

COMPORTAMENTO DE HÍBRIDOS F₁ DE SORGO, Sorghum bicolor (L) Moench,
EM RELAÇÃO AOS SEUS PROGENITORES.

P O R

CARLOS ANTONIO DE GOIS BAI

Dissertação apresentada ao Departamento de Fitotecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos para obtenção do Grau de "Mestre em Agronomia", Área de Concentração em Fitotecnia.

FORTALEZA - CEARÁ

Outubro - 198

DECLARAÇÃO DO AUTOR

Esta dissertação faz parte dos requisitos exigidos pelo Departamento de Fitotecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará para obtenção do grau de Mestre em Agronomia, área de concentração em Fitotecnia.

Reprodução parcial permitida com referência da fonte e do autor.

CARLOS ANTONIO DE GOIS BAI

Aprovada em 30 de outubro de 1981.

Prof. FANUEL PEREIRA DA SILVA, Ph.D.
- Orientador -

Prof. CLAIRTON MARTINS DO CARMO, M.S.

Prof. FRANCISCO BERILO FAÇANHA MAMEDE, Mestre

A meus pais

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Rio Grande do Norte pela oportunidade de aperfeiçoamento.

À Coordenação do Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Programa Institucional de Capacitação de Docentes (PICD) pela concessão da Bolsa de Estudos.

À Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal do Ceará na pessoa do Professor CLAIRTON MARTINS DO CARMO e a todo o corpo docente do Departamento de Fitotecnia, pela consideração e pelos ensinamentos recebidos.

Ao Programa de Difusão da Cultura do Sorgo, Convênio BNB/FCPC/UFC pelo fornecimento de material objeto do estudo.

Ao Professor FANUEL PEREIRA DA SILVA pela amizade, orientação e colaboração que muito facilitaram o cumprimento desta tarefa.

Ao Professor CLAIRTON MARTINS DO CARMO pelo planejamento, orientação, amizade e participação imprescindíveis à realização deste trabalho.

Ao Professor JOSÉ FERREIRA ALVES, pelas sugestões.

Ao Professor FRANCISCO BERILO FAÇANHA MAMEDE pelo incentivo e apoio necessários ao cumprimento desta missão.

Aos companheiros do Curso especialmente LUIS CARLOS SILVA e JOSÉ CARLOS LOPES, pela amizade.

Aos técnicos do Programa de Difusão da Cultura do Sorgo pela colaboração na condução física dos experimentos.

A todos que direta ou indiretamente colaboraram para o êxito de nosso esforço durante o curso.

CONTEÚDO

| | Página |
|--|--------|
| LISTA DE TABELAS ----- | vi |
| INTRODUÇÃO ----- | 1 |
| REVISÃO DE LITERATURA ----- | 4 |
| Teoria da Genética Quantitativa ----- | 4 |
| Estudos da Genética Quantitativa em Sorgo ---- | 6 |
| Vigor dos Híbridos ----- | 12 |
| MATERIAIS E MÉTODOS ----- | 14 |
| RESULTADOS E DISCUSSÃO ----- | 18 |
| <u>Modelo 1</u> | |
| 1. Florescimento (dias) ----- | 18 |
| 1.1. Heterobeltiose para Florescimento ---- | 18 |
| 2. Altura Média das Plantas (m) ----- | 19 |
| 2.1. Heterobeltiose para Altura de Plantas | 24 |
| 3. Peso de 100 Sementes (g) ----- | 25 |
| 3.1. Heterobeltiose para Peso de 100 Semen- tes ----- | 28 |
| 4. Produção de Grãos (Kg/ha) ----- | 28 |
| 4.1. Heterobeltiose para Produção de Grãos | 31 |
| <u>Modelo 2</u> | |
| 1. Florescimento (dias) ----- | 35 |
| 2. Altura Média das Plantas (m) ----- | 35 |
| 3. Peso de 100 Sementes (g) ----- | 41 |
| 4. Produção de Grãos (Kg/ha) ----- | 42 |
| 5. Heterobeltiose para Florescimento ----- | 42 |
| 6. Heterobeltiose para Altura das Plantas ---- | 46 |
| 7. Heterobeltiose para Peso de 100 Sementes -- | 46 |
| 8. Heterobeltiose para Produção de Grãos ---- | 49 |
| RESUMO E CONCLUSÕES ----- | 52 |
| BIBLIOGRAFIA CITADA ----- | 54 |

LISTA DE TABELAS

| <u>TABELA</u> | <u>Página</u> |
|--|---------------|
| 01 - Análises de Variância do Número Médio de Dias Decorridos para o Florescimento e sua Percentagem de Heterobeltiose em Híbridos F_1 de <u>Sorghum bicolor</u> (L.) Moench. Pentecoste, Ceará, Brasil, 1979 e 1980. ----- | 20 |
| 02 - Número Médio de Dias Decorridos para o Florescimento de 15 Híbridos F_1 de <u>Sorghum bicolor</u> (L.) Moench, Cultivados na Fazenda Experimental do Vale do Curu, Pentecoste, Ceará, Brasil. 1979 e 1980. ----- | 21 |
| 03 - Análises de Variância da Altura Média das Plantas (m) e sua Percentagem de Heterobeltiose em Híbridos F_1 de <u>Sorghum bicolor</u> (L.) Moench. Pentecoste, Ceará, Brasil, 1979 e 1980. ----- | 22 |
| 04 - Médias de Altura das Plantas (m) de 15 Híbridos F_1 de <u>Sorghum bicolor</u> (L.) Moench, Cultivados na Fazenda Experimental do Vale do Curu, Pentecoste, Ceará, Brasil, 1979 e 1980. ----- | 23 |
| 05 - Médias da Percentagem de Heterobeltiose da Altura Média das Plantas (m) de 15 Híbridos F_1 de <u>Sorghum bicolor</u> (L.) Moench, Cultivados na Fazenda Experimental do Vale do Curu, Pentecoste, Ceará, Brasil, 1979 e 1980. ----- | 26 |

TABELAPágina

- 06 - Análises de Variância do Peso de 100 Sementes (g) e sua Percentagem de Heterobeltiose em Híbridos F_1 de Sorghum bicolor (L.) Moench, Pentecoste, Ceará, Brasil, 1979 e 1980. ----- 27
- 07 - Médias do Peso de 100 Sementes (g) de 15 Híbridos F_1 de Sorghum bicolor (L.) Moench, Cultivados na Fazenda Experimental do Vale do Curu, Pentecoste, Ceará, Brasil, 1979 e 1980. 29
- 08 - Médias da Percentagem de Heterobeltiose do Peso de 100 Sementes (g) de 15 Híbridos F_1 de Sorghum bicolor (L.) Moench, Cultivados na Fazenda Experimental do Vale do Curu, Pentecoste, Ceará, Brasil, 1979 e 1980. ----- 30
- 09 - Análises de Variância da Produção de Grãos (Kg/ha) e sua Percentagem de Heterobeltiose em Híbridos F_1 de Sorghum bicolor (L.) Moench, Pentecoste, Ceará, Brasil, 1979 e 1980. ----- 32
- 10 - Médias da Produção de Grãos (Kg/ha) de 15 Híbridos F_1 de Sorghum bicolor (L.) Moench, Cultivados na Fazenda Experimental do Vale do Curu, Pentecoste, Ceará, Brasil, 1979 e 1980. 33
- 11 - Médias da Percentagem de Heterobeltiose da Produção de Grãos (Kg/ha) de 15 Híbridos F_1 de Sorghum bicolor (L.) Moench, Cultivados na Fazenda Experimental do Vale do Curu, Pentecoste, Ceará, Brasil, 1979 e 1980. ----- 34

