/n^2$$

onde:

D - mede somente efeitos aditivos;

H_1 e H_2 - medem somente a dominância;

F - mede a frequência relativa de dominância em relação aos alelos recessivos numa população parental e a

variação do nível de dominância sobre o loco;

$(H_1/D)^{1/2}$ - é um estimador de frequência média dos alelos negativos x positivos nos locos exibindo dominância, e tem um valor máximo de 0,25;

h^2/H^2 - estima o número de grupos de genes que controla o caráter e exibe algum grau de dominância;

$uv = 1/4 H_2/H_1$ - mede o valor médio de uv em cada loco;

mL_1 = média dos pais;

mL_0 = média das progênies.

O modelo proposto por MATHER & JINKS (1971) foi utilizado para o cálculo das herdabilidades nos sentidos restrito e amplo, conforme expressões abaixo:

$$h^2 \text{ (restrito)} = \frac{1/2D + 1/2H_1 - 1/2H_2 - 1/2F}{1/2D + 1/2H_1 - 1/4H_2 - 1/2F + E}$$

$$h^2 \text{ (amplos)} = \frac{1/2D + 1/2H_1 - 1/4H_2 - 1/2F}{1/2D + 1/2H_1 - 1/4H_2 - 1/2F + E}$$

3.5. - Análise de Variância para as Capacidades Geral e Específica de Combinação e Efeito Recíproco:

A análise estatística foi baseada no método I, modelo I de GRIFFING (1956), de acordo com a Tabela 5.

A significância dos efeitos foi determinada pelo teste "F", ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 1 - Características dos cultivares de feijão-de-corda, *Vigna sinensis* (L.) Savi. utilizados como progenitores em cruzamentos feitos no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, 1978.

Características	Cultivares (Progenitores)			
	Seridô	Bengala	Pitiúba	TVu 662
Registro	CE-01	CE-02	CE-31	CE-336
Procedência	Pentecoste-Ce	Pentecoste-Ce	Pentecoste-Ce	IITA
Dias para floração	55	55	52	-
Dias para primeira colheita	75	77	67	-
Cor da flor	Violeta	Violeta	Violeta	-
Cor do caule	*	*	*	-
Porte	Decumbente	Decumbente	Decumbente	-
Cor da vagem	Rosada	Rosada	Amarela	-
Comprimento da vagem (cm)	25,1	28,6	22,6	-
Número de vagem/planta	9,0	21,0	50,0	-
Número de sementes/vagem	15,0	18,0	19,0	-
Forma da semente	Ovóide	Reniforme	Reniforme	-
Cor da semente	Marron	Marron	Marron	-
Peso de 100 sementes (g)	22,2	20,0	17,0	-
Produção/planta (g)	21,6	53,3	122	-

* - Verde com pigmentos de antocianina na inserção dos ramos.

TABELA 2 - Esquema representativo da análise de variância do cruzamento dialélico (Segundo HAYMAN, 1954 ab).

Causas de variância	G.L	S.Q.	F ₁	F ₂
a	(n-1)	$S(yr. + y.s)^2/2n - 2y../n^2(I+II+III+IV)$	QMa/Bxa	QMa/QMBt
b	1/2n(n-1)	$Syrs + y^2../n^2 - S(yrs-ysr)^2/2 - S(yr. + y.s)^2/2n(I+II+III+IV)$	QMb/Bxb	QMb/QMBt
b ₁	1	$(y.. - ny)^2/n^2(n-1)(I+II+III+IV)$	QMb ₁ /Bxb ₁	QMb ₁ /QMBt
b ₂	(n-1)	$S(yr. + y.s - nyr)^2/n(n-2) - (2y.. - ny.)^2/n^2(n-2)(I+II+III+IV)$	QMb ₂ /Bxb ₂	QMb ₂ /QMBt
b ₃	1/2n(n-3)	$S(yrs+ysr)^2/4 - Sy^2r - S(yr. + y.s - 2yr)^2/2(n-2) + (y.. - y.. - y.)^2(n-1)(n-2)(I+II+III+IV)$	QMb ₃ /Bxb ₃	QMb ₃ /QMBt
c	(n-1)	$S(ysr-ysr)^2 - S(yr. - y.s)^2/2n(I+II+III+IV)$	QMc/Bxc	QMc/QMBt
d	1/2n(n-1)(n-2)		QMd/Bxd	QMd/QMBt
Blocos	(r-1)			
Bxa	(r-1)(n-1)			
Bxb	(r-1)1/2n(n-1)			
Bxb ₁	(r-1)			
Bxb ₂	(r-1)(n-1)			
Bxb ₃	(r-1)1/2n(n-3)			
Bxc	(n-1)(r-1)			
Bxd	1/2(r-1)(n-1)(n-2)			
Blocos interações	(r-1)(n ² -1)			

(1) - Usou-se como denominador o quadrado médio correspondente à interação blocos x cada efeito

(2) - Usou-se como denominador o quadrado médio correspondente às interações blocos x interações

TABELA 3 - Análise de variância das estimativas de W_r e V_r para cruzamento dialélico (Segundo MATHER & JINKS, 1971).

Causas de variação	G.L.	Q.M.	F
$(W_r + V_r)$ diferenças dos arranjos	$(n-1)$	V_1	V_1/V_2
$(W_r + V_r)$ diferenças dos blocos	$n(r-1)$	V_2	
$(W_r - V_r)$ diferenças dos arranjos	$(n-1)$	V_3	V_3/V_4
$(W_r - V_r)$ diferenças dos blocos	$n(r-1)$	V_4	

TABELA 4 - Estimativas de V_p , \bar{V}_r , \bar{W}_r , \bar{V}_r e E em cruzamentos dialélicos (Segundo HAYMAN, 1954; MATHER & JINKS, 1971).

Estimativas	Modelo
V_p	$D + E$
\bar{V}_r	$1/4D + 1/4H_1 - 1/4F + (E + 1/2(n-1))E/n$
\bar{W}_r	$1/2D - 1/4F + E/n$
\bar{V}_r	$1/4D + 1/4H_1 - 1/4H_2 - 1/4F(E + 1/2(n-2))E/n^2$
E	E

TABELA 5 - Análise de variância e esperança dos quadrados médios. Método I, modelo I (Segundo GRIFFING, 1956).

Causas de variação	G.L.	Q.M.	Esperança do quadrados médios	F
			Modelo I	
Capacidade Geral de Combinação	p-1	Mg	$\sigma^2 + 2p \frac{(1)}{p-1} \sum g_i^2$	Mg/Me'
Capacidade Específica de Combinação	p(p-1)/2	Ms	$\sigma^2 + \frac{2}{p(p-1)} \sum_{i < j} \sum s_{ij}^2$	Ms/Me'
Efeito Recíproco	p(p-1)/2	Mr	$\sigma^2 + 2 \frac{(2)}{p(p-1)} \sum_{i < j} \sum r_{ij}^2$	Mr/Me'
Erro	m	Me'	σ^2	

onde:

$$Sg = \frac{1}{2p} \sum_i (X_{i.} + X_{.i})^2 - \frac{2}{p^2} X_{..}^2$$

$$Ss = 1/2 \sum_i \sum_j r_{ij} (x_{ij} + x_{ji}) - \frac{1}{2p} \sum_i (X_{.i} + X_{i.})^2 + \frac{1}{p^2} X_{..}^2$$

$$Sr = 1/2 \sum_{i < j} (x_{ij} - x_{ji})^2$$

4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 - Heterose e Valores Médios de Nove Características:

Os valores médios de nove características estudadas em quatro progenitores de feijão-de-corda; V. sinensis e todos os híbridos F_1 e os seus recíprocos são apresentados na Tabela 6. O exame desta Tabela mostra que os progenitores diferem entre si para todas as características, excetuando-se o número de nós nos ramos secundários. A Tabela 6 mostra também os resultados da aplicação do teste de Tukey para os seis híbridos F_1 e seus respectivos recíprocos.

A comparação das médias dos híbridos F_1 com cada um dos recíprocos, foi realizado pelo teste "t" e os resultados são apresentados na Tabela 7. Os resultados indicam que para os híbridos Seridô x Bengala, Seridô x TVu 662 e seus respectivos recíprocos houve diferenças recíprocas significativas ao nível de 5% de probabilidade, em quatro das nove características estudadas. O híbrido Bengala x TVu 662 e seu recíproco não apresentam diferenças significativas para as mesmas características avaliadas, evidenciando, portanto, que as hibridações envolvendo estes dois cultivares poderão ser feitas indistintamente sem levar em consideração a direção do cruzamento. Na citada Tabela, verificam-se outras combinações com algumas diferenças recíprocas.

Os dados relativos à heterose são mostrados na Tabela 8. Os valores que mais interessam aos melhoristas são aqueles ligados à produção e seus componentes. Os dados da Tabela 8 mostram que os valores médios de heterose para as características vagem por planta, comprimento da vagem, número de sementes por vagem, índice de sementes e produção por planta, apresentam-se muito variáveis. Por exemplo, para a característica produção por planta, todos os valores heteróticos são positivos e diferentes de

TABELA 6 - Valores médios e resultados da aplicação do teste de Tukey em nove características estudadas em progenitores, híbridos F₁ e recíprocos do cruzamento dialélico 4 x 4 em feijão-de-corda, *Vigna sinensis* (L.) Savi. Pentecoste - Ceará - Brasil, 1981.

Progenitores, híbridos F ₁ e recíprocos:	NUMNPP	NUMSEC	NUMRAMSEC	NUMFOL	VAG/PL	COMPRIVAG (cm)	NUMSEM/VAG	P100SEM (g)	PROD/PL (g)
Seridô	17,20c*	40,89bc	7,09bcde	39,94abcd	33,45efgh	24,49ef	13,93ab	25,01ab	113,42bcde
Bengala	14,99ab	30,19c	6,05e	28,99e	16,20i	30,63a	14,72ab	27,16a	65,13f
Pitiúba	14,19a	41,79bc	6,59de	32,49cde	39,69gh	22,52fg	15,25a	19,39c	91,99cdef
TVu 662	16,24bc	40,54bc	7,79abcd	36,19bcde	54,74ab	17,24j	11,15c	12,50e	80,95def
Seridô x Bengala	16,09abc	35,89bc	7,05bcde	33,25bcde	26,05ghi	28,03b	14,16ab	26,48a	95,02bcdef
Seridô x Pitiúba	17,19c	48,89ab	7,34bcde	41,64abc	37,29cdef	25,34de	13,95ab	24,71ab	124,81abc
Seridô x Tvu 662	17,44c	45,94ab	7,74abcd	41,89abc	54,04abc	21,25hi	12,87c	18,00cd	126,79abc
Bengala x Seridô	16,49bc	44,34ab	7,34bcde	40,79abc	35,85defgh	27,55bc	14,51ab	25,51ab	129,39ab
Bengala x Pitiúba	14,99ab	42,99b	6,79de	38,39bcde	24,45hi	27,55bc	14,99ab	24,33ab	88,02def
Bengala x Tvu 662	16,54bc	46,99ab	8,00abcd	40,49abc	43,69cdef	23,56fg	14,54ab	19,29c	119,90abcd
Pitiúba x Seridô	16,04abc	39,44bc	7,04bcde	35,99bcde	32,14fgh	25,68de	14,49ab	22,52b	104,40bcde
Pitiúba x Bengala	14,59ab	37,04bc	7,14bcde	30,24de	25,74ghi	26,40cd	13,81ab	22,57b	80,90ef
Pitiúba x TVu 662	16,44bc	45,04ab	8,25ab	42,14ab	44,50cdf	21,13hi	15,43a	16,57cd	112,42bcde
TVu 662 x Seridô	15,19ab	39,64c	7,59abcd	33,29bcde	57,94a	19,88i	13,28b	17,08cd	131,35ab
TVu 662 x Bengala	15,79abc	43,99b	8,15abc	39,64abcd	47,39abcd	23,42fg	15,04a	18,65cd	129,23abc
TVu 662 x Pitiúba	16,49bc	57,80a	8,90a	40,10a	56,50ab	21,08i	15,62a	15,96d	154,43a

* - Os valores de cada coluna seguidos da mesma letra não diferem estatisticamente, pelo teste tukey ao nível de 5% probabilidade.

TABELA 7 - Valores médios e resultados da aplicação do teste "t" em nove características estudadas em híbridos F₁ e recíprocos de feijão-de-corda, *Vigna sinensis*(L.)Savi.Pentecoste - Ceará - Brasil, 1981.