TABELAPágina

- 12 - Análises de Variância para as Características: Número Médio de Dias Decorridos para o Florescimento, Altura Média das Plantas (m), Peso de 100 Sementes (g) e Produção de Grãos (Kg/ha) em Híbridos F_1 de Sorghum bicolor (L.) Moench, Pentecoste, Ceará, Brasil, 1979 e 1980. ----- 36
- 13 - Número Médio de Dias Decorridos para o Florescimento da Interação MACHOS x FÊMEAS de Sorghum bicolor (L.) Moench, Pentecoste, Ceará, Brasil, 1979 e 1980. ----- 37
- 14 - Médias da Altura Média (m) de 05 Machos de Sorghum bicolor (L.) Moench, Cultivados na Fazenda Experimental do Vale do Curu, Pentecoste, Ceará, Brasil, 1979 e 1980. ----- 38
- 15 - Médias da Altura Média (m) de 03 fêmeas de Sorghum bicolor (L.) Moench, Cultivadas na Fazenda Experimental do Vale do Curu, Pentecoste, Ceará, Brasil, 1979 e 1980, ----- 39
- 16 - Médias do Peso de 100 Sementes (g) da Interação MACHOS x FÊMEAS de Sorghum bicolor (L.) Moench, Pentecoste, Ceará, Brasil, 1979 e 1980. ----- 40
- 17 - Médias da Produção de Grãos (Kg/ha) de 03 Fêmeas de Sorghum bicolor (L.) Moench, Cultivadas na Fazenda Experimental do Vale do Curu, Pentecoste, Ceará, Brasil, 1979 e 1980. ----- 43

TABELAPágina

- 18 - Análises de Variância da Percentagem de Heterobeltiose das Características: Número Médio de Dias Decorridos para o Florescimento, Altura Média das Plantas (m), Peso de 100 sementes (g) e Produção de Grãos (Kg/ha) em Híbridos F_1 de Sorghum bicolor (L.) Moench, Pentecoste, Ceará, Brasil, 1979 e 1980, ----- 44
- 19 - Médias da Percentagem de Heterobeltiose do Número Médio de Dias Decorridos para o Florescimento de 03 Fêmeas de Sorghum bicolor (L.) Moench, Cultivadas na Fazenda Experimental do Vale do Curu, Pentecoste, Ceará, Brasil, 1979 e 1980. ----- 45
- 20 - Médias da Percentagem de Heterobeltiose da Altura Média (m) de 05 Machos de Sorghum bicolor (L.) Moench, Cultivados na Fazenda Experimental do Vale do Curu, Pentecoste, Ceará, Brasil, 1979 e 1980, ----- 47
- 21 - Médias da Percentagem de Heterobeltiose da Altura Média (m) de 03 Fêmeas de Sorghum bicolor (L.) Moench, Cultivadas na Fazenda Experimental do Vale do Curu, Pentecoste, Ceará, Brasil, 1979 e 1980, ----- 48
- 22 - Médias da Percentagem de Heterobeltiose da Produção de Grãos (Kg/ha) da Interação MACHOS x FÊMEAS de Sorghum bicolor (L.) Moench, Cultivado na Fazenda Experimental do Vale do Curu, Pentecoste, Ceará, Brasil, 1979 e 1980, - 50

TABELAPágina

- 23 - Aplicação do Teste t de Student à Percentagem de Heterobeltiose da Produção de Grãos de Interação MACHOS x ANOS de Sorghum bicolor (L.) Moench, Pentecoste, Ceará, Brasil, 1979 e 1980. -----

51

INTRODUÇÃO

O sorgo, Sorghum bicolor (L.) Moench, é uma espécie que, de acordo com WALL e ROSS (1970), ocupa a seguinte posição sistêmica:

| | |
|------------|--------------------|
| Classe | - Monocotyledoneae |
| Ordem | - Graminales |
| Família | - Gramineae |
| Subfamília | - Panicoideae |
| Tribo | - Andropogoneae |

É originário da África, tendo como seu provável centro de origem o nordeste desse continente, na região do Sudão e Etiópia. Afirma-se que a expansão das principais tribos africanas durante o último milênio, para as regiões do leste das savanas do centro sul da África foi marcadamente favorecida pela difusão dessa cultura.

A introdução do sorgo no hemisfério ocidental deu-se no século passado, atingindo os Estados Unidos e México em meados daquele século, MENEZES et alii (1977).

Em relação à área cultivada, o sorgo é o quinto cereal mais importante do globo, sendo suplantado apenas pelo trigo, arroz, milho e cevada, de acordo com o Anuário de Produção da FAO de 1974. Dados da mesma fonte, referentes à área cultivada em 1978, mostram que a vigésima primeira posição é ocupada pelo Brasil.

A cultura do sorgo tem aumentada sua importância econômica no país, nos últimos anos, destacando-se o Rio Grande do Sul como principal produtor, e o Paraná com a maior produtividade. O rendimento médio de grãos por hectare no Brasil atinge 2.179 Kg., segundo o Anuário Estatístico do Brasil - 1979.

Além de sua utilização na alimentação humana e de animais, a gramínea em referência se sobressai pela sua importância

como elemento de aproveitamento de solos menos férteis, mormente em região com baixo índice de precipitação pluviométrica. Sua principal característica reside na capacidade de superar tais condições restritivas, o que não é externado por exemplo, pelo milho (Zea mays, L.), arroz (Oryza sativa L.) e trigo (Triticum aestivum L.). Outrossim, em face de seu potencial, desponta o sorgo como fonte de matéria-prima do álcool carburante, MARTINS et alii (1977). Deste modo, pode o sorgo contribuir juntamente com outras fontes para a solução do problema energético brasileiro.

A cerca de 5.000 anos, no quadrante nordeste da África, teve início o melhoramento do sorgo com a domesticação das espécies lá existentes (DOGGETT, 1970). Esse melhoramento era realizado empiricamente, devido a falta de conhecimento dos princípios da genética. Data de 1916 a apresentação do primeiro estudo genético do sorgo (GRAHAM, 1916). Grande parte dos trabalhos se baseiam no conhecimento da forma de transmissão dos caracteres qualitativos. Verifica-se a ocorrência de estudos sobre mecanismos hereditários dos seguintes caracteres: altura, duração do período de crescimento, cor do grão, tipo de amido de endosperma, doçura do talo e maho-esterilidade.

Sabe-se que o sorgo apresenta uma grande variabilidade de tipos, e tem-se certeza de que características como resistência a doenças, pragas, capacidade de combinação e conteúdo de proteína no grão são controlados através da genética. Assim sendo, os programas de cruzamento tornam-se mais complexos devido a maneira pela qual os caracteres desejáveis devem ser reunidos nos progenitores, unidos a uma alta aptidão para a combinação. Deste modo, grande parte dos trabalhos de melhoramento se concentram na obtenção de progenitores híbridos.

O aparecimento dos tipos macho-estéreis, em sorgo, possibilitou a produção econômica de semente híbrida. Segundo WALL e ROSS (1970), as pesquisas de híbridos em sorgo foram iniciadas por STEPHENS em 1929, com a descoberta do caráter ausência de an-

tera, em sudangrass; STEPHENS e HOLLAND (1954), descobriram a macho-esterilidade citoplasmática, facilitando assim a síntese de híbridos. QUINBY et alii (1958), PHOEHLMAN (1959) e AIRY et alii (1961) contribuíram de forma marcante para o desenvolvimento de híbridos comerciais de sorgo.

Em 1956 foi cultivado o primeiro híbrido comercial. Nos Estados Unidos as variedades graníferas de polinização aberta foram rapidamente substituídas pelos híbridos comerciais, os quais permitiam colheitas mecânicas. Os híbridos destinados à produção de forragem foram desenvolvidos e são agora cultivados extensivamente, pois os mesmos, em geral, apresentam comportamento superior às variedades de polinização aberta. Essa superioridade deve-se a heterose, fenômeno genético ainda não explicado satisfatoriamente pelos geneticistas e que tem sido bastante explorado pelos melhoristas de plantas e animais.

Do cruzamento de dois ou mais progenitores, geneticamente distintos, resulta o híbrido. É interessante lembrar que este indivíduo só apresenta interesse comercial se mostrar comportamento superior aos progenitores em um ou mais caracteres de importância econômica e/ou biológica. Para a obtenção de bons híbridos se torna necessária a escolha de progenitores, pois tem-se demonstrado através de trabalhos com várias espécies que o cruzamento aleatório entre animais ou entre plantas não é suficiente para garantir a superioridade dos híbridos. Os melhores métodos para obtenção, as explicações sobre as circunstâncias nas quais os híbridos poderão resultar superiores aos pais, bem como o comportamento dos mesmos são fornecidos aos melhoristas pelas modernas teorias da genética quantitativa.

O presente trabalho teve a finalidade de estudar o potencial de uso de cinco linhas restauradoras de fertilidade e três linhas macho-estéreis constituindo os progenitores, respectivamente, para a síntese de híbridos e observação do comportamento dos mesmos em relação a seus progenitores, em dois anos.

REVISÃO DA LITERATURA

Teoria da Genética Quantitativa

No melhoramento de plantas, os caracteres quantitativos são de grande importância e o estudo experimental é feito através de cruzamentos controlados. Os dados observados são avaliados através de médias, variâncias, covariâncias e possivelmente parâmetros estatísticos de ordem mais alta, (COCKERHAM, 1956). Este autor usou o modelo $P = \mu + h + e + (eh)$, onde o fenótipo P é a soma de uma média μ , de um efeito genotípico h , de um efeito ambiental e e de um efeito da interação (eh) , para avaliar a ação gênica quantitativa. Partindo do princípio de que um genótipo tem um efeito somente em contraste com outros genótipos, o contraste deve ser avaliado em vários ambientes. Assim sendo, se o contraste variar de um ambiente para outro, isto deverá ser refletido no termo da interação (eh) . Deste modo, o autor em referência separou a variância total, usando a seguinte expressão: $\sigma_p^2 = \sigma_h^2 + \sigma_e^2 + \sigma_{(eh)}^2$, mais os termos de covariância, quando ambientes e genótipos são correlacionados. Caso não sejam correlacionados, não são usados os termos de covariância. FISHER (1918) foi quem primeiro separou a variância genotípica σ_h^2 , tendo reconhecido 3 partes: 1) uma parte aditiva resultante dos efeitos médios dos genes; 2) uma parte devida a dominância, resultante das interações alélicas; 3) uma parte epistática resultante de interações entre não alelos. Este modelo genético foi discutido ligeiramente para esclarecer o que é devido completamente a ação aditiva, à dominância e à epistasia. Em um sistema interagindo com dominância e/ou epistasia, embora os genes tenham perdido alguns dos seus efeitos singulares, eles podem ser descritos através da média dos efeitos e de uma porção atribuída a sua variância.

SPRAGUE e TATUM (1942) definindo capacidade geral de combinação (CGC) e capacidade específica de combinação (CEC) afirmaram que a CGC está associada à parte aditiva da variância genética e a CEC à porção não aditiva da variância genética. KAMBAL e WEBSTER (1965) mostraram que geneticamente a CGC está associada a genes que têm efeitos aditivos e a CEC é atribuída principalmente a desvios do esquema aditivo, causado por dominância e epistasia.

COCKERHAM (1954) apresentou uma extensão do conceito da divisão da variância genotípica para análise de variância entre indivíduos aparentados, quando a epistasia está presente. Segundo o autor em referência, a variância epistática foi separada em componentes fatoriais, o que torna possível calcular como muitos de cada tipo de variância epistática (aditiva x aditiva, aditiva x dominante e assim por diante) aparecem nas covariâncias entre aparentados. Consequentemente, é possível estimar porções de variâncias epistáticas, para verificar, se há alguma vantagem relativa desta em relação às variâncias dominantes e aditivas.

ANDERSON e KEMPTHORNE (1954) mostraram que todas as informações sobre variâncias aditivas, dominantes e epistáticas disponíveis nas gerações descendentes de duas linhas híbridas estão contidas em seis parâmetros, os quais foram estimados por HAYMAN (1958) em vários experimentos. Este autor sugeriu que a expressão genética de famílias ou gerações híbridas é influenciada pela epistasia, frequentemente em magnitude semelhante à importância da aditividade e da dominância. Esta epistasia pode estar na forma de interação do tipo aditiva x aditiva, dominante x dominante e aditiva x dominante.

LIANG e WALTER (1968) usaram progenitores, F_1 e F_2 e retrocruzamentos para estimar herdabilidade e efeitos de vários genes em sorgo grãofero. A estimativa da magnitude da herdabilidade variou demasiadamente entre os híbridos para algumas características. Efeitos de genes aditivos, dominantes e epistáticos

expressaram-se em termos de populações de pais, primeira e segunda gerações e retrocruzamentos, nos caracteres observados. Em termos de importância para herança da maioria dos caracteres, a menor contribuição foi de genes aditivos e maior, a de genes dominantes. Entre os três tipos de efeitos gênicos epistáticos, as interações dos tipos aditiva x aditiva e dominante x dominante foram as de maior importância, enquanto que o tipo aditiva x dominante foi o menor, exceto para um caráter. A magnitude dos efeitos da interação gênica do tipo aditiva x aditiva foi comparável aos efeitos dos genes do tipo dominante e maior que os efeitos dos genes do tipo aditivo. Os efeitos da interação dominante x dominante foram de grande magnitude. Concluíram estes autores que o efeito da epistasia talvez possa ser considerado como insignificante, no entanto, modelo genético admitindo epistasia insignificante pode ser um tanto parcial.

Estudos da Genética Quantitativa em Sorgo

Os conhecimentos adquiridos sobre a teoria da genética quantitativa permitiram aos melhoristas o desenvolvimento de trabalhos específicos com a cultura do sorgo.

KARPER e QUINBY (1937) estudaram o vigor híbrido em sorgo e concluíram que a manifestação da heterose pode ocorrer em diferentes graus, conforme os progenitores envolvidos nos cruzamentos. Destacaram como expressão mais evidente da heterose os aumentos no crescimento vegetativo e na produção de grãos.

STEPHENS (1937) descreveu a ocorrência e identificação de macho-esterilidade citoplasmática em sorgo (*S. bicolor*) e sugeriu sua possível utilização na produção de sementes híbridas.

WEBSTER (1954), citado por ARGIKAR e CHAVAN (1957), apresentou relatório sobre testes de híbridos de sorgo granífero, produzidos com uso de linhas que apresentavam macho-esterilidade citoplasmática. Estes autores apresentaram a avaliação de um

estudo sobre heterose em híbridos de sorgo, obtidos através do uso de linhas macho-estéreis, afirmando ser aquele trabalho um passo importante para garantir a produção comercial de sementes híbridas, de forma econômica e mais eficiente.

KING et alii (1961) estudaram o desempenho de sorgo híbrido e seus progenitores, usando a expressão "valor combinatório", para descrever o desempenho médio de uma linha em combinação híbrida. Os progenitores femininos foram derivados dos 'Kafirs' ou descendentes dos 'Kafir-Milo' com menor diversidade genética que os progenitores masculinos. Todos os progenitores femininos deram origem a híbridos de alta produção, quando cruzados com os progenitores masculinos de mais alto valor combinatório. Poucos híbridos de alta produção resultaram do cruzamento de pais que tinham baixos valores combinatórios.

ARNON e BLUM (1962) fazendo referências ao desenvolvimento vegetativo, afirmaram que a superioridade em altura nos híbridos tem sido aceita como uma demonstração de heterose. No trabalho desenvolvido por estes autores ocorreram diferenças no grau de vigor, onde os melhores híbridos não apresentaram altura marcadamente superior à variedade Martin, tomada como padrão. Para peso de 100 sementes não encontraram superioridade dos híbridos sobre a Martin, porém ocorreu um consistente aumento no número de sementes por panícula, fazendo com que a heterose fosse expressa principalmente na produção de grãos.