Comparações	NUMNPR	NUMNSEC	NUMRAI*SEC	NUMFOL	VAG/PL	COMPRIVAG(cm)	NUMSEM/VAG	P100SEM(g)	PROD/PL(g)
	Médias tc	Médias tc	Médias tc	Médias tc	Médias tc	Médias tc	Médias tc	Médias tc	Médias tc
Seridô-Bengala	16,10	35,90	7,05	33,25	26,05	28,03	14,16	26,48	95,02
x	0,59	2,44*	0,77	2,15*	2,85*	0,93	0,64	0,50	2,79*
Bengala-Seridô	16,50	49,35	7,35	40,80	35,85	27,55	14,51	25,51	129,39
Seridô-Pitiúba	17,20	48,90	7,35	41,65	37,30	25,34	13,95	24,71	124,81
x	1,85	2,06	0,68	3,58**	1,17	0,54	1,02	3,06*	1,45
Pitiúba-Seridô	16,05	39,45	7,05	36,00	32,15	25,68	14,49	22,52	104,40
Seridô-TVu 662	17,45	47,00	7,75	41,90	54,05	21,25	12,87	18,00	126,79
x	3,57*	3,93*	0,34	2,30*	0,86	4,41**	0,70	0,80	0,34
TVu 662-Seridô	15,20	39,65	7,60	33,30	57,95	19,18	13,28	18,65	131,35
Bengala-Pitiúba	15,00	43,00	6,80	38,40	24,45	27,55	14,99	24,33	88,02
x	0,58	1,09	0,90	2,37*	1,21	1,89	1,56	1,80	0,74
Pitiúba-Bengala	14,60	37,05	7,15	30,25	27,75	26,40	13,81	22,52	80,95
Bengala-TVu 662	16,55	47,00	8,00	40,50	43,70	23,56	14,54	19,29	119,90
x	1,01	0,89	0,38	0,27	1,04	0,31	1,00	0,85	0,80
TVu 662-Bengala	15,80	44,00	8,15	39,65	47,40	23,42	15,04	18,65	129,23
TVu 662-Pitiúba	16,50	57,80	8,90	49,10	61,20	21,08	15,62	15,96	154,43
x	0,08	1,73	1,51	1,58	2,68*	0,04	0,23	1,34	3,93*
Pitiúba-TVu 662	16,45	45,05	8,25	42,15	44,50	21,13	15,43	16,57	112,42

* - Significativo ao nível de 5% de probabilidade

** - Significativo ao nível de 1% de probabilidade

TABELA 8 - Valores médios de heterose observada em nove características estudadas nos híbridos F₁, e recíprocos do cruzamento dialélico de feijão-de-corda, *Vigna sinensis* (L.) Savi. Pentecostê - Ceará-Brasil, 1981.

Híbridos F ₁ e recíprocos	Heterose em porcentagem								
	NUMNPR	NUMNSEC	NUMRAMSEC	NUMFOL	VAG/PL	COMPRIVAG (cm)	NUMSEM/VAG	P100SEM (g)	PROD/PL (g)
Híbridos F ₁									
Seridô x Bengala	-0,19	0,98	7,31	-3,54	4,49	1,71	-1,19	1,49	7,55
Seridô x Pitiúba	9,35	18,26	7,31	14,96	16,28	7,78*	-4,39	11,31*	21,52*
Seridô x TVu 662	4,18	12,82	4,03	10,03	22,54	1,82	2,63	-4,05	30,46*
Bengala x Pitiúba	2,74	19,45	7,44	24,89*	3,82	3,65*	0,00	4,51*	12,04
Bengala x TVu 662	5,89,	32,86*	15,61*	24,24*	22,83*	-1,59	12,36*	-2,72	64,16*
TVu 662 x Pitiúba	8,34	3,93	23,78*	16,77	32,49*	6,04*	18,33*	0,06	78,59*
Híbridos Recíprocos									
Bengala x Seridô	2,30	24,76*	11,72*	18,33	43,80	-0,04	1,26	-2,22	44,93*
Pitiúba x Seridô	2,04	-4,60	2,92	-0,64	0,22	9,23*	-0,69	1,44	1,65
TVu 662 x Seridô	-9,26	-2,65	2,02	-12,56	31,38*	-4,74*	5,90	-8,96*	35,12*
Pitiúba x Bengala	0,00	2,92	12,97*	-1,63	9,51	-0,68	-7,87*	-3,05	2,98
TVu 662 x Bengala	1,09	24,37*	17,77*	21,63*	33,23*	-2,17	16,23*	-5,95*	76,93*
Pitiúba x TVu 662	8,02	9,40	14,74*	22,71*	3,44	6,29*	16,89*	-3,89	30,01*

* - Significativo ao nível de 5% de probabilidade

zero e variam de 1,65 a 78,59% com uma média em torno de 34%. Para o número de vagens por planta, ocorre o mesmo padrão de comportamento e os valores oscilam de 0,22 a 43,80%, com média de 19,47%. Os dados de SINGH & JAIN (1972) mostram que a melhor combinação híbrida para produção de grãos em feijão-de-corda apresentou heterose em relação ao pai médio da ordem de 39%. Dos valores obtidos e comparados pelo teste "t" (Tabela 8), apenas quatro não atingiram significância estatística ao nível de 5% de probabilidade. Para o número de vagens por planta, observa-se o mesmo padrão de comportamento. As demais características mostram valores heteróticos negativos e positivos, revelando, portanto, falta de consistência para os resultados.

Os dados discutidos anteriormente, mostraram valores heteróticos relevantes para a característica produção por planta. Entretanto, o aproveitamento comercial da heterose observada torna-se problemática, uma vez que inexiste no feijão um sistema gênico-citoplasmático de restauração, a exemplo do que ocorre no milho e sorgo, para permitir a produção comercial de sementes híbridas de primeira geração. Todavia, mesmo que esse sistema fosse disponível, a natureza cleistogâmica da flor, por certo, dificultaria os cruzamentos entre formas estéreis e férteis.

Por outro lado, o alto valor heterótico manifestado nessa característica evidencia a superioridade dos filhos em relação aos pais. Esta superioridade observa-se-á em gerações mais avançadas, denominadas de transgressivas.

4.2. - Análise de Variância

Os resultados da análise de variância apresentados nas Tabelas 9, 10 e 11 mostram que o componente a, que mede a aditividade dos genes, apresenta significância para o número de nós no ramo principal, número de ramos secundários, vagem por planta, comprimento da vagem, número de sementes por vagem, peso de 100 sementes e produção por planta. As seis últimas caracterís

ticas são significativas quando testadas pelas variâncias correspondentes a blocos x cada efeito e a blocos x interação.

O componente b , que mede os efeitos devido à dominância, apresenta significância para as características número de nós nos ramos secundários, número de folhas, vagem por planta, número de ramos secundários, número de sementes por vagem e produção por planta. As três primeiras características mostram significância estatística quando a interação blocos x cada efeito é usada como denominador, enquanto as três últimas atingem significância quando a interação blocos x cada efeito e o quadrado médio bloco x interação são usados como denominadores.

Os resultados acima mostram que o número de ramos secundários, vagem por planta, número de sementes por vagem e produção por planta, são governados por genes com efeitos aditivos e dominantes. DICKSON (1967) ao avaliar a geração F_2 de sete variedades de P. vulgaris observou a presença de genes manifestando aditividade e dominância para o número de vagens por planta. Resultados semelhantes foram também obtidos por KUMAR & DAS (1974), em ervilhas, YOHE (1974), em V. radiata e RADKOV (1976), em feijão francês.

O componente b_1 , mede o desvio médio da F_1 em relação ao valor do pai médio e apresenta significância somente se o desvio de dominância dos genes for predominantemente na mesma direção. Nas Tabelas 9, 10 e 11 observa-se que as características número de nós nos ramos secundários, número de folhas e vagens por planta apresentam significância quando a interação blocos x cada efeito é usada como denominador, enquanto a produção por planta, mostra-se altamente significativa quando a interação blocos x cada efeito e blocos x interação são usados como denominadores. Esta discrepância de resultados observada para o componente b_1 , relativa às características acima, é devido às diferenças entre as variâncias usadas como denominadores. Ressalte-se, portanto, que as características, número de nós no ramo principal, número de ramos secundários, comprimento da vagem, número de sementes por vagem e peso de 100 sementes, indicam ausência de significância para todos os testes. Estes resultados demonstram que os efeitos de dominância não são unidirecionais.

para estas características. O inverso ocorre com aquelas que apresentam significância.

O componente b_2 testa o desvio médio de dominância das F_1 s dentro de cada um dos arranjos. Isso ocorre quando um dos pais tem consideravelmente mais alelos dominantes que o outro.

As Tabelas 9, 10 e 11 mostram que b_2 foi significativo para número de ramos secundários, vagem por planta, número de sementes por vagem, peso de 100 sementes e produção por planta. A primeira, segunda e quinta características são significativas quando testadas pela interação blocos x cada efeito, enquanto a terceira e a quarta apresentaram valores de F significativos quando se utiliza como denominador a variância de blocos x cada efeito ou blocos x interação. Estes resultados indicam que há possibilidade de existir entre os pais uma desigualdade ou assimetria na distribuição dos genes nos alelos dominantes.

A componente b_3 , mede parte do desvio de dominância que é único para cada F_1 . Os resultados apresentados nas Tabelas 9, 10 e 11 mostram significância para as características número de sementes por vagem e produção por planta quando testadas pelo quadrado médio de blocos x interação. A presença de significância nestas características decorre, possivelmente, da presença de dominância não atribuíveis a b_1 e b_2 .

A componente c , mede a variação dos efeitos maternos. As Tabelas 9, 10 e 11 permitem evidenciar significância para as características número de nós no ramo principal, número de sementes por vagem e peso de 100 sementes, mostrando assim, a presença de possíveis efeitos maternos.

A componente d , que mede a variação dos efeitos recíprocos não descritos pelos efeitos maternos, não revelou valores de F significativos.

A aplicação do método de MATHER & JINKS (1971), para testar a consistência de $(W_r + V_r)$ e $(W_r - V_r)$, mostrou que as diferenças na magnitude de $(W_r + V_r)$ e $(W_r - V_r)$ foram não significativas para as características número de nós no ramo principal, número de nós nos ramos secundários, número de ramos secundários, número de folhas (Tabela 12), comprimento da vagem e peso de 100 sementes (Tabela 13). Segundo MATHER & JINKS (1971), se

TABELA 9 - Análises de variância para os caracteres número de nós no ramo principal, número de nós nos ramos secundários e número de ramos secundários no cruzamento dialélico 4 x 4 em feijão-de-corda, *Vigna sinensis* (L.) Savi. Pentecoste - Ceará - Brasil, 1981.

Causas de variação	G.L.	NUMNPR			NUMNSEC			NUMRAMSEC		
		QM	F(1)	F(2)	QM	F(1)	F(2)	QM	F(1)	F(2)
a	3	7,19	2,82	4,47*	204,44	1,34	1,75	4,20	4,12*	5,45**
b	6	1,34	0,87	0,83	131,19	4,51**	1,12	2,88	3,38*	3,74**
b ₁	1	1,33	2,61	0,83	391,02	50,85**	3,34	5,01	2,06	6,51
b ₂	3	1,39	0,87	0,86	48,52	1,50	0,42	2,37	5,64**	3,08
b ₃	2	1,28	0,64	0,80	125,27	3,59	1,07	2,58	3,53	3,35
c	3	5,15	4,48*	3,20	221,98	0,86	1,90	0,04	0,25	0,05
d	3	2,40	1,88	1,49	123,02	1,07	1,05	0,08	0,08	0,10
Blocos	3	14,29		8,87**	998,73		8,54**	1,66		2,15
B x a	9	2,55			152,30			1,02		
B x b	18	1,54			29,03			0,85		
B x b ₁	3	0,51			7,69			2,43		
B x b ₂	9	1,59			32,27			0,42		
B x b ₃	6	1,99			34,86			0,73		
B x c	9	1,15			259,06			0,16		
B x d	9	1,28			115,05			0,36		
Bloco-inter.	45	1,61			116,90			0,77		

(1) - Usou-se como denominador o QM correspondente a interação blocos x cada efeito

(2) - Usou-se como denominador o QM (Pooled) blocos x interações.

* - Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 10 - Análises de variância para os caracteres número de folhas, número de vagens por planta, comprimento da vagem no cruzamento dialélico 4 x 4 em feijão-de-corda, *Vigna sinensis* (L.) Savi. Pernambuco - Ceará - Brasil, 1981.

Causas de variação	G. L.	NUMFOL			VAG/PL			COMPRIVAG (cm)		
		QM	F(1)	F(2)	QM	F(1)	F(2)	QM	F(1)	F(2)
a	3	122,55	2,27	2,21	2.899,09	42.90**	42.58**	221,00	178,23**	98.22**
b	6	120,39	5,07**	2,16	164,01	7,21**	2,40	2,31	0,67	0,98
b ₁	1	249,80	11,60*	4,50	556,92	180,23**	8,18	0,02	0,01	0,01
b ₂	3	69,72	3,53	1,26	130,84	4,87*	1,92	2,44	0,65	1,00
b ₃	2	131,69	4,28	2,37	17,32	0,66	0,25	3,27	0,83	1,45
c	3	122,69	1,06	2,21	238,27	1,32	3,50	3,90	2,12	1,73
d	3	50,65	0,84	0,91	127,40	3,30	1,87	2,02	1,55	0,90
Blocos	3	125,68		2,26	204,06		2,99*	1,11		0,47
B x a	9	53,97			67,57			1,24		
B x b	18	23,72			22,74			3,43		
B x b ₁	3	21,54			3,09			1,48		
B x b ₂	9	19,75			26,84			3,74		
B x b ₃	6	30,77			26,44			3,94		
B x c	9	115,55			180,74			1,84		
B x d	9	60,45			38,59			1,30		
Bloco-inter.	45	55,48			68,09			2,25		

(1) - Usou-se como denominador o QM correspondente a interação blocos x cada efeito

(2) - Usou-se como denominador o QM (Pooled) blocos x interações

* - Significativo ao nível de 5% probabilidade

TABELA 11 - Análises de variância para os caracteres número de sementes por vagem, peso de 100 sementes, produção por planta no cruzamento dialélico 4 x 4 em feijão-de-corda, *Vigna sinensis* (L.) Savi. Pentecoste - Ceará - Brasil, 1981.

Causas de variação	G. L.	NUMSEM/VAG			P100SEM			PROD/PL		
		QM	F(1)	F(2)	QM	F(1)	F(2)	QM	F(1)	F(2)
a	3	10,53	14,42**	13,00**	377,00	3.427,27**	249,67**	2.782,55	7,60**	5,30*
b	6	7,14	6,10**	8,81**	4,07	2,66	2,69	2.917,95	15,45**	5,56**
b ₁	1	1,88	2,35	2,32	0,02	0,02	0,01	8.546,67	42,08**	16,29**
b ₂	3	8,62	8,89**	10,64**	6,58	2,74	4,36*	1.894,47	6,48*	3,61
b ₃	2	7,58	4,54	9,36**	2,33	4,31	1,54	1.638,81	63,08**	3,12
c	3	2,92	10,43**	3,60	6,13	2,61	4,06*	1.897,90	1,30	3,62
d	3	1,88	2,76	2,32	0,46	0,23	0,30	618,10	1,45	1,18
Blocos	3	2,47		3,04*	0,86		0,56	2.148,64		4,09**
B x a	9	0,73			0,11			366,22		
B x b	18	1,17			1,53			188,77		
B x b ₁	3	0,80			0,95			203,09		
B x b ₂	9	0,97			2,40			292,52		
B x b ₃	6	1,67			0,54			25,98		
B x c	9	0,28			2,35			1.454,67		
B x d	9	0,68			2,01			425,05		
Bloco-inter.	45	0,81			1,51			524,69		

(1) - Usou-se como denominador o QM correspondente a interação blocos x cada efeito

(2) - usou-se como denominador o QM (Pooled) blocos x interações

* - Significativo ao nível de 5% probabilidade.

TABELA 12 - Análise de variância das estimativas de W_r e V_r , em cada uma das quatro repetições, para os caracteres número de nós no ramo principal, número médio de nós nos ramos secundários, número de ramos secundários, número de folhas e número de vagens/planta do cruzamento dialélico 4 x 4 em feijão-de-corda, Vigna sinensis (L.) Savi. Pentecoste - Ceará - Brasil, 1981.

Causas de variação	G.L.	Variância				
		NUMNPR	NUMNSEC	NUMRAMSEC	NUMFOL	VAG/PL
Diferenças dos Arranjos (W_r+V_r)	3	9,02	20.935,55	6,34	4.308,04	53.019,99*
Diferenças de Blocos (W_r+V_r)	12	8,25	39.538,87	5,60	1.459,61	12.401,96
Diferenças dos Arranjos (W_r-V_r)	3	0,21	4.523,49	3,83	920,42	588,38
Diferenças dos Blocos (W_r-V_r)	12	0,79	4.949,20	3,91	519,99	2.339,14

* - Significativo ao nível de 5% de probabilidade

TABELA 13 - Análises de variância das estimativas de W_r e V_r , em cada uma das quatro repetições, para os caracteres comprimento da vagem, número de sementes/vagem, peso de 100 sementes e produção/planta do cruzamento dialélico 4 x 4 em feijão-de-corda, Vigna sinensis (L.) Savi. Pentecoste - Ceará - Brasil, 1981.

Causas de variância	G.L.	Variâncias			
		COMPRIVAG	NUMSEM/VAG	P100SEM	PROD/PL
Diferenças dos Arranjos (W_r+V_r)	3	12,91	75,58*	85,71	511.225,87 n.s.
Diferenças dos Blocos (W_r+V_r)	12	52,33	13,96	48,71	273.120,38
Diferenças dos Arranjos (W_r-V_r)	3	2,62	3,10	3,37	183.721,19*
Diferenças dos Blocos (W_r-V_r)	12	6,81	1,74	8,78	31.988,56

* - Significativo ao nível de 5% de probabilidade

W_r , V_r , $(W_r + V_r)$ e $(W_r - V_r)$ são constantes, então o modelo aditivo-dominante com distribuição independentes dos genes será a adequado. Assim sendo, conclui-se que o modelo é adequado para o estudo das seis características já referidas, pois não foi constatado heterogeneidade entre $(W_r + V_r)$ e $(W_r - V_r)$.

Nas características vagem por planta e número de sementes por vagem, respectivamente Tabelas 12 e 13, verifica-se que há diferenças significativas na magnitude de $(W_r + V_r)$. Este resultado permite admitir que as duas características apresentam variação genética não-aditiva. Quanto à magnitude de $(W_r - V_r)$, observa-se pelo exame das referidas Tabelas, que ela é não significativa. Então, o modelo aditivo-dominante, com distribuição independente dos genes, é adequado. De outra parte, examinando-se conjuntamente as duas análises, conclui-se que a variância genética não-aditiva que conduz a diferenças na magnitude de $(W_r + V_r)$ de todos os arranjos, pode ser atribuída, unicamente, aos efeitos dos genes dominantes, independentemente distribuídos entre as linhas parentais.

Para a característica produção por planta, observa-se na Tabela 13 que ocorreu o inverso do encontrado em vagem por planta (Tabela 12) e número de sementes por vagem (Tabela 13), ou seja, ausência de efeitos significativos para $(W_r + V_r)$ e presença de diferenças significativas para $(W_r - V_r)$. A análise conjunta dos resultados demonstra que as diferenças obtidas na magnitude de $(W_r - V_r)$, para a característica produção por planta, podem ser devidas, exclusivamente, a genes com efeitos de dominância e independentemente distribuídos.

4.3. - Estimativas da Variância Genética:

A Tabela 14 apresenta as estimativas de V_p , \bar{V}_r , \bar{W}_r , \bar{V}_r e E , usadas no cálculo das estimativas dos componentes de variação e herdabilidade (Tabela 15).

O exame da Tabela 15, mostra que o componente D, correspondente à variância aditiva, é significativo para número de

nós no ramo principal, número de ramos secundários, vagem por planta, comprimento da vagem, número de sementes por vagem, peso de 100 sementes e produção por planta. Resultados semelhantes foram obtidos para a componente a e apresentadas nas Tabelas 9, 10 e 11. Entretanto, para o número de nós nos ramos secundários, número de ramos secundários, vagem por planta, comprimento da vagem e peso de 100 sementes, em que $0 < H_1 < D$, observa-se dominância incompleta. Este resultado permite prosseguir com a análise e estimar a razão de dominância $H_1/D^{1/2}$.

Os componentes H_1 e H_2 , que refletem os efeitos de dominância, são altamente significativos para o número de nós nos ramos secundários, número de ramos secundários, número de folhas, vagem por planta e produção por planta (Tabela 15). Segundo MATHER & JINKS (1971), quando $H_2 < H_1$, como ocorre nas características número de folhas, comprimento da vagem, número de sementes por vagem, peso de 100 sementes e produção por planta, as frequências alélicas são desiguais, isto é, $u \neq v$ para todos os locos. Tendo em vista que $1/4 H_2/H_1$ mede o grau de dominância em cada loco, a Tabela 15 indica que o número de vagem por planta, comprimento da vagem e o peso de 100 sementes apresentam dominância parcial, enquanto o número de nós nos ramos secundários, número de ramos secundários, número de folhas, número de sementes por vagem e produção por planta, mostram sobredominância, uma vez que $H_1/D^{1/2}$ é maior que a unidade. Resultados equivalentes foram encontrados por SINGH & JAIN (1971) em P. aureus, para produção de grãos, grãos por vagem e vagem por planta, e por CHUNG (1973), em P. vulgaris, que observou sobredominância para o número de vagens e produção por planta.

O componente F, que mede a frequência relativa de dominância em relação aos alelos recessivos numa população parental e a variação do nível de dominância sobre o loco, mostra valores negativos para o número de nós nos ramos secundários, número de ramos secundários, número de folhas e vagem por planta. Estes resultados sugerem a presença de mais alelos recessivos do que do minantes nos pais. Os valores positivos encontrados nas demais características evidenciam a presença de dominância nos pais. Resultado análogo foi obtido, em soja, por SINGH et alii (1974);

em que a característica peso de 100 sementes apresentou valor positivo, sugerindo a predominância de alelos dominantes. Resultados equivalentes foram obtidos por SINGH & JAIN (1971), em P. aureus, para o número de sementes por vagem.

A variância devido ao ambiente, E, foi significativa para o número de nós no ramo principal e nos ramos secundários, vagem por planta, número de sementes por vagem e produção por planta.

O valor médio de uv (Tabela 15) sobre todos os locos, estimado a partir da razão $1/4 H_2/H_1$, menor do que seu valor máximo (0,25), aparece quando $u=v=0,5$ para todos os locos, medindo, portanto, a frequência média de alelos negativos versus positivos nos pais. As características número de nós no ramo principal e produção por planta apresentam uma razão esperada de 0,25, a qual indica distribuição igual entre os pais. Todavia, número de ramos secundários, número de folhas, número de vagens por planta, comprimento da vagem, número de sementes por vagem e peso de 100 sementes mostram uma razão esperada menor do que 0,25, revelando, portanto, uma distribuição desigual entre os pais.

Para a característica produção por planta, como a razão $(\sqrt{4DH_1} + F / \sqrt{4DH_1} - F)$ é igual a unidade e apresenta um F pequeno, diferente de zero (Tabela 15), supõe-se que os genes dominantes e recessivos dos pais estão em iguais proporções.

O número de grupos de genes que controlam o caráter, h^2/H^2 (Tabela 15), mostra que número de nós no ramo principal e número de ramos secundários exibem pelo menos um par de genes dominantes. Por outro lado, número de vagens por planta, comprimento da vagem e produção por planta possuem, respectivamente 33,22 e 18 pares de genes dominantes. Valores negativos foram encontrados para número de nós nos ramos secundários, número de folhas e peso de 100 sementes, indicando não existir genes para dominância. A Tabela 15 mostra ainda, as herdabilidades nos sentidos restrito e amplo. No sentido restrito, os maiores valores são para as características número de vagens por planta, comprimento da vagem e peso de 100 sementes, com valores de 71,72; 82,63 e 91,95%, respectivamente. Baixos valores de herdabilidade

foram mostrados pelas demais características e estes oscilam entre 6,49 a 25,31%. DUDLEY & MOLL (1969) afirmam que caracteres com altos valores de herdabilidade no sentido restrito podem ser melhorados mais rapidamente, com menos intensidade de avaliação do que os de baixa herdabilidade.

No sentido amplo, as características que revelam os maiores valores de herdabilidade são peso de 100 sementes e comprimento da vagem, com valores acima de 80%. Estes resultados sugerem que os referidos caracteres devem ser controlados por um pequeno número de genes maiores, com elevados efeitos aditivos. Por outro lado, produção por planta, número de sementes por vagem e vagem por planta apresentam estimativas de herdabilidade com valores de 36, 37 e 72%, respectivamente, os quais se acham próximos àqueles obtidos por SINGH & MEHNDIRATTA (1969), em feijão-de-corda. Resultados idênticos também foram obtidos por BAPNA & JOSHI (1973), KHERADNAN & NIKNEJAD (1974), ARAÚJO (1978), em feijão-de-corda.

Pela análise da Tabela 15, observa-se que os valores de herdabilidade no sentido restrito foram superiores aos da herdabilidade no sentido amplo para as características número de nós nos ramos secundários e número de folhas. Os resultados observados devem-se aos valores negativos de H_1 e H_2 , os quais diminuem o numerador da fórmula de herdabilidade no sentido amplo. Para a característica número de ramos secundários, embora H_1 , isto é, a variância devido a dominância seja negativa, a herdabilidade no sentido amplo foi superior a herdabilidade no sentido restrito.

A variância genética aditiva mostrou-se importante para as características, número de nós no ramo principal, número de nós nos ramos secundários, vagem por planta, comprimento da vagem, número de sementes por vagem, peso de 100 sementes. Considerando que as quatro últimas características têm maior importância para o melhorista, uma vez que estão intimamente relacionadas com a produção, a seleção individual com teste progenie poderia ser usado no melhoramento das mesmas.