WHITEHEAD (1962), citado por KAMBAL e WEBSTER (1965), efetuou um estudo de capacidade de combinação, envolvendo 58 variedades de sorgo granífero com 'Martin' e 'Combine Kafir 60', ambas possuidoras de macho-esterilidade citoplasmática. Concluiu o autor que a ação aditiva dos genes predominava sobre a época da floração, altura das plantas, comprimento e tipo de panícula em variedades anãs, porém, não necessariamente naquelas variedades com porte intermediário. Não foram comparadas as variâncias para CEC e CGC, porém nos casos em que os pais superiores deram híbridos

dos inferiores ou pais inferiores deram híbridos superiores foram considerados como efeitos da CEC. Quando houve predominância de casos, onde pais superiores deram híbridos superiores e pais inferiores deram híbridos inferiores, o autor sugeriu ser a CGC relativamente mais importante.

QUINB (1963) referindo-se a heterose, afirmou que o aumento da produção de grãos em híbridos de sorgo resulta principalmente do maior número de grãos por panícula em relação aos progenitores.

KAMBAL e WEBSTER (1965) apresentaram um estudo sobre 190 híbridos de sorgo granífero, produzidos pelos cruzamentos de 10 linhas macho-estéreis, com 19 linhas restauradoras de fertilidade. Foram estimados os componentes de variância devidos à CGC e CEC e suas interações com anos para produção de grãos, peso de 100 sementes, peso por alqueire, altura da planta e dias para florescimento. Os componentes de variância de machos e fêmeas (variância genética aditiva) foram atribuídos a diferenças em CGC e à interação machos x fêmeas (variância epistática) atribuída à CEC. Em quase todos os casos, as estimativas da CGC e CEC foram significativamente maiores que zero. Os autores concluíram ser a CGC mais importante para os caracteres estudados.

NIEHAUS e PICKETT (1966) determinaram a capacidade de combinação e a heterose em um cruzamento dialélico de 8 linhas de sorgo nas gerações F_1 e F_2 , com a finalidade de determinar as vantagens obtidas com recentes introduções de sorgo em um programa de melhoramento híbrido. Foram avaliados: produção de grãos, peso de 100 sementes, sementes por panícula, florescimento, panículas por unidade de área, percentagem de debulha, número de folhas e altura das plantas. A heterose foi significativa somente no caso em que um dos pais foi de introdução recente. Os efeitos da CGC foram altos nas gerações F_1 e F_2 , porém os efeitos da CEC foram altos somente na F_1 . O número de sementes por panícula foi o componente da produção mais importante na geração F_1 . Decorrente do

fato de as linhas parentais terem sido selecionadas (fator fixo), as conclusões são aplicáveis somente àquele grupo particular de linhas.

CHIANG e SMITH (1967) relataram um estudo sobre heterose, depressão causada pela endogamia, ação gênica, número de fatores efetivos, caracteres quantitativos e herdabilidade em sorgo granífero. A heterose foi altamente significativa em todos os caracteres estudados (largura da folha, comprimento da panícula, diâmetro do caule, número de dias para o florescimento, número de rebentos, altura da planta, peso de 100 sementes e peso da panícula).

LIANG (1967) elaborou um estudo, visando obter informações sobre heterose, variâncias genéticas aditivas (CGC) e epistáticas (CEC), em sorgo granífero; tendo encontrado significativos acréscimos nos híbridos F_1 em relação aos pais superiores, em produção de grãos, peso e tamanho da panícula, diâmetro do colmo e área foliar. Para peso de sementes e altura das plantas foram significativamente maiores que a média dos pais. A CGC foi significativa para todos os caracteres estudados, à exceção da área foliar, percentagem de germinação e conteúdo da proteína. Os híbridos se mostraram mais precoces que seus progenitores.

BEIL e ATKINS (1967) apresentaram um estudo sobre o desempenho de 40 híbridos F_1 de sorgo granífero, obtidos a partir dos cruzamentos de 5 linhas A (macho-estéreis) com 8 linhas R (restauradoras de fertilidade). A CGC e CEC foram avaliadas através da magnitude de seus efeitos na produção de grãos e nos componentes da produção, tais como número de panículas por planta, peso de 100 sementes e número de sementes por panícula. Diferenças significativas entre efeitos da CGC foram encontradas para todos os caracteres, enquanto os efeitos da CEC foram expressos somente para peso de 100 sementes.

MALM (1968) apresentou resultados da contribuição de

germoplasma exótico na produção e qualidade de híbridos. Este autor cruzou 8 linhas R (restauradora de fertilidade), desenvolvidas de introduções africanas com 4 linhas A (macho-estéreis - 'Redlan', 'Wheatland', 'Martin' e 'Combêne Kafir'). As estimativas da capacidade geral de combinação das linhas R foram obtidas em termos de seus desempenhos em combinações híbridas F_1 , com todas as linhas A. Igualmente, a capacidade geral de combinação de uma linha A foi determinada em relação ao seu desempenho em combinações híbridas com todas as linhas R. Os efeitos da capacidade específica de combinação foram obtidos avaliando-se os efeitos da interação linhas R com linhas A (machos x fêmeas). Os caracteres estudados foram: produção de grãos, "peso teste" (Kg/hectolitro), peso e densidade de sementes, número de dias para o florescimento, proteína, fibras, amido e lipídios. Os efeitos da CGC e da CEC foram importantes na expressão da produção de grãos; peso de 1000 sementes e % de proteína, sendo os efeitos da CGC bem maiores que os da CEC, indicando a importância da ação gênica aditiva no desempenho da produção de grãos em híbridos. Os pais produtores de sementes grandes mostraram o mais alto grau da CGC, quando reavaliados pela mais alta média de produção de seus híbridos.

SHANKAREGOWDA *et alii* (1972) estudaram o comportamento de 33 híbridos F_1 de sorgo granífero obtidos a partir dos cruzamentos de 3 linhas macho-estéreis com 11 linhas polinizadoras. Altura da planta e dias para o florescimento foram geralmente controlados por genes aditivos, enquanto produção de grãos e seu componente maior, número de grãos por panícula, foram controlados em grande parte por genes não aditivos; porém genes aditivos também pareceram ser importantes no seu controle. Os resultados encontrados mostraram haver necessidade de seleção de progenitores para produção de híbridos comerciais. Referidos autores concluíram ser a CGC e CEC importantes na seleção de combinações híbridas e que a mesma pode ser baseada nos efeitos da CGC das linhas envolvidas e nos efeitos da CEC dos híbridos em combinação.

VASUDEVA RAO e GOUD (1975) estudaram a heterose e heterobeltiose para altura de plantas, comprimento da panícula, percentagem de florescimento, número de folhas por planta, peso de 1000 grãos, número de grãos por panícula, produção de grãos por planta e percentagem de proteína em 10 híbridos de sorgo de 5 progenitores em cruzamentos dialélicos. Este estudo apresentou diferentes graus de heterose e heterobeltiose, mostrando a influência do tipo de ação gênica na expressão da heterose. Os autores verificaram diferenças significativas entre híbridos para todos os caracteres estudados e concluíram haver possibilidades de exploração comercial do vigor híbrido no material.