Além do mais, pode-se concluir que os pais dos cruzamentos estudados devem também ser selecionados com base no seu

TABELA 14 - Valores médios estimados para V_p , \bar{V}_r , \bar{W}_r , V_r e E de nove características estudadas no cruzamento dialélico 4 x 4 em feijão-de-corda Vigna sinensis (L.) Savi. Pentecoste - Ceará - Brasil, 1981.

Estimativas	Valores médios estimados									Modelo
	NUMNPR	NUMNSEC	NUMRAMSEC	NUMFOL	VAG/PL	COMPRIVAG (cm)	NUMSEM/VAG	P100SEM (g)	PROD/PL (g)	
V_p	4,02	124,95	1,03	51,97	259,01	34,18	4,03	49,47	665,72	D + E
\bar{V}_r	1,28	74,35	0,99	33,73	131,22	8,77	1,84	12,60	562,46	$1/4D+1/4H_1-1/4F+(E+1/2(n-1))E'/n$
\bar{W}_r	1,26	35,07	0,91	17,68	154,39	15,04	1,04	21,81	201,06	$1/2D-1/4F+E/n$
V_r	0,45	20,61	0,19	8,77	96,14	7,05	0,41	11,39	123,91	$1/4D+1/4H_1-1/4H_2-1/4F(E+1/2(n-2))E'/n$
E	1,61	116,90	0,77	55,48	68,09	2,25	0,81	1,51	524,69	E

TABELA 15 - Estimativas dos componentes de variação e herdabilidades para nove características estudadas no cruzamento dialélico 4 x 4 em feijão-de-corda, *Vigna sinensis* (L.) Savi. Pentecoste - Ceará - Brasil, 1981.

Componentes de variação	NUMNPR	NUMNSEC	NUMRAMSEC	NUMFOL	VAG/PL	COMPRIVAG (cm)	NUMSEM/VAG	P100SEM (g)	PROD/PL (g)	
D	2,41*	8,05	0,26**	-3,51	190,92**	31,93**	3,22**	47,96**	141,03**	
H ₁	0,08	-10,18**	-0,58**	-22,53**	3,90**	3,41	5,21	8,85	799,59**	
H ₂	0,10	-18,84**	1,66**	-11,12**	4,14**	2,38	4,10	1,82	704,82**	
F	1,39	-7,28	-2,35	-22,26	-167,63	5,95	3,09	10,19	2,51**	
E	1,61**	116,90**	0,77	55,48	68,09*	2,25	0,81*	1,51	524,69**	
H ₁ /D ^{1/2}	0,17	1,12	1,49	2,53	0,14	0,33	1,87	0,42	2,38	
ūv	0,25	0,46	-0,72	0,12	-17,07	0,17	0,20	0,05	0,25	
(4DH ₁) ^{1/2} +F	2,86	2,34	-0,50	0,11	-0,50	1,79	2,21	1,65	1,00	
(4DH ₁) ^{1/2} -F										
h ² /H ²	0,87	-2,27	0,66	-3,74	32,60	22,00	0,00	-0,62	17,67	
herdabilidade	restrito	23,47%	9,66%	13,87%	6,49%	71,72%	82,63%	25,31%	91,95%	14,27%
	amplo	24,41%	5,87%	43,80%	1,56%	72,14%	86,24%	66,94%	93,80%	35,82%

* - Significativo ao nível de 5% de probabilidade
 ** - Significativo ao nível de 1% de probabilidade

próprio desempenho e sua capacidade geral de combinação.

4.4. - Representação Gráfica:

A Figura 2 apresenta a relação entre W_r e V_r e a parábola $W_r^2 = V_p \cdot V_r$.

A referida Figura pode ser interpretada como se segue:

a) a parábola marca os limites em que os pontos (V_r, W_r) se localizam (HAYMAN, 1954).

b) a dominância dos genes é completa quando a reta com inclinação $b=1$ passa pela origem;

c) quando a dominância é parcial, a linha de regressão intercepta o eixo W_r acima do ponto de origem;

d) no caso de sobredominância, a linha de regressão corta o eixo W_r abaixo da origem;

e) na ausência de dominância, os pontos podem se reunir na posição onde a inclinação da parábola é $+ 1$;

f) quando a linha de regressão está próximo a da parábola, exibe pouca dominância (WHITEHOUSE et alii, 1958);

g) a ordem dos pontos na linha indica a distribuição dos genes dominantes e recessivos entre os pais;

h) quando os pontos estão próximos do local onde a linha e a parábola se interceptam, significa que nenhum dos pais contém todos os genes recessivos, que são segregados para o caráter em estudo (WHITEHOUSE et alii, 1958);

i) os pontos entre a reta e a parábola mostram dominância e fora mostram recessividade.

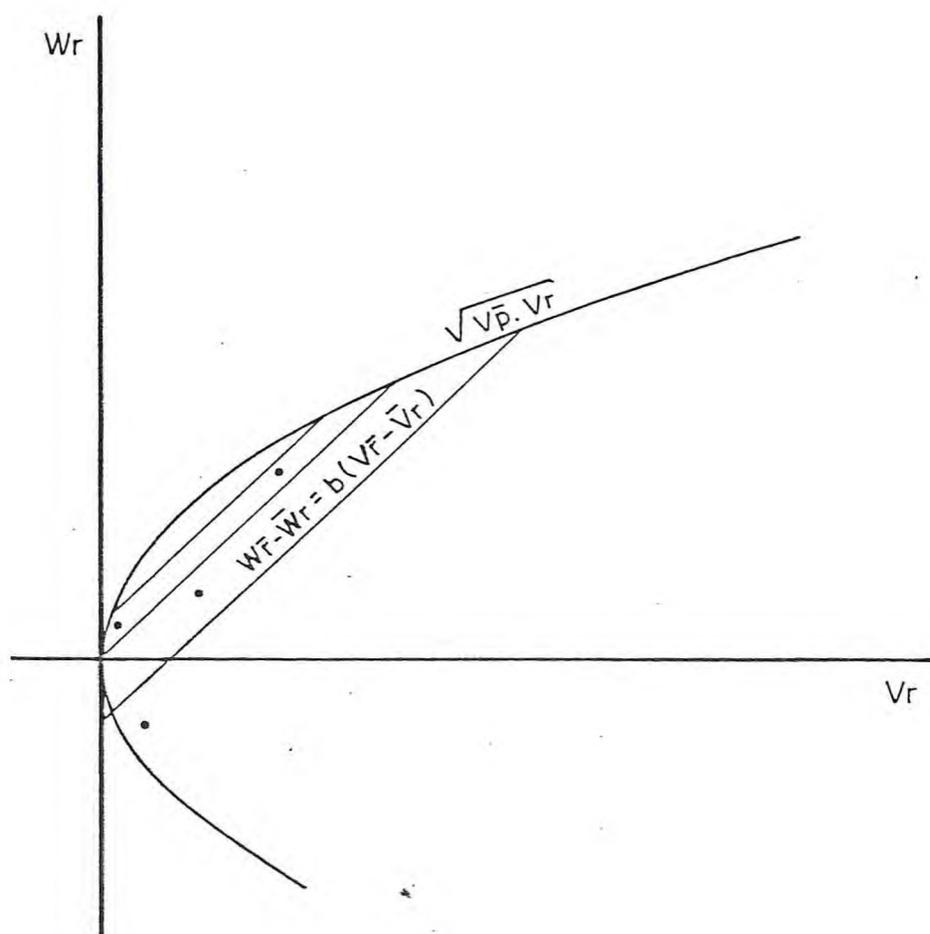


FIGURA 2 - Representação diagramática da relação V_r e W_r num cruzamento dialélico (Adaptado de HAYMAN, 1954 a).

A interpretação gráfica é feita com o auxílio da Tabela 16. Esta Tabela mostra as estimativas de \underline{b} , \underline{sb} e os resultados da aplicação do teste "t" para $b=0$ e $b=1$, em nove características de feijão-de-corda. Nela, observa-se que, quando os coeficientes de regressão não diferem significativamente de $b=1$, implica que há predominância de ação gênica do tipo aditivo.

4.5. - Análise Gráfica das Nove Características Estudadas:

4.5.1. - Número de Nós no Ramo Principal

A declividade da linha de regressão de \underline{Vr} \underline{Wr} (Fig. 3) difere significativamente de $b=0$, porém não difere de $b=1$, sugerindo a predominância do tipo aditivo de ação gênica.

A linha de regressão corta o eixo \underline{Wr} abaixo da origem, mostrando a presença de sobredominância. Como os pontos para os pais P_1 e P_4 estão próximos à origem, pode-se afirmar que os pais possuem a maioria dos alelos dominantes. Já nos pais P_2 e P_3 há predominância de alelos recessivos, pois os pontos se afastam da origem.

4.5.2. - Número de Nós nos Ramos Secundários

A Tabela 16 mostra que o coeficiente de regressão (b) não é significativo para $b=0$ e $b=1$. Este resultados revela a presença de genes com efeitos epistático. A linha de regressão (Fig. 4) corta o eixo \underline{Wr} acima do ponto de origem, indicando a existência de genes com dominância parcial. A distribuição dos pontos dos arranjos ao longo da linha de regressão mostra a presença da interação genótipo x ambiente e diversidade entre os pais. O pai P_1 , por estar próximo à origem, possui mais alelos dominantes, enquanto os pais P_2 , P_3 e P_4 , por estarem mais afastados

TABELA 16 - Estimativas de b, sb e resultados da aplicação do teste "t" para b=0 e b=1 em nove características estudadas no cruzamento dialélico 4 x 4 em feijão-de-corda, *Vigna Sinensis* (L.) Savi. Pentecoste - Ceará - Brasil, 1981.

Características	Estatísticas			
	b	sb	$t=(b-0)/sb$	$t=(b-1)/sb$
NUMNPR	1,32	0,12	11,00**	2,67
NUMNSEC	0,46	0,24	1,91	3,17
NUMRAMSEC	0,62	2,05	0,30	0,19
NUMFOL	0,57	0,52	1,09	0,92
VAG/PL	1,15	0,12	9,58**	1,25
COMPRIVAG	0,89	0,47	1,89	0,23
NUMSEM/VAG	0,89	0,27	3,30	0,41
P100SEM	0,73	0,14	5,21*	1,93
PROD/PL	0,36	0,17	2,11	3,76

* - Significativo ao nível de 5% de probabilidade

** - Significativo ao nível de 1% de probabilidade

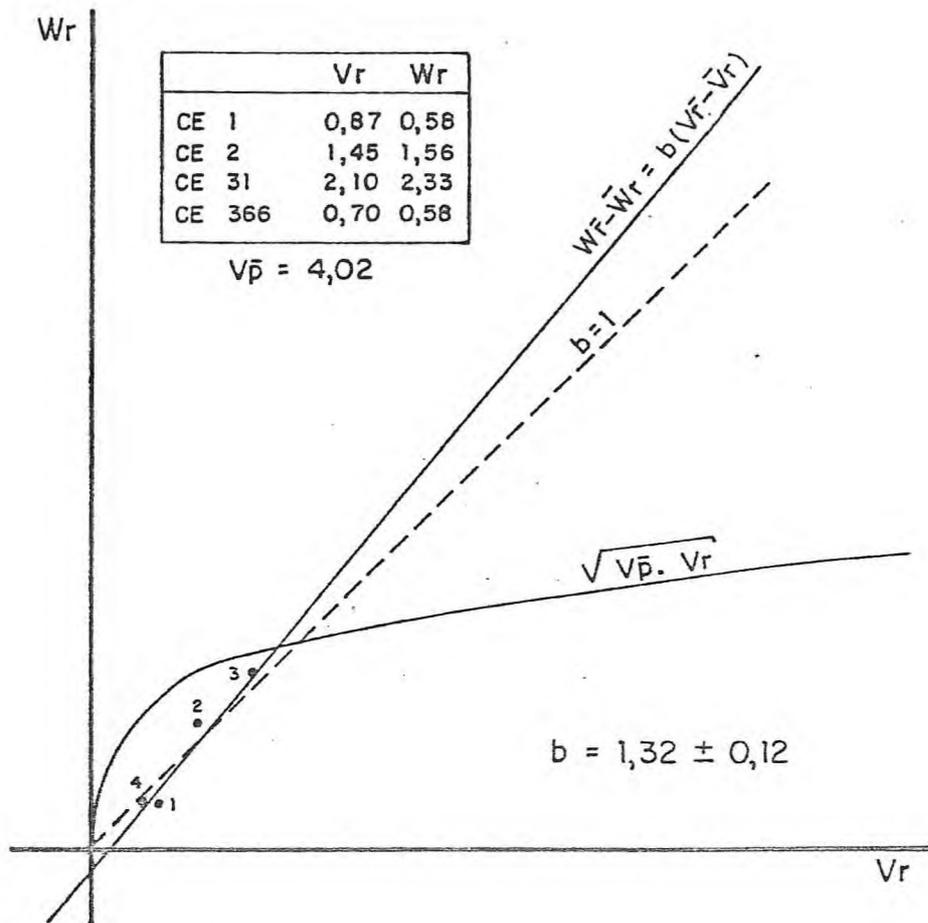


FIGURA 3 - Relação entre V_r e W_r para número de nós no ramo principal em feijão-de-corda

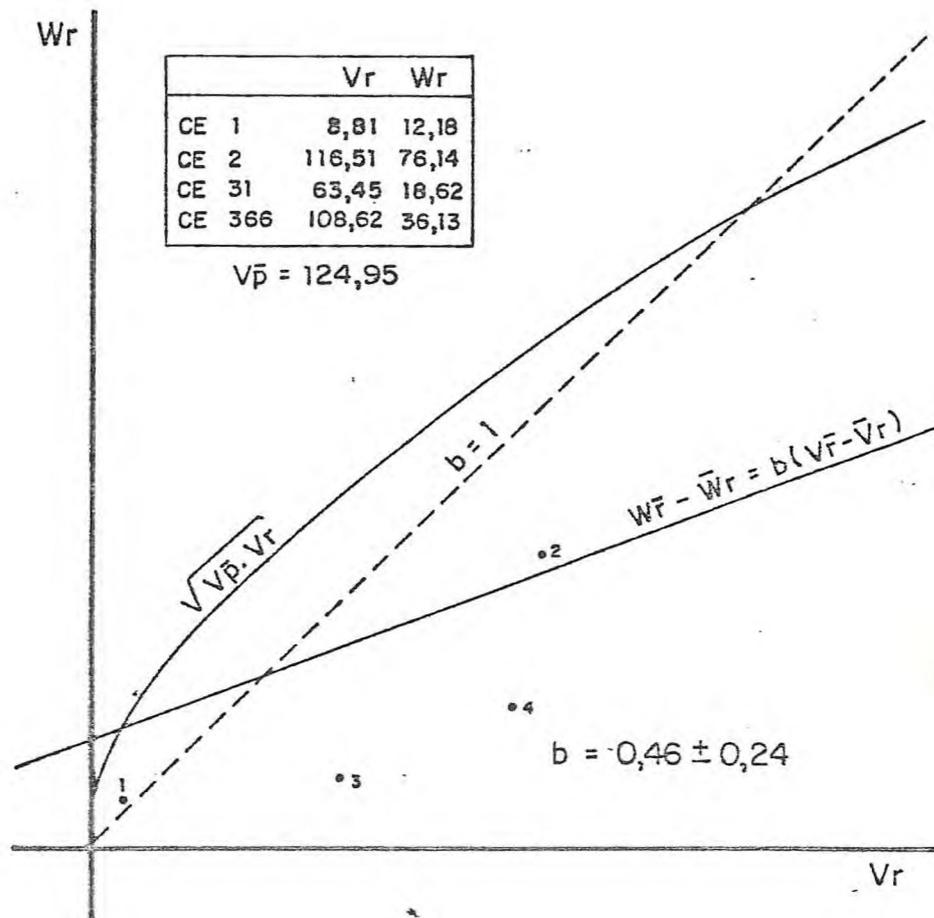


FIGURA 4 - Relação entre \bar{V}_r e \bar{W}_r para número de nós nos ramos secundários em feijão-de-corda.

daquele ponto, revelam existência de mais alelos recessivos.

4.5.3. - Número de Ramos Secundários:

Os resultados obtidos para esta característica são análogos à característica anterior, conforme Tabela 16. Pelo exame da Fig.5, evidencia-se a existência de dominância parcial, uma vez que a linha de regressão corta o eixo W_r acima do ponto de origem. O arranjo dos pontos para os pais P_1 , P_2 e P_4 , próximos à origem, denota a presença de mais alelos dominantes. O pai P_3 , por se encontrar afastado da origem, revela a presença de mais alelos recessivos.

4.5.4. - Número de Folhas:

A declividade para a linha de regressão (Fig. 6), não difere de $b=0$ e $b=1$ (Tabela 16), o que revela a presença de epistasia. A linha de regressão intercepta o eixo W_r abaixo do ponto de origem, revelando a presença de sobredominância. Como o arranjo dos pontos para os pais P_1 e P_4 está próximo à origem, denota-se a presença de alelos dominantes. Os pais P_2 e P_3 acham-se mais afastados da origem, confirmando então, o tipo de ação gênica recessiva.

4.5.5. - Número de Vagens por Planta:

Para esta característica, como o coeficiente de regressão não diferiu significativamente de $b=0$ e $b=1$, pode-se concluir que há aditividade dos genes e ausência de interação gênica (Tabela 16).

No gráfico V_r W_r (Fig. 7), a linha de regressão encon

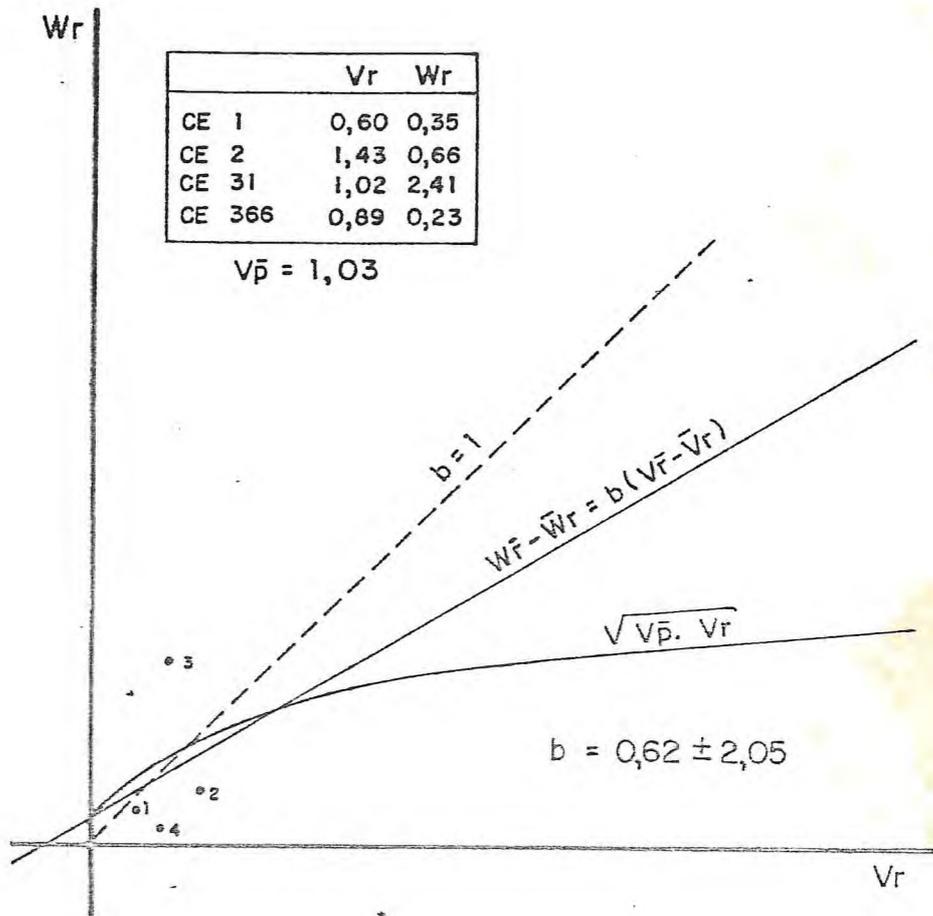


FIGURA 5 - Relação entre \bar{V}_r e \bar{W}_r para número de ramos secundários em feijão-de-corda

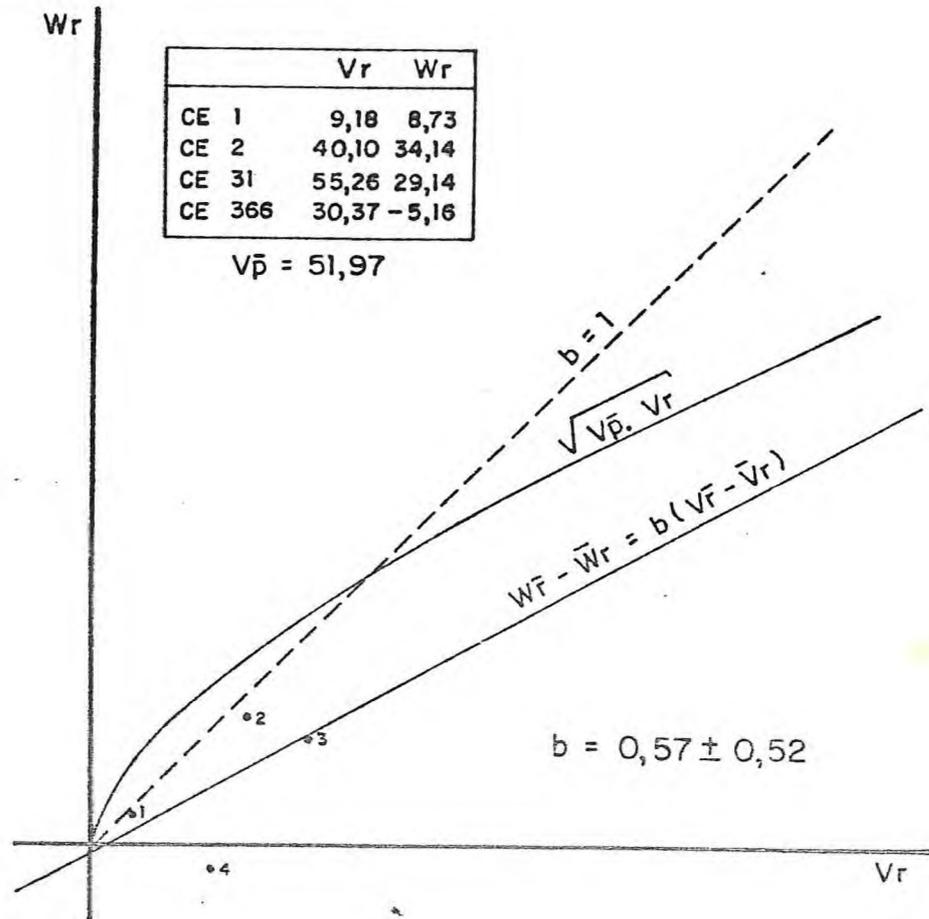


Figura 6 - Relação entre $\underline{V_r}$ e $\underline{W_r}$ para número de folhas em fei
jão-de-corda

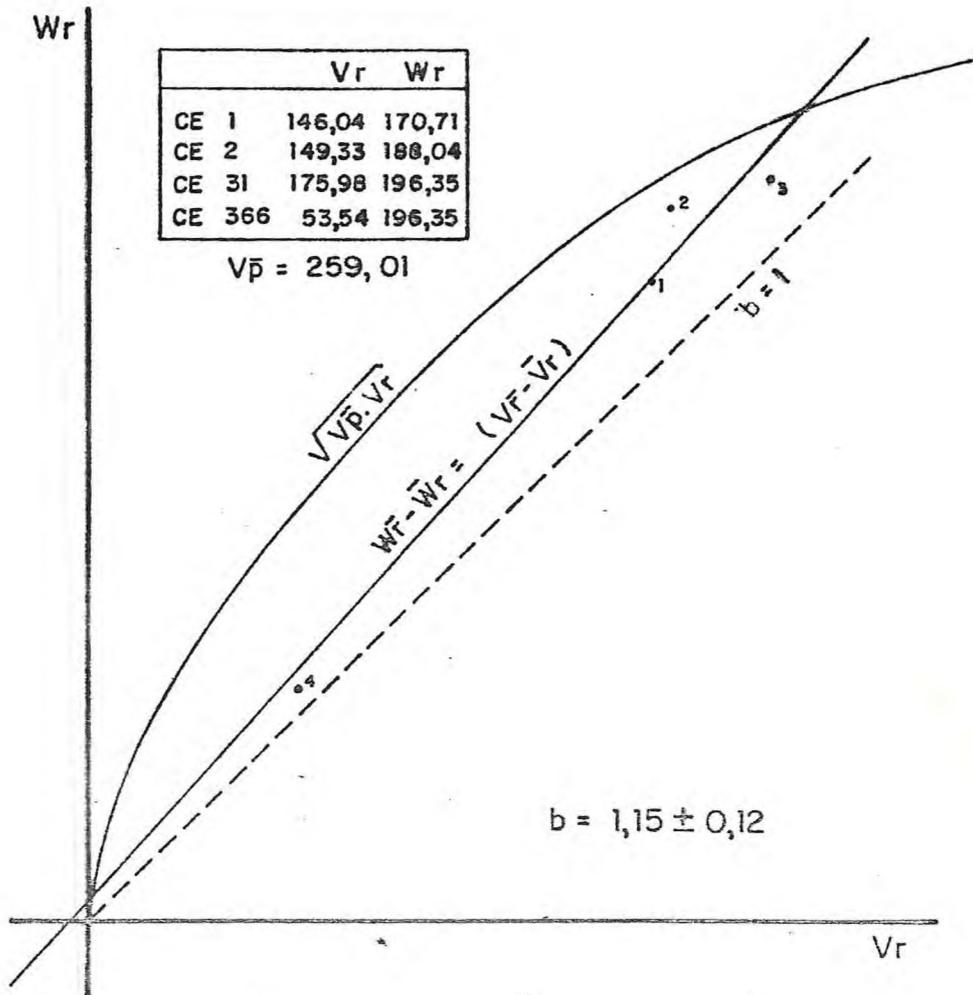


FIGURA 7 - Relação entre V_r e W_r para o número de vagens por planta em feijão-de-corda.

tra-se acima da origem, o que supõe a ocorrência de dominância parcial. O pai P_1 possui mais genes dominantes, uma vez que tem o menor valor para V_r W_r e este ponto se aproxima da origem. Quanto aos pais P_2 P_3 e P_4 , que apresentam os maiores valores de V_r W_r , e cujos pontos estão mais distantes da origem, são portadores de mais alelos recessivos. A dispersão dos pontos em torno da reta revela a diversidade genética dos pais e a presença de interação destas com o ambiente.