PAISAN e ATKINS (1977) efetuaram um estudo sobre a performance agrônômica e comportamento dos híbridos, resultantes do cruzamento de 3 linhas A com 11 linhas R procedentes do programa de conversão de sorgo. Nesse trabalho, dados obtidos dos progenitores masculinos e femininos, independentemente, forneceram a estimativa dos efeitos da CGC; e a interação machos x fêmeas forneceu os efeitos da CEC. Adicionalmente, foi efetuada outra estimativa da CGC, individualmente, para cada progenitor masculino e feminino, e dos efeitos da CEC para cada combinação híbrida. No desempenho médio de todas as fêmeas, o híbrido simples com 10 das 11 linhas excedeu a produção média do híbrido tomado como referência. Os efeitos da CGC das linhas R, nos híbridos, explicaram a maior parte da variação encontrada para produção de grãos, principalmente, peso de 100 sementes e sementes/panícula. Foram encontrados efeitos significativos das 3 linhas A em todos os caracteres estudados nos híbridos simples.

FRANCO (1980) apresentou um estudo de 27 híbridos de sorgo, obtidos a partir de cruzamentos de 9 linhas restauradoras de fertilidade com 3 linhas macho-estéreis. O autor encontrou efeitos significativos da CGC para peso de 100 sementes, altura das plantas e produção de grãos. Estes dois últimos caracteres também apresentaram efeitos da CEC. Efeitos significativos para

florescimento foram encontrados apenas para a interação machos e locais. Efeitos significativos da heterose foram encontrados para todas as características estudadas.

Vigor dos Híbridos

O aumento de vigor em muitas plantas obtido através da hibridação, bem como a depressão devida ao endocruzamento são fatos conhecidos e estudados em trabalhos de melhoramento genético de plantas. Pode-se afirmar que, de modo geral, o vigor perdido durante o endocruzamento tende a ser recuperado com o cruzamento. Deste modo, a heterose e a depressão causada pela endogamia são constantemente estudadas em relação à participação relativa que um indivíduo tem na formação da geração seguinte. Levando-se em consideração este aspecto, o valor adaptativo perdido com o endocruzamento tende a ser recuperado com o cruzamento. A deterioração de vida ao endocruzamento, relaciona-se principalmente com um aumento na homozigose, enquanto que o vigor do híbrido não está necessariamente relacionado com o aumento da heterozigose em si, BREWBAKER (1969).

De acordo com BREWBAKER (1969), a observação do aumento de vigor em muitas plantas híbridas estimulou biólogos a reexaminarem as causas básicas da depressão do vigor que ocorre com endocruzamento. KOELREUTER, citado por BREWBAKER (1969), em seus estudos críticos sobre hibridação em plantas, anotou meticulosa e sistematicamente as diferenças ocorridas entre os híbridos e os respectivos progenitores. Este autor observou muitos casos de híbridos que excediam os progenitores em vigor. Deu ênfase a duas observações sobre o vigor de híbridos. A primeira conclusão, a que chegou, foi que o vigor de um híbrido estava relacionado com o grau de dessemelhança genética dos seus pais, pois o vigor do híbrido era maior, quando as plantas eram menos afins e menor quando elas tinham maior afinidade. A segunda conclusão foi que o vigor híbrido

do era particularmente importante na evolução, pois a morfologia das flores e os sistemas de reprodução nas plantas sugeriram que a natureza favorecia o cruzamento natural.

Essas conclusões de KOELREUTER constituem uma advertência àqueles que desejam dar interpretações genéticas da heterose.

MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido na Fazenda Experimental do Vale do Curu, em Pentecoste, no Estado do Ceará, nos anos de 1979 e 1980. Foram instalados dois ensaios; um em cada ano.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com duas repetições por ano. As parcelas experimentais foram compostas por 3 linhas de 4 metros, sendo uma plantada com a semente híbrida e as outras duas com seus progenitores masculino e feminino, este representado pela correspondente linha B. O espaçamento usado foi de 0,75m entre fileiras e 0,10m entre plantas, permanecendo após o desbaste quarenta (40) plantas por fileira.

Os tratamentos constaram de 15 híbridos, resultantes dos cruzamentos efetuados entre 05 progenitores masculinos (linhas R) com 03 progenitores femininos (linhas A - macho-estéreis), em 1978.

As linhas R: EA-007, EA-116, EA-2182, EA-2208 e EA-2211 usadas na pesquisa foram enumeradas de 1 a 5, de acordo com a sequência apresentada. As linhas E: EA-1930, EA-1952 e EA-1960 receberam os números codificados 1, 2 e 3, respectivamente. As linhas B: EA-1931, EA-1953 e EA-1961 foram identificadas do mesmo modo que as linhas A. Os híbridos: 007x1930, 007x1952, 007x1960, 116x1930, 116x1952, 116x1960, 2182x1930, 2182x1952, 2182x1960, 2208x1930, 2208x1952, 2208x1960, 2211x1930, 2211x1952 e 2211x1960 receberam os números codificados de 1 a 15, respectivamente.

O ensaio de 1979 foi plantado no dia 09.04.79 tendo ocorrido o desbaste e tratos culturais no dia 09.05.79 e a colheita no dia 06.07.79. O plantio do ensaio de 1980 foi feito no dia 09.04.80, sendo o desbaste e capina procedidos no dia 29.04.80 e a colheita em 08.07.80.

A precipitação pluviométrica durante o período que a cultura permaneceu no campo foi de 267,0 mm no ano de 1979 e de 78,0 mm em 1980, isto é, inferior às exigências hídricas da cultura nos dois anos, tendo ocorrido assim a necessidade de suplementação de água, através de irrigação.

Toda a área experimental instalada em solo aluvial eutrófico nos dois anos, foi fertilizada cada ano com NPK, usando-se a fórmula 90-60-30. Fósforo, potássio e 1/3 de nitrogênio foram aplicados por ocasião do plantio e os 2/3 restantes do nitrogênio foram aplicados em cobertura, 30 dias depois. A uréia foi utilizada como fonte de N, superfosfato triplo de P_2O_5 e cloreto de potássio de K_2O .

Os dados referentes aos progenitores, colhidos de cada parcela, permitiram a obtenção da estimativa da heterobeltiose para os diferentes caracteres estudados, quando comparados com o híbrido correspondente.

No transcurso do trabalho foram procedidas observações em campo, com a finalidade de obter dados sobre as seguintes características:

Florescimento - Determinado pela contagem do número de dias do plantio à abertura de 50% das inflorescências.

Altura das Plantas - Média das alturas de cinco plantas de cada fileira.

Peso de 100 Sementes - Contagem de 100 sementes, tomadas ao acaso, do total de sementes colhidas de cada fileira e pesagem em balança de precisão.

Produção de Grãos - Após a colheita das panículas, foi procedido o beneficiamento e pesagem de grãos de cada fileira. As pesagens foram efetuadas em uma balança com precisão de 5 gramas.

A percentagem de heterobeltiose foi estimada para cada caráter estudado, tendo sido calculada de acordo com a fórmula

apresentada por PAISAN & ATKINS (1977):

$$\text{Heterobeltiose (\%)} = \frac{F_1 - P_s}{P_s} \times 100$$

F_1 = valor observado para o híbrido.

P_s = valor observado para o pai superior.

Para o caráter florescimento, P_s foi substituído por P_i , pai inferior (mais precoce), na fórmula. A modificação da fórmula justifica-se pelo fato de que a obtenção de híbridos precoces foi um dos objetivos do presente estudo.

$$\text{Heterobeltiose (\%)} = \frac{F_1 - P_i}{P_i} \times 100$$

F_1 = número de dias para o florescimento do híbrido.

P_i = número de dias para o florescimento do pai inferior.

A heterobeltiose expressa o valor do caráter no híbrido em relação ao melhor progenitor em qualquer uma das características estudadas.

1. Procedimento da Análise Estatística

A avaliação dos experimentos constou da análise estatística dos valores das características observada em campo, segundo os modelos 01 e 02.

1.1. Modelo 01 - A utilização deste modelo teve como objetivo o estudo das possíveis diferenças entre os 15 híbridos estudados de maneira independente dos seus respectivos progenitores e anos. As análises de variância foram procedidas para cada ano, isoladamente, sendo utilizado o teste de TUKEY, quando o teste F detectou significância.