4.5.6. - Comprimento da Vagem:

A ausência de significância para $b=0$ e $b=1$, mostrada na Tabela 16, demonstra a presença de epistasia.

O exame da Fig. 8 mostra a presença de dominância parcial para esta característica, uma vez que a linha de regressão intercepta o eixo W_r acima da origem. Os pontos referentes aos pais P_1 , P_2 e P_4 estão distanciados da origem, o que revela a presença de mais alelos recessivos do que dominantes. Já o pai P_3 , acha-se mais próximo à origem, o que indica uma ligeira tendência de maior presença de genes dominantes que recessivos.

4.5.7. - Número de Sementes por Vagem:

A ausência de significância para $b=0$ e $b=1$ (Tabela 16), exibe a presença de efeitos epistáticos para esta característica. A reta de regressão cuja interceptação do eixo W_r ocorre abaixo da origem, indica a existência de sobredominância (Fig.9). A distribuição dos pontos dos arranjos demonstra que o pai P_4 se distancia da origem, sugerindo a presença de mais alelos recessivos. Por outro lado, os pais P_1 , P_2 e P_3 estão mais próximos da origem. Isto mostra a presença de mais alelos dominantes.

4.5.8. - Peso de 100 Sementes:

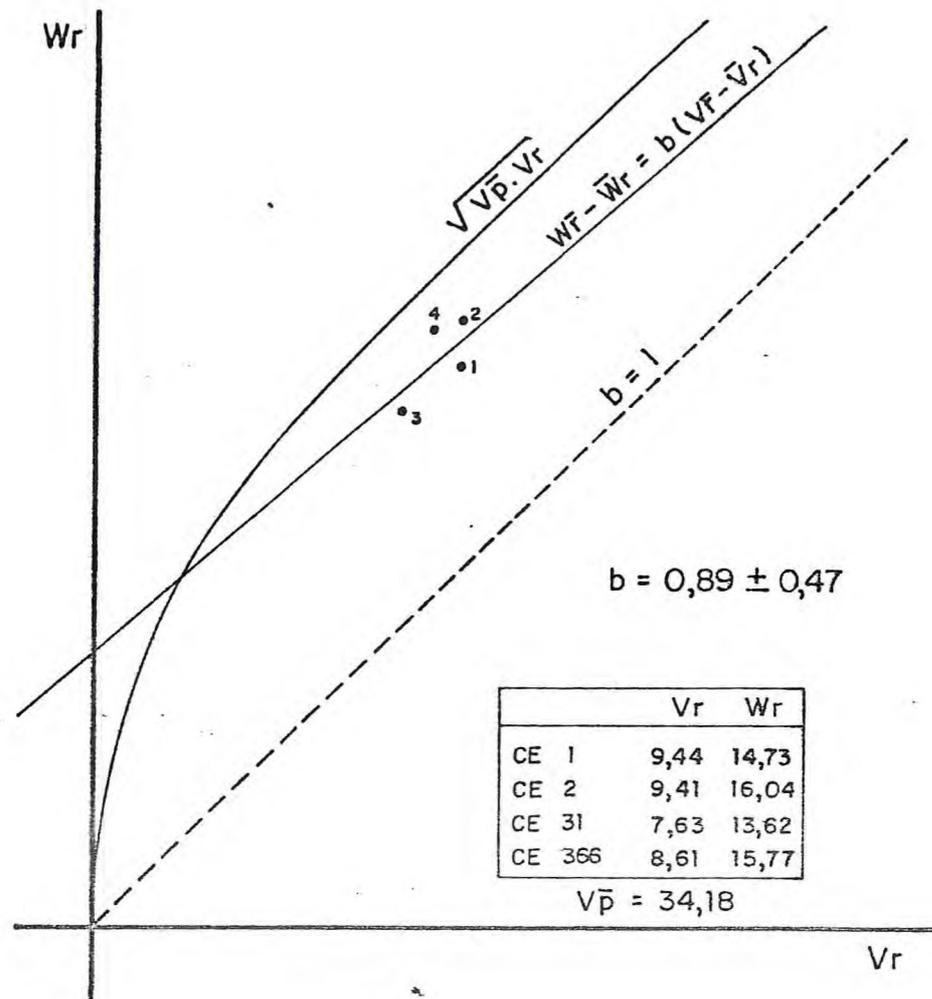


FIGURA 8 - Relação entre V_r e W_r para comprimento da vagem em feijão-de-corda.

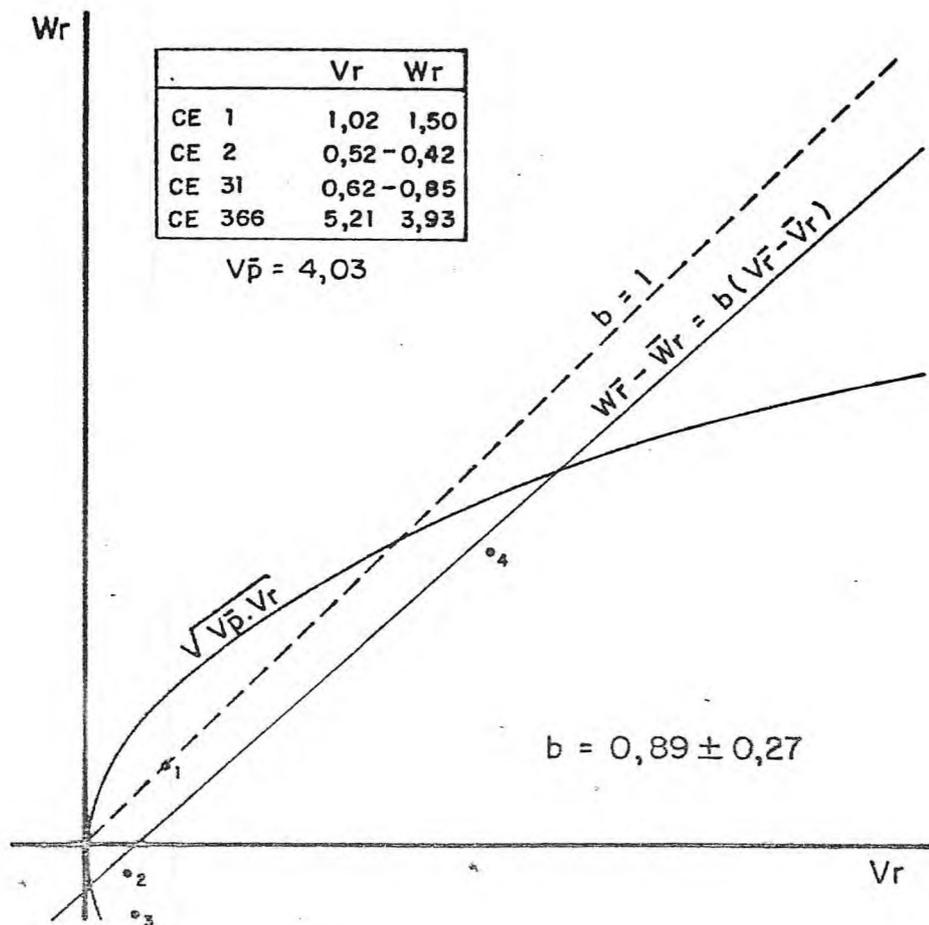


FIGURA 9 - Relação entre V_r e W_r para número de sementes por vagem em feijão-de-corda.

Observa-se para esta característica que a declividade da linha de regressão difere significativamente apenas de $b=0$, (Tabela 16). Tal resultado reflete a presença do tipo aditivo de ação dos genes, sem nenhuma interação alélica. No gráfico $V_r W_r$ (Fig. 10), a linha de regressão corta o eixo W_r acima da origem, o que evidencia a existência de genes com dominância parcial. A distribuição dos pontos nos arranjos mostra a presença de mais alelos recessivos, uma vez que os pais P_1 , P_2 , P_3 e P_4 se distanciam da origem.

4.5.9. - Produção por Planta:

O exame da Tabela 16 mostra a ausência de significância para $b=0$ e $b=1$. Assim, pode-se concluir que a epistasia está presente. A reta de regressão (V_r, W_r) intercepta o eixo W_r (Fig. 11) logo abaixo da origem, expressando desta forma sobredominância. Os pais são geneticamente diferentes, uma vez que os pontos nos arranjos dispersos ao longo da linha de regressão mostram a presença da interação genótipo x ambiente. O pai P_1 aproximando-se da origem indica a predominância de mais alelos dominantes. O pai P_2 que se afasta muito da origem, mostra deste modo, a presença de mais alelos recessivos do que dominantes.

A análise gráfica, feita de acordo com a metodologia de HAYMAN (1954), sobre a natureza da herança e ação gênica, expressas por $V_r W_r$, permite destacar, com base nos resultados do presente estudo, que há dominância parcial para as características número de ramos secundários, número de nós nos ramos secundários, número de vagens por planta, comprimento da vagem e peso de 100 sementes, e sobredominância para número de nós no ramo principal, número de folhas, número de sementes por vagem e produção por planta. A esse respeito SINGH & JAIN (1971), em P. aureus, encontraram dominância parcial para produção de grãos e sobredominância para sementes por vagem. Resultados discordantes foram obtidos por SINGH & JAIN (1971) em P. mungo, em que a análise gráfica mostrou a presença de genes com efeitos aditivos

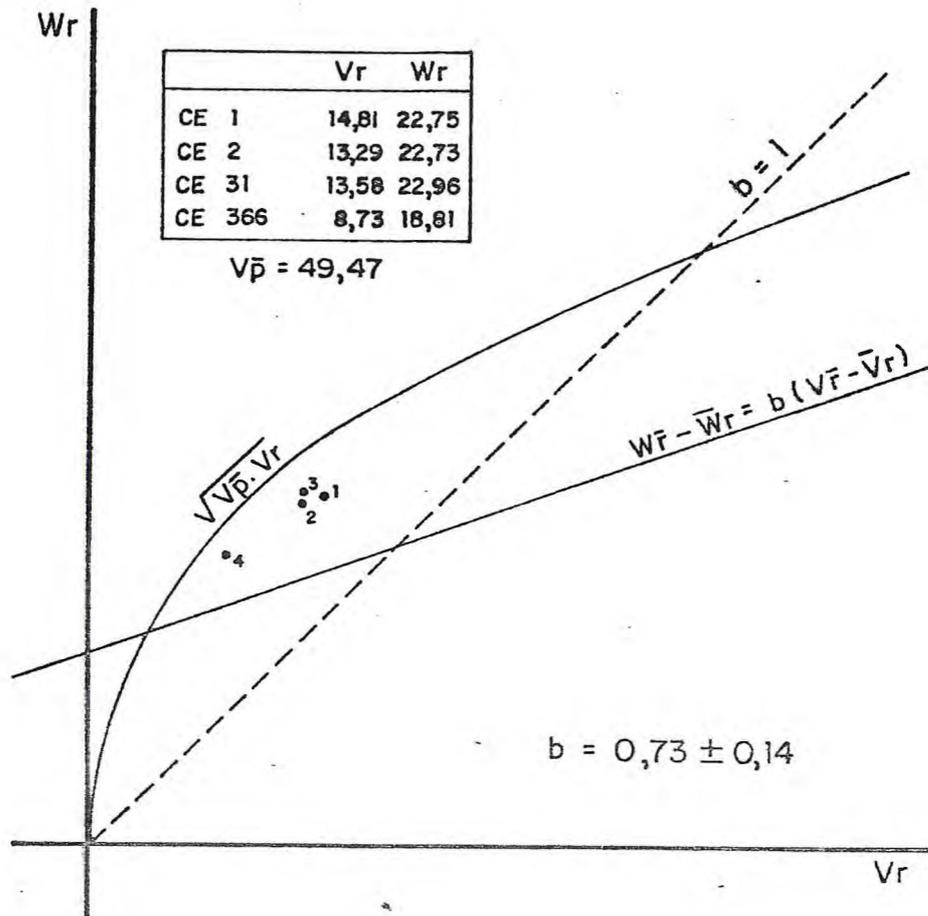


FIGURA 10- Relação entre \bar{V}_r e \bar{W}_r para peso de 100 sementes em feijão-de-corda.