1.2. Modelo Q2 - Este modelo foi elaborado com o objetivo de estimar todos os efeitos principais e interações possíveis de serem obtidas nos ensaios experimentais. Assim sendo, os 59 graus de liberdade total foram desdobrados em efeitos dos machos, fêmeas, interações machos x fêmeas, efeitos dos anos, interações machos x anos, fêmeas x anos, machos x fêmeas x anos e efeitos das repetições dentro das interações anos x tratamentos.

O teste de TUKEY para machos, fêmeas e interações machos x fêmeas foi usado sempre que o teste F revelou significância. O teste t de Student foi aplicado, quando o teste F revelou diferenças significativas nas interações machos x anos e fêmeas x anos.

O modelo matemático adequado ao presente trabalho é o seguinte:

$$X_{ijr(k)} = \mu + M_i + F_j + (MF)_{ij} + A_k + (AM)_{ik} + (AF)_{jk} + (AMF)_{ijk} + E_{ijr(k)},$$

$X_{ijr(k)}$ = uma observação qualquer

μ = efeito da média geral

M_i = efeito do macho i

F_j = efeito da fêmea j

$(MF)_{ij}$ = efeito da interação macho e com a fêmea j

A_k = efeito do ano k

$(AM)_{ik}$ = efeito da interação ano k com macho i

$(AF)_{jk}$ = efeito da interação ano k com a fêmea j

$(AMF)_{ijk}$ = efeito da interação ano k com o macho i com a fêmea j

$E_{ijr(k)}$ = erro experimental

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os experimentos foram avaliados segundo os modelos estatísticos 01 e 02, para os dados originais e para as percentagens de heterobeltiose dos caracteres estudados.

Para o teste de significância adotou-se o nível fiducial de 5% de probabilidade.

Modelo 1

As análises neste modelo são apenas exploratórias uma vez que a variância da causa de variação "híbridos" tem para denominador, no teste F, a variância residual. Portanto, o modelo em apreço não é o mais eficiente para testar diferenças entre híbridos, visto que o mesmo não informa sobre outras causas da variação de interesse para o melhorista.

1. Florescimento (dias)

As análises estatísticas para a característica em consideração encontram-se na Tabela 01. Observa-se que houve diferenças significativas apenas no ano de 1980.

Embora o teste F tenha sido significativo em 1980, as comparações feitas pelo teste de TUKEY não revelaram ocorrência de diferenças entre os híbridos, como é mostrado na Tabela 02. Os materiais mais precoces, pela ordem, foram os híbridos 13, 15, 07, 03 e 01, como pode ser observado naquela mesma Tabela. FRANCO (1980) não encontrou diferenças significativas entre híbridos, usando o mesmo material, o que demonstra concordância nos resultados obtidos neste trabalho, quando comparado com os do referido autor.

1.1. Heterobeltiose para Florescimento

A Tabela 01 mostra que as análises de variância efetua-

das para as percentagens de heterobeltiose nos dois anos, isoladamente, não apresentaram diferenças significativas entre os híbridos e seus progenitores para a característica considerada. Logo, os materiais não diferiram entre si quanto à percentagem de heterobeltiose para a característica em estudo. Estes resultados são semelhantes aos obtidos por FRANCO (1980), no mesmo local, uma vez que aquele autor não detectou diferenças significativas entre os híbridos e seus progenitores. VASUDEVA RAO e GOUD (1975) verificaram diferenças significativas entre híbridos. Logo, os resultados obtidos neste estudo, quando comparados aos destes autores, diferem. Esta diferença talvez possa ser atribuída às diferenças genéticas nos materiais utilizados.

2. Altura Média das Plantas (m)

As análises de variância para esta característica nos dois anos, encontram-se na Tabela 03. Como pode ser observado pelo exame desta Tabela, houve diferenças significativas entre híbridos em 1979 e 1980.

Os resultados da aplicação do teste de TUKEY às médias dos híbridos são apresentados na Tabela 04. Os dados de 1979 permitiram o estabelecimento de diferenças entre os híbridos em dois grupos de altura. As maiores médias de altura ocorreram nos híbridos 06, 07, 04 e 01 com 1,95; 1,74; 1,73 e 1,71m, respectivamente. A característica em referência pode ser examinada sob dois aspectos:

- a - híbridos com maiores médias de altura possuem características de material forrageiro.
- b - híbridos com menores médias de altura são agronomicamente desejáveis como granífero.

Admitiu-se que os híbridos com médias de altura a partir de 1,8m seriam classificados como forrageiros e com médias até 1,6m, graníferos.

Tabela 01 - Análises de Variância do Número Médio de Dias Decorridos para o Florescimento e sua Percentagem de Heterobeltiose em Híbridos F_1 de Sorghum bicolor (L.) Moench. Pentecoste, Ceará, Brasil, 1979 e 1980.

| CAUSAS DE VARIAÇÃO | G.L. | Quadrados Médios | | | |
|--------------------|------|------------------|-------|----------------|--------|
| | | Florescimento | | Heterobeltiose | |
| | | 1979 | 1980 | 1979 | 1980 |
| Híbridos | 14 | 12,01 | 6,70* | 27,398 | 14,883 |
| Blocos | 1 | 4,03 | 20,83 | 0,470 | 0,66 |
| Resíduo | 14 | 7,60 | 2,33 | 14,932 | 7,71 |
| T O T A L | 29 | - | - | - | - |

* - Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 02 - Número Médio de Dias Decorridos para o Florescimento de 15 Híbridos F₁ de Sorghum bicolor (L.) Moench, Cultivados na Fazenda Experimental do Vale do Curu, Pentecoste, Ceará, Brasil. 1979 e 1980.

| Híbrido Nº | Número de Dias para Florescimento | |
|------------|-----------------------------------|------|
| | 1979 | 1980 |
| 04 | 58 | 57 |
| 05 | 57 | 57 |
| 08 | 53 | 56 |
| 09 | 55 | 56 |
| 06 | 54 | 55 |
| 10 | 53 | 55 |
| 11 | 56 | 55 |
| 14 | 57 | 55 |
| 02 | 53 | 54 |
| 12 | 58 | 54 |
| 01 | 57 | 53 |
| 03 | 55 | 53 |
| 07 | 49 | 52 |
| 15 | 53 | 52 |
| 13 | 53 | 51 |
| D.M.S. | - | 6,17 |

Tabela 03 - Análises de Variância da Altura Média das Plantas (m) e sua Percentagem de Heterobeltiose em Híbridos F_1 de Sorghum bicolor (L.) Moench. Pentecoste, Ceará, Brasil. 1979 e 1980.

| CAUSAS DE VARIAÇÃO | G.L. | Quadrados Médios | | | |
|--------------------|------|------------------|--------|----------------|---------|
| | | Altura | | Heterobeltiose | |
| | | 1979 | 1980 | 1979 | 1980 |
| Híbridos | 14 | 0,201* | 0,336* | 1101,23* | 764,79* |
| Blocos | 1 | 0,002 | 0,079 | 1,36 | 59,33 |
| Resíduo | 14 | 0,050 | 0,007 | 235,42 | 64,55 |
| T O T A L | 29 | - | - | - | - |

* - Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 04 - Médias de Altura das Plantas (m) de 15 Híbridos F_1 de Sorghum bicolor (L.) Moench, Cultivados na Fazenda Experimental do Vale do Curu, Pentecoste, Ceará, Brasil. 1979 e 1980.

| Híbridos N° | Altura (m) | |
|-------------|------------|---------|
| | 1979 | 1980 |
| 06 | 1,95 a | 2,20 ab |
| 07 | 1,74 ab | 1,91 bc |
| 04 | 1,73 ab | 2,46 a |
| 01 | 1,71 ab | 2,13 ab |
| 03 | 1,63 ab | 2,05 bc |
| 09 | 1,46 ab | 2,15 ab |
| 13 | 1,41 ab | 1,51 de |
| 02 | 1,35 ab | 1,88 bc |
| 08 | 1,26 ab | 1,33 e |
| 15 | 1,25 ab | 1,74 cd |
| 11 | 1,17 ab | 1,30 e |
| 05 | 1,05 ab | 1,20 e |
| 12 | 1,05 ab | 1,43 de |
| 14 | 0,96 b | 1,33 e |
| 10 | 0,94 b | 1,32 e |
| D.M.S. | 0,90 | 0,34 |

As médias com as mesmas letras, nas colunas, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Baseado na distinção acima referida, classifica-se como material forrageiro o híbrido de número 06, enquanto os de números 02, 05, 08, 09, 10, 11, 12, 13, 14 e 15 são classificados como graníferos. Os demais classificam-se como tipos mistos, isto é, produtores de grãos e forragem ao mesmo tempo.