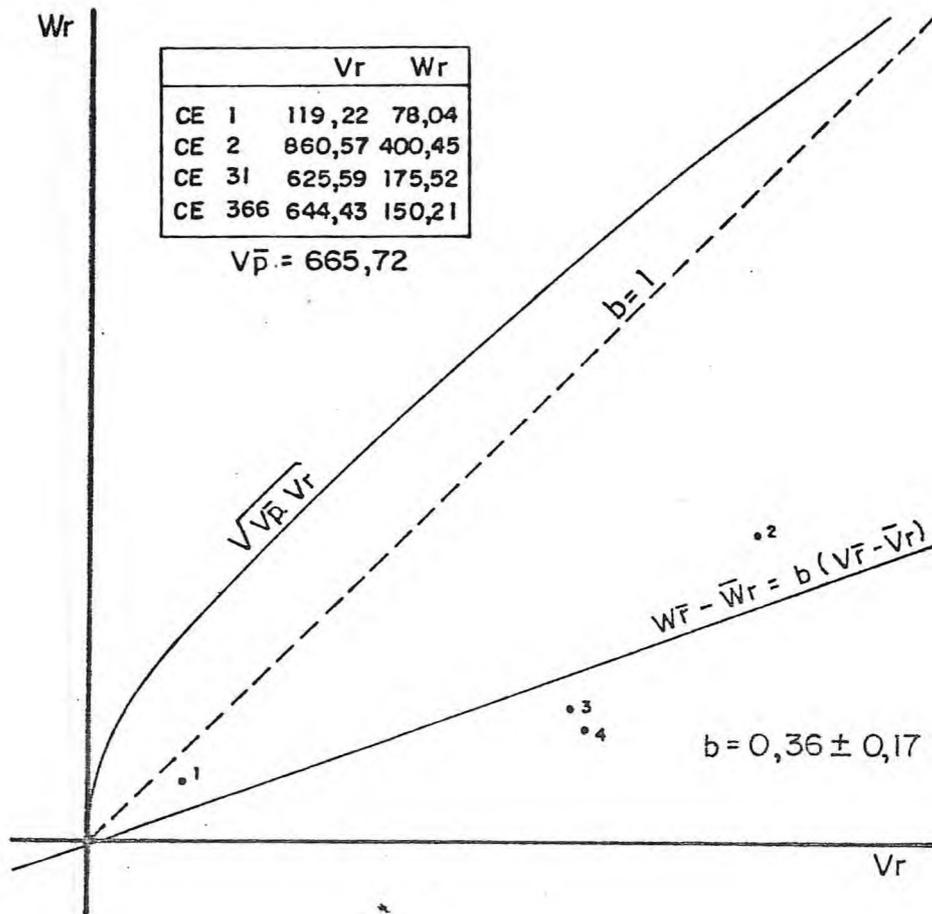


FIGURA 11 - Relação entre \underline{Vr} e \underline{Wr} para produção por planta em feijão-de-corda.

e alguma sobredominância para o comprimento da vagem e tamanho da semente. Isto deve estar associado às diferenças entre as espécies estudadas.

Com base na análise gráfica, as características número de nós no ramo principal, número de vagens por planta e peso de 100 sementes por apresentarem variância genética aditiva podem ser avaliadas nas gerações segregantes, utilizando um método de seleção simples.

4.6. - Capacidade Combinatória:

A variância da capacidade geral e específica de combinação e efeitos recíprocos encontram-se na Tabela 17. Segundo SPRAGUE & TATUM (1942), o termo capacidade geral de combinação CGC é usado para designar o desempenho médio de uma linha em combinações híbridas. Por outro lado, a capacidade específica de combinação (CEC) é usada para designar os casos em que certas combinações são relativamente melhores ou piores do que poderiam ser esperados, na base do desempenho médio das linhas envolvidas nos cruzamentos.

A variância da capacidade geral de combinação (CGC), Tabela 17, foi significativa para todas as características estudadas, enquanto que, para a capacidade específica de combinação (CEC), apenas as variâncias correspondentes ao número de nós nos ramos secundários e peso de 100 sementes não se mostraram significativos. SINGH & JAIN (1972), em feijão-de-corda, obtiveram variâncias da CGC significativas para produção de grãos, comprimento da vagem e peso de 100 sementes. Resultados análogos foram também evidenciados por SINGH & JAIN (1971), em P. aureus, SINGH et alii (1974) em soja LAL et alii (1975) em feijão-de-corda.

O efeito recíproco, que expressa as diferentes combinações existentes entre os pais, foi significativo para o número de nós no ramo principal, número de nós nos ramos secundários, número de folhas, vagem por planta, número de sementes por vagem

e produção por planta. A existência de efeitos significativos permite identificar se o cultivar poderá ser usado indistintamente em combinações híbridas, como progenitor masculino ou feminino.

A Tabela 17, mostra que as variâncias da capacidade geral de combinação (CGC), são maiores que os correspondentes à capacidade específica (CEC), em todas as características estudadas. Isto demonstra, portanto, a importância da variação genética aditiva na herança desses caracteres. Resultados semelhantes foram reportados por DHALIWAL & SINGH (1970) em P. mungo. Os autores encontraram que a capacidade geral de combinação foi mais importante para cachos por planta e vagens por planta. Igualmente, SINGH & JAIN (1972), em feijão-de-corda, YOHE (1974) em V. radiata, YOHE & POEHLMAN (1975), em V. radiata, também encontraram que a capacidade geral de combinação foi mais importante que a específica.

Os efeitos da capacidade geral de combinação dos quatro progenitores são apresentados na Tabela 18. As maiores estimativas são observadas para o número de sementes por vagem, com valores positivos para os progenitores Seridó, Pitiúba e TVu 662 e negativo para o progenitor Bengala. Os cultivares com valores positivos para a capacidade geral de combinação revelam seu potencial como progenitor na formação de híbridos de alta qualidade. Os cultivares em que os efeitos da CGC são negativos não devem ser utilizados como progenitor, pois eles tendem a diminuir os valores das progênes híbridas F_1 .

Os resultados correspondentes à capacidade específica de combinação (CEC), acham-se na Tabela 19. Na referida Tabela, observa-se que o híbrido Seridó x Bengala mostra efeitos positivos para todas as características. As combinações relativas aos progenitores Seridó, Bengala, Pitiúba e TVu 662, exibem altos efeitos da CEC para o comprimento da vagem, número de sementes por vagem, peso de 100 sementes e produção por planta.

Os híbridos Seridó x TVu 662 e Bengala x Pitiúba apresentam quase todos os valores negativos, mostrando a não adequabilidade dessas combinações. No entanto, os cruzamentos Seridó x Pitiúba, Bengala x TVu 662, por exibirem, na sua maioria, valo

TABELA 17 - Análises de variância da capacidade geral e específica de combinação e efeito recíproco em nove características estudadas no cruzamento dialélico 4 x 4 em feijão-de-corda, Vigna sinensis (L.) Savi. Pentecoste - Ceará - Brasil, 1981.

Causas de variação	G.L.	Quadrados médios para diferentes caracteres (variâncias)								
		NUMNPR	NUMNSEC	NUMRAMSEC	NUMFOL	VAG/PL	COMPRIVAG (cm)	NUMSEM/VAG	P100SEM (g)	PROD/PL (g)
CGC	3	2,38**	27,84*	1,37**	31,64**	705,55**	593.203,33**	461.220,400**	926.069,33**	77.877,31**
CEC	6	0,54*	19,11	0,49**	29,67**	35,59**	9.925,33**	64.665,600**	8.389,33	75.080,00**
Efeito recíproco	6	0,61*	20,81*	0,06	23,18**	25,39*	2.961,39	38.973,380**	7.921,71	29.346,86**
Resíduo	256	0,18	7,79	0,09	4,25	6,06	1.172,08	17.771,02	4.402,07	5.684,20

* - Significativo ao nível de 5% de probabilidade

** - Significativo ao nível de 1% de probabilidade

TABELA 18 - Estimativas dos efeitos da capacidade geral de combinação dos progenitores em nove características estudadas no cruzamento dialélico 4 x 4 em feijão-de-corda, Vigna sinensis (L.) Savi. Pentecoste - Ceará - Brasil, 1981.

Efeitos da (CGC)	Progenitores			
	Seridó CE-01	Bengala CE-02	Pitiúba CE-31	TVu 662 CE-366
NUMNPR	0,613	-0,442	-0,477	0,306
NUMSEC	0,339	-2,697	0,822	1,536
NUMRAMSEC	-0,144	-0,359	-0,094	0,596
NUMFOL	0,56	-2,68	0,03	2,08
VAG/PL	-0,010	-9,287	-3,570	12,868
COMPRIVAG	48,045	311,264	-8,137	-351,171
NUMSEM/VAG	1.649,363	-7.676,887	3.810,957	9.838,496
P100SEM	203,861	292,699	-28,267	-468,290
PROD/PL	81,270	-126,179	-30,887	75,800

TABELA 19 - Estimativas dos efeitos da capacidade específica de combinação dos progenitores em nove características estudadas no cruzamento dialélico 4 x 4 em feijão-de-corda, *Vigna sinensis* (L.) Savi. Pentecoste - Ceará - Brasil, 1981.

Progenitores	Características	Efeitos da CEC		
		Progenitores		
		Bengala CE-02	Pitiúba CE-31	TVu 662 CE- 366
Seridó CE-01	NUMNPR	0,084	0,484	-0,593
	NUMNSEC	0,822	1,353	-0,731
	NUMRAMSEC	0,266	0,006	-0,219
	NUMFOL	1,357	0,445	-2,840
	VAG/PL	1,456	-0,486	4,351
	COMPRIVAG	9,008	100,420	-51,496
	NUMSEM/VAG	2.080,441	684,559	4.589,348
Bengala CE-02	P100SEM	2,922	85,948	-81,489
	PROD/PL	74,902	3,589	41,627
	NUMNPR		-0,281	0,312
	NUMNSEC		0,239	5,001
	NUMRAMSEC		0,004	0,401
	NUMFOL		-0,815	2,880
	VAG/PL		-0,814	3,174
Pitiúba CE-31	COMPRIVAG		-16,398	-21,889
	NUMSEM/VAG		255,066	6.405,035
	P100SEM		-4,420	-27,592
	PROD/PL		-90,462	203,927
	NUMNPR			0,642
	NUMNSEC			-0,093
	NUMRAMSEC			0,641
Pitiúba CE-31	NUMFOL			5,717
	VAG/PL			2,251
	COMPRIVAG			58,033
	NUMSEM/VAG			-6.124,715
	P100SEM			22,898
	PROD/PL			197,284

res positivos, são os mais eficientes.

4.7. - Correlações

Na Tabela 20 são apresentados os valores dos coeficientes de correlação genotípica, fenotípica e ambiental, envolvendo as diversas características. No estudo, não se buscou conhecer as relações de causa e efeito, mas tão somente identificar o grau de associação entre as variáveis.

Correlações positivas, genotípicas e fenotípicas são obtidas entre o número de nós no ramo principal e as demais características estudadas, excetuando-se o comprimento da vagem e o peso de 100 sementes, sendo que as duas últimas características mencionadas apresentam correlações negativas e não significativas com o número de nós no ramo principal.

O número de nós nos ramos secundários mostra correlação positiva e significativa com o número de ramos secundários, número de folhas, vagens por planta, número de sementes por vagem e produção por planta. Por outro lado, correlacionou-se negativa e significativamente com o comprimento da vagem e peso de 100 sementes.

Correlação positiva e significativa é observada entre o número de folhas e o número de vagens por planta, número de sementes por vagem e produção por planta. Porém, mostra-se negativa e significativamente correlacionada com o comprimento da vagem e peso de 100 sementes. O número de vagens por planta apresenta correlação positiva e significativa com o número de sementes por vagem e produção por planta e está negativa e significativamente correlacionado com o comprimento da vagem e peso de 100 sementes.

O comprimento da vagem expressa correlação positiva e significativa com o peso de 100 sementes. Por outro lado, esta característica manifesta correlação negativa e significativa com o número de sementes por vagem e produção por planta.

O número de sementes por vagem exhibe correlação positiva

va e significativa com a produção por planta e está negativa e significativamente correlacionado com o peso de 100 sementes. Este correlaciona-se negativa e significativamente com a produção por planta.

Resultados parcialmente análogos foram reportados por SINGH & MEHNDIRATTA (1969), em caupi; TREHAN et alii(1970), em caupi; CHOWDHURY & SINGH ARYA (1971), P. sativum; AREETAY & LAING (1973), em V. unguiculata; SINGH & MALHOTRA (1973), em C. cajan; VEERASWAMY et alii (1973), em soja e ARAÚJO (1978), em V. sinensis.

TABELA 20 - Coeficientes de correlação fenotípica, genotípica e ambiental para nove características estudadas no cruzamento dialélico 4 x 4 em feijão-de-corda, *Vigna sinensis* (L.) Savi. Pentecoste - Ceará - Brasil, 1981.