Em 1980, a altura média observada foi maior em todos os híbridos estudados. A aplicação do teste de TUKEY permitiu o estabelecimento de quatro grupos de altura. As maiores médias pertenceram aos híbridos 04, 06, 09 e 01 com 2,46; 2,20; 2,15 e 2,13m, respectivamente. Os que apresentaram as menores médias foram os de números 08, 14, 10, 11 e 05 com 1,33; 1,33; 1,32; 1,30 e 1,20, respectivamente.

Diferenças significativa para altura de híbridos foram também verificadas por FRANCO (1980). Portanto, os resultados obtidos neste estudo são semelhantes àqueles apresentados pelo autor mencionado.

2.1. Heterobeltiose para Altura de Plantas

A Tabela 03 apresenta os resultados das análises de variância para a característica percentagem de heterobeltiose para altura do material estudado em 1979 e 1980. Como pode ser observado pelo exame daquela Tabela, foram constatadas diferenças significativas para a característica em referência nos dois anos.

A Tabela 05 apresenta o resultado da aplicação do teste de TUKEY aos dados coletados em 1979 e 1980. Para o ano de 1979, os maiores ganhos relativos de altura ocorreram nos híbridos 15, 13 e 07, usando-se para o cálculo da heterobeltiose os progenitores 05(2211), 05(2211) e 03(2182), respectivamente. Para o ano de 1980, os resultados referentes ao teste de TUKEY, com diferenças significativas entre híbridos, podem ser distribuídos em quatro grupos distintos. Os maiores valores de heterobeltiose verificaram-se nos materiais 13, 07 e 09, utilizando-se para o cálculo de heterobeltiose os progenitores 05(2211), 03(2182) e 03(2182),

respectivamente,

Neste sub-ítem, também são válidos os mesmos aspectos discutidos para altura média. Decorrente deste fato, os híbridos 05, 02 04 e 14 seriam os preferidos para produção de grãos, com base nos resultados de 1979 e 05, 08, 11 e 14 nos de 1980.

Os dados acima citados concordaram com os apresentados por FRANCO (1980) e VASUDEVA RAO e GOUD (1975). Estes autores encontraram diferenças significativas entre os híbridos para a característica em apreço. Resultados semelhantes foram verificados por ARGIKAR e CHAVAN (1957). Para ARNON e BLUM (1962) a superioridade em altura tem sido frequentemente aceita como uma demonstração de vigor híbrido.

3. Peso de 100 Sementes (g)

A Tabela 06 apresenta os resultados das análises de variância para esta característica. Como pode ser observado pelo exame desta Tabela, foram detectadas diferenças significativas para híbridos nos dois anos em estudo.

A Tabela 07 apresenta os resultados da aplicação do teste de TUKEY em 1979 e 1980. Embora o teste F tenha sido significativo, não foram detectadas diferenças significativas entre os híbridos, para o ano de 1979. As maiores médias ocorreram nos híbridos 03, 06 e 07 com 3,1; 3,0 e 3,0g., respectivamente. A aplicação do teste de TUKEY aos dados de 1980, por outro lado, evidenciou que as melhores médias ocorreram nos híbridos 03 e 06 com peso de 3,1; e 3,1g., respectivamente, tendo estes deferido apenas do híbrido 13, que apresentou um peso médio de 2,0g.

Diferenças significativas para peso de 100 sementes, entre híbridos, foram verificadas por FRANCO (1980), no município de Pentecoste e por MALM (1968). Portanto, os resultados deste estudo concordaram, em parte, com os apresentados pelos autores mencionados. Esta diferença é possivelmente atribuída à umidade

Tabela 05 - Médias da Percentagem de Heterobeltiose da Altura Média das Plantas (m) de 15 Híbridos F₁ de Sorghum bicolor (L.) Moench, Cultivados na Fazenda Experimental do Vale do Curu, Pentecoste, Ceará, Brasil. 1979 e 1980.

| Híbrido Nº | Percentagem de Heterobeltiose da Altura Média das Plantas | |
|------------|---|------------|
| | 1979 | 1980 |
| 15 | 147,5 a | 107,6 bcd |
| 13 | 146,9 a | 143,0 a |
| 07 | 133,8 a | 130,0 ab |
| 09 | 132,4 a | 126,2 abc |
| 10 | 127,5 a | 122,6 abc |
| 12 | 124,6 a | 123,6 abc |
| 01 | 123,4 a | 118,6 abcd |
| 03 | 116,5 ab | 126,0 abc |
| 11 | 113,7 ab | 95,7 cd |
| 06 | 111,5 ab | 110,5 abcd |
| 08 | 105,2 ab | 90,0 de |
| 14 | 104,8 ab | 107,0 bcd |
| 04 | 91,5 ab | 121,9 abcd |
| 02 | 87,2 ab | 119,6 abcd |
| 05 | 59,1 b | 62,3 e |
| D.M.S. | 62,06 | 32,50 |

As médias com as mesmas letras, nas colunas, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 06 - Análises de Variância do Peso de 100 sementes (g) e sua Percentagem de Heterobeltiose em Híbridos F_1 de Sorghum bicolor (L.) Moench. Pentecoste, Ceará, Brasil. 1979 e 1980.

| CAUSAS DE VARIAÇÃO | G.L. | Quadrados Médios | | | |
|--------------------|------|----------------------|--------|----------------|--------|
| | | Peso de 100 Sementes | | Heterobeltiose | |
| | | 1979 | 1980 | 1979 | 1980 |
| Híbridos | 14 | 0,126* | 0,265* | 521,92* | 278,80 |
| Blocos | 1 | 0,02 | 0,006 | 46,62 | 43,97 |
| Resíduo | 14 | 0,047 | 0,073 | 64,42 | 171,88 |
| T O T A L | 29 | - | - | - | - |

* - Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

do solo, BEIL e ATKINS (1967) afirmam ser o peso de 100 sementes um dos componentes da produção.

3.1. Heterobeltiose para Peso de 100 Sementes

As análises de variância para a característica em referência são apresentadas na Tabela 06. O teste F revelou diferenças significativas entre os híbridos em 1979 e não significativas em 1980.

Os resultados da aplicação do teste de TUKEY às médias dos híbridos analisados em 1979 e 1980, são apresentados na Tabela 08. Os maiores ganhos relativos entre híbridos e seus progenitores para o ano de 1979, ocorreram com os materiais 06, 13 e 04, utilizando-se para o cálculo de heterobeltiose os progenitores 02(116); 05(2211) e 01(1930), respectivamente.

FRANCO (1980) e VASUDEVA RAO e GOUD (1975) verificaram diferenças significativas entre híbridos na expressão do efeito heterobeltiótico da característica considerada. Assim, os dados relativos a 1979 deste trabalho são semelhantes aos encontrados pelos autores em referência; enquanto que os dados relativos a 1980 diferem totalmente. Neste ano, as médias de peso de 100 sementes dos híbridos foram mais próximas das médias dos respectivos progenitores usados nos cálculos, e acredita-se que este fato possivelmente foi devido ao teor de água disponível no solo às plantas durante o seu período de crescimento.