Características		NUMNSEC	NUMRAMSEC	NUMFOL	VAG/PL	COMPRIVAG	NUMSEM/VAG	P100SEM	PROD/PL
NUMNPR	G	0,522**	0,623**	0,763**	0,485**	-0,261	0,370**	-0,096	0,607**
	F	0,368**	0,401**	0,539**	0,187**	-0,059	0,283**	-0,002	0,368**
	E	0,333**	0,375**	0,485**	0,056	0,115	0,261**	0,600**	0,300**
NUMNSEC	G		0,769**	0,915**	0,644**	-0,534	0,751**	-0,439**	0,796**
	F		0,172**	0,413**	0,206**	-0,121	0,253**	-0,084	0,338**
	E		0,088	0,344**	0,107*	0,048	0,177**	0,035	0,266**
NUMRAMSEC	G			0,847**	0,934**	-0,742**	0,662**	-0,791**	0,837**
	F			0,461**	0,318**	-0,313**	0,260**	-0,294**	0,319**
	E			0,363**	0,016	-0,042	0,149**	-0,016	0,154**
NUMFOL	G				0,627**	-0,398**	0,335**	-0,369**	0,848**
	F				0,253**	-0,169**	0,260**	-0,134*	0,533**
	E				0,58	0,001	0,237**	0,013	0,427**
VAG/PL	G					-0,902**	0,919**	-0,872**	0,715**
	F					-0,653**	0,367**	-0,545**	0,495**
	E					-0,114*	0,041	-0,008	0,355**
COMPRIVAG	G						-0,872**	0,960**	-0,404**
	F						-0,404**	0,750**	-0,201**
	E						-0,022	0,108*	0,019
NUMSEM/VAG	G							-0,766**	0,531**
	F							-0,355**	0,374**
	E							-0,086	0,315**
P100SEM	G								-0,332**
	F								-0,120*
	E								0,070

* - Significativo ao nível de 5% de probabilidade

** - Significativo ao nível de 1% de probabilidade

5 - CONCLUSÕES

Tendo em vista os resultados obtidos é possível concluir que:

a) embora os valores de heterose tenham sido altos para a característica produção por planta, não é viável em feijão-de-corda, o uso de variedades híbridas;

b) os componentes da variação genética e as estimativas dos componentes de variação mostraram a importância da variância genética aditiva para as características número de nós no ramo principal, número de nós nos ramos secundários, vagem por planta, número de sementes por vagem, comprimento da vagem e peso de 100 sementes, sugerindo-se a seleção individual com teste de progênie no melhoramento desses caracteres. Recomenda-se também que os pais usados no estudo, sejam avaliados com base no seu próprio desempenho e sua capacidade geral de combinação;

c) os componentes da variância genética e as estimativas dos componentes de variação revelam a importância da variância genética não-aditiva para as características número de folhas, número de nós nos ramos secundários e produção por planta, sugerindo-se que os pais dos cruzamentos estudados sejam selecionados à base da capacidade combinatória específica.

6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGGARWAL, V.D. & SINGH, T.P. - Genetic variability and interrelation in agronomic traits in kidney-bean (Phaseolus vulgaris L.). Indian Journal of Agricultural Sciences, 43(9): 845-848, 1973.
- ALLARD, R.D. - Estimation of prepotency from lima bean diallel cross data. Agronomy Journal, 48(12): 537-543, 1956.
- ANDERSON, V.L. & McLEAN, R.A. - Design of experiments. A realistic approach. Marcel Dekker, New York, 1974. 418p.
- AQUINO, S.F. - Um procedimento objetivo para o melhoramento genético do feijão-de-corda, Vigna sinensis (L.) Savi. através da seleção. Fortaleza, Universidade Federal do Ceará, 1978. 79p./(Diss. (mestrado))./
- ARAÚJO, J.P.P. - Variabilidade genética e interrelações de caracteres agronômicos em feijão-de-corda (Vigna sinensis L. Savi). Fortaleza, Universidade Federal do Ceará, 1978. 113p./(Diss. (Mestrado))./
- ARYEETAY, A.N. & LAING, E. - Inheritance of the yield components and their correlation with yield in cowpea (Vigna unguiculata (L.) Walp). Euphytica. 22(2): 386-392, 1973.
- BAPNA, C.S. & JOSHI, S.N. - A study on variability following hybridization in Vigna sinensis (L.) Savi. Madras Agricultural Journal. 60(9/12): 1369-1372, 1973.
- BEOHAR, A.B. & NIGAM, P.K. - Correlation studies in arhar, Cajanus cajan (L). Millsp. JNKVV. Research Journal. 6(1): 58, 1972.
- CHUNG, J.H. Diallel analysis of the genetic variation in some quantitative traits in dry beans. New Zealand Journal of Agricultural Research. 16(2): 223-231, 1973.
- CHUNG, J.H. & GOULDEN, D.S. Yield components of haricot beans (Phaseolus vulgaris L.) grown at different plant densities.

- New Zealand Journal of Agricultural Research. 14(1): 227-234, 1971.
- CHOWDHURY, R.K. & SINGH ARYA, K.P. Correlation studies in peas (Pisum sativum L.) Journal of Research, Punjab Agricultural University. 8(1): 10-13, 1971.
- DAHIYA, B.S. & BRAR, J.S. Diallel analysis of genetic variation in pigeon pea (Cajanus cajan). Experimental Agriculture. 13(2): 193-200, 1977.
- DHALIWAL, H.S. & SINGH, K.B. Combining ability and inheritance of pod and cluster number in Phaseolus mungo L. Theoretical and Applied Genetics 40: 117-120, 1970.
- DICKSON, M.H. Diallel analysis of seven economic characters in snap beans. Crop Science. 7: 121-124, 1967.
- DUDLEY, J.W. & MOLL, R.H. Interpretation and use of estimates of heredity and genetic variances in plant breeding. Crop Science. 9(3): 257-262, 1969.
- EL-HADDAD, M.M. Genetical analysis of diallel crosses in spring wheat. Egypt. J. Genetic. Cytol. 4: 174-188, 1975.
- EMPIG, L.T., LANTIGAN, R.M. & ESCURO, P.B. Heritability estimates of quantitative characters in mung bean (Phaseolus aureus Roxb). Crop Science 10: 240-241, 1970.
- GRIFFING, B. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. Aust. Journ. Biol. Science. 9: 463-493, 1956.
- GRITTON, E.T. Heterosis and combining ability in a diallel cross of peas. Crop Science. 15(4): 453-457, 1975.
- HAYMAN, B.I. The analysis of variance of diallel tables Biometrics. 10: 235-244, 1954.
- _____. The theory and analysis of diallel crosses. Genetics. 39: 789-809, 1954.
- _____. The theory and analysis of diallel crosses. II. Genetics. 43(1): 63-65, 1958.

- JOSHI, S.N. Variability and correlation studies in pigeon pea (Cajanus cajan L.) Madras Agricultural Journal. 60(6): 412-414, 1973.
- KAW, R.N. & MENON, P.M. Association between yield and components in soybean. Indian Journal of Genetics & Plant Breeding. 32(2): 276-280, 1972.
- KHERADNAM, M. & NIKNEJAD, M. Combining ability in cowpeas (Vigna sinensis L.). Zeitschrift fur Pflanzenzuchtung. 66(4): 312-316, 1971. IN: Plant Breeding Abstracts, 1973.
- _____ & _____. Heritability estimates and correlations of agronomics characters in cowpea, Vigna sinensis L. J. Agric. Sci., Camb. 82: 207-208, 1974.
- KHURANA, S.R. & SANDHU, R.S. Genetic variability and interrelationships among certain quantitative traits in soybean Glycine max (L.) Merrill. Journal of Research, Punjab Agricultural University. 9(4): 520-527, 1972.
- KOVAL'CHUK, N.Y. Correlation between some yield characters in soya bean hybrids. Visnik Sil'kogospod Nauki. 6: 67-69, 1973. IN: Plant Breeding Abstracts.
- KUMAR, H. & DAS, K. Diallel analysis of yield and its components in pea. Indian Journal of Genetics & Plant Breeding. 34(3): 318-322, 1974.
- LAL, S.; SINGH, M. & PATHAK, M.M. Combining ability in cowpea. Indian Journal of Genetics & Plant Breeding. 35(3): 375-378, 1975.
- MATHER, K. & JINKS, J.L. Biometrical Genetics. The study of continuous variation. Cornell University Press, Ithaca, New York, 1971. 382p.
- MEDHI, B.N.; HAZARIKA, M.H. & CHOUDHURY, R.K. Genetic variability and heritability for seed yield components in green gram Tropical Grain Legume. Bulletin number 17/18: 32-34, 1980.
- MUKEWAR, M. & MULEY, D.P. Correlation studies of some yield components in tur Cajanus cajan L. Mill sp. Nagpur Agricultural

- College Magazine. 47: 83-87, 1974/1975. IN: Plant Breeding Abstracts.
- NANDIPURI, K.S.; KUMAR, J.C. & HIMMAT, S. Diallel analysis of yield and the number of pods in pea (Pisum sativum L.). Journal of Research. Punjab Agricultural University 10(4): 423-429, 1973.
- PATEL, O.P. Correlation studies in cowpea (Vigna sinensis L.) JNKVV. Research Journal. 7(1): 60-61, 1973.
- RADKOV, P. Inheritance of some characters determining yield in intervarietal hybrids of french bean. Genetika i Seleksiya. 9(4): 257-265, 1976. IN: Plant Breeding Abstracts.
- SAFARI, A. A Yield component selection experiment involving american and iranian cultivars of the common bean. Crop Science. 18: 5-7, 1978.
- SHARMA, H.K.; SINGH, L. & SHARMA, D. Combining ability in diallel crosses of pigeon-pea. Indian Journal of Agricultural Sciences. 43(1): 25-29, 1973.
- SINGH, H.N.; SRIVASTAVA, J.P.; MITAL, R.K. & SINGH, S.P. Combining ability in table pea (Pisum sativum L.). Progressive Horticulture. 4(1): 45-46, 1972.
- SINGH, K.B. & DHALIWAL, H.S. Combining ability and genetics of days to 50 per cent flowering in black-gram (Phaseolus mungo Roxb.). Indian Journal of Agricultural Science. 41(8): 719-723, 1971.
- _____ & JAIN, R.P. Analysis of diallel cross in Phaseolus aureus Roxb. Theoretical and Applied Genetics. 41(6): 279-281, 1971.
- _____ & _____. Combining ability for pod length and seed size in mung bean. Indian Journal of Genetics & Plant Breeding 31(1): 145-148, 1971.
- _____ & _____. Heterosis and combining ability in cowpeas. Indian Journal of Genetics & Plant Breeding. 32(1): 62-66, 1972.
- _____ & MALHOTRA, R.S. Yield components in pigeon pea (Cajanus

- cajan L.). Madras Agricultural Journal. 60(6): 364-366, 1973.
- _____ & MEHNDIRATTA, P.D. Genetic variability and correlation studies in cowpea. Indian Journal of Genetics & Plant Breeding. 29(1): 104-109, 1969.
- SINGH, T.P. & SINGH, K.B. Components of genetic variance and dominance pattern for some quantitative traits in mung bean (Phaseolus aureus Robx.). Zeitschrift fur Pflanzenzuchtung. 71(3): 233-242, 1974. IN: Plant Breeding Abstracts.
- _____; _____ & BRAR, J.S. Diallel analysis in soybean. Indian Journal of Genetics & Plant Breeding. 34(3): 427-432, 1974.
- TREHAN, K.B.; BAGRECHA; L.R. & SRIVASTAVA, V.R. Genetic variability and correlations in cowpea Vigna sinensis (L.) Savi under rainfed conditions. Indian Journal of Heredity. 2(1): 39-43, 1970.
- VEERASWAMY, R.; RATHNASWAMY, R. & PALANISWAMY, G.A. Biometrical studies of yield and yield components in segregating population of Glycine max (L.) Merril. Madras Agricultural Journal. 60(9/12): 1517-1521, 1973.
- _____; _____; RAGUPATHY, A. & PALANISWAMY, G.A. Genotypic and phenotypic correlations in Cajanus cajan (L.) Mill sp. Madras Agricultural Journal. 60(9/12): 1823-1825, 1973.
- _____; PALANISWAMY, G.A. & RATHNASWAMY, R. Genetic variability in some quantitative characters of Vigna sinensis (L.) Savi. Madras Agric. J. 60(9/12): 1359-1360, 1973.
- WHITEHOUSE, R.N.H.; THOMPSON, J.B. & RIBEIRO VALE, M. A. M. doc Studies on the breeding of self-pollinating cereals. Euphytica. 7: 147-169, 1958.
- YOHE, J.M. Plant type yield and components of yield in mungbeans (Vigna radiata (L.) Wilczek). Dissertation Abstracts International, B 34(11): 5291 B, 1974.
- _____ & POEHLMAN, J.M. Regressions, correlations and combining ability in mungbeans (Vigna radiata (L.) Wilczek). Tropical

Agriculture. 52(4): 343-352, 1975.