4. Produção de Grãos (Kg/ha)

Os resultados das análises para esta característica encontram-se na Tabela 09. Como pode ser observado pelo exame desta Tabela, foram detectadas diferenças significativas para o ano de 1979 e ausência de significância estatística para 1980.

Os resultados da aplicação do teste de TUKEY para os dados de 1979 encontram-se na Tabela 10. Embora o teste F tenha si-

Tabela 07 - Médias do Peso de 100 Sementes (g) de 15 Híbridos F₁ de Sorghum bicolor (L.) Moench, Cultivados na Fazenda Experimental do Vale do Curu, Pentecoste, Ceará, Brasil. 1979 e 1980.

| Híbrido Nº | Peso de 100 Sementes (g) | |
|------------|--------------------------|--------|
| | 1979 | 1980 |
| 03 | 3,1 | 3,1 a |
| 06 | 3,0 | 3,1 a |
| 07 | 3,0 | 2,5 ab |
| 01 | 2,9 | 2,8 ab |
| 02 | 2,9 | 2,8 ab |
| 04 | 2,9 | 3,0 ab |
| 08 | 2,7 | 2,2 ab |
| 15 | 2,7 | 2,1 ab |
| 09 | 2,6 | 2,4 ab |
| 10 | 2,6 | 2,5 ab |
| 11 | 2,6 | 2,3 ab |
| 05 | 2,5 | 2,1 ab |
| 13 | 2,5 | 2,0 b |
| 14 | 2,4 | 2,4 ab |
| 12 | 2,3 | 2,3 ab |
| D.M.S. | 0,87 | 1,09 |

As médias com as mesmas letras, nas colunas, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 08 - Médias da Percentagem de Heterobeltiose do Peso de 100 Sementes (g) de 15 Híbridos F_1 de Sorghum bicolor (L.) Moench, Cultivados na Fazenda Experimental do Vale do Curu, Pentecoste, Ceará, Brasil, 1979 e 1980.

| Híbrido Nº | Percentagem de Heterobeltiose do Peso de 100 Sementes (g) | |
|------------|--|-------|
| | 1979 | 1980 |
| 06 | 132,9 a | 108,7 |
| 13 | 128,9 ab | 107,5 |
| 04 | 125,8 ab | 111,1 |
| 15 | 125,4 abc | 89,3 |
| 14 | 117,0 abcd | 120,0 |
| 10 | 115,1 abcde | 116,5 |
| 07 | 107,0 abcdef | 94,4 |
| 05 | 106,2 abcdef | 76,7 |
| 11 | 106,0 abcdef | 99,8 |
| 03 | 100,1 bcdef | 101,9 |
| 12 | 99,8 bcdef | 96,8 |
| 08 | 93,1 cdef | 97,8 |
| 09 | 92,8 def | 94,3 |
| 01 | 84,3 ef | 95,1 |
| 02 | 81,7 f | 83,7 |
| D.M.S. | 32,46 | - |

As médias com as mesmas letras, nas colunas, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

do significativo, as comparações levadas a efeito pelo referido teste para este ano, não mostraram diferenças significativas entre os híbridos. Os híbridos de números 07, 13, 06 e 10 apresentaram maiores produtividades com médias de 4734, 4726, 4344 e 3750 Kg/ha, respectivamente. Na mesma Tabela é mostrada a produção de grãos de cada híbrido no ano de 1980. Observa-se que os híbridos 07 e 13 foram os mais produtivos, com médias de 5233 e 4542 Kg/ha respectivamente.

Os resultados relativos aos dois anos concordaram em parte com os obtidos por FRANCO (1980). Este autor verificou não haver diferenças significativas entre híbridos quanto à característica em referência, no município de Pentecoste. Os resultados deste trabalho também estão de acordo, em parte, com os obtidos por VASUDEVA RAO e GOUD (1975). Deste modo, há possibilidades de exploração comercial do vigor híbrido no material estudado.

4.1. Heterobeliose para Produção de Grãos

A Tabela 09 apresenta os resultados das análises de variância para esta característica. O exame desta Tabela mostra que houve diferenças significativas nos dois anos.

A Tabela 11 apresenta os resultados da aplicação do teste de TUKEY aos dados referentes aos anos de 1979 e 1980. Os híbridos que diferiram entre si para o ano de 1979 foram distribuídos em 2 grupos, segundo a % de heterobeliose. Os maiores ganhos relativos ocorreram nos híbridos 06 e 04, utilizando-se para o cálculo de heterobeliose os progenitores 03(1960) e 01(1930), respectivamente. Em 1980, os híbridos ficaram agrupados de forma diferente, sendo que os maiores ganhos se verificaram nos materiais 04, 03, 15 e 02, tendo-se usado para calcular a heterobeliose os progenitores 02(116), 01(007), 05(2211) e 01(007).

LIANG (1967) observou que híbridos F_1 mostraram significantes acréscimos sobre os pais superiores; FRANCO (1980) e VA-

Tabela 09 - Análises de Variância da Produção de Grãos (Kg/ha) e sua Percentagem de Heterobeltiose em Híbridos F_1 de Sorghum bicolor (L.) Moench, Pentecoste, Ceará, Brasil. 1979 e 1980.

| CAUSAS DE VARIAÇÃO | G.L. | Quadrados Médios | | | |
|--------------------|-----------|-------------------|------------|----------------|----------|
| | | Produção de Grãos | | Heterobeltiose | |
| | | 1979 | 1980 | 1979 | 1980 |
| Híbridos | 14 | 3239069,05* | 2872884,23 | 17893,24* | 6181,61* |
| Blocos | 1 | 1380307,50 | 1650176,53 | 2442,63 | 725,20 |
| Resíduo | 14 | 1233771,71 | 1318863,25 | 2833,69 | 2140,05 |
| TOTAL | 29 | - | - | - | - |

* - Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 10 - Médias da Produção de Grãos (kg/ha) de 15 Híbridos F₁ de Sorghum bicolor (L.) Moench, Cultivados na Fazenda Experimental do Vale do Curu, Pentecoste, Ceará, Brasil. 1979 e 1980.

| Híbrido N° | Produção de Grãos (Kg/ha) | |
|------------|---------------------------|------|
| | 1979 | 1980 |
| 07 | 4734 | 5233 |
| 13 | 4726 | 4542 |
| 06 | 4344 | 3508 |
| 10 | 3750 | 2975 |
| 04 | 3687 | 3175 |
| 15 | 2937 | 3608 |
| 12 | 2891 | 3583 |
| 08 | 2469 | 1942 |
| 03 | 2430 | 3925 |
| 11 | 2390 | 2183 |
| 01 | 2063 | 3658 |
| 02 | 2047 | 3991 |
| 05 | 1210 | 966 |
| 09 | 1094 | 4450 |
| 14 | 727 | 1391 |
| D.M.S. | 4492,6 | - |

Tabela 11 - Médias da Porcentagem de Heterobeltiose da Produção de Grãos (Kg/ha) de 15 Híbridos F₁ de Sorghum bicolor (L.) Moench, Cultivados na Fazenda Experimental do Vale do Curu, Pentecoste, Ceará, Brasil. 1979 e 1980.

| Híbrido Nº | Percentagem de Heterobeltiose da Produção de Grãos (Kg/ha) | |
|------------|--|----------|
| | 1979 | 1980 |
| 06 | 358,8 a | 128,8 ab |
| 04 | 358,4 a | 255,2 a |
| 09 | 195,7 ab | 91,3 ab |
| 12 | 159,9 ab | 140,1 ab |
| 07 | 155,2 ab | 113,9 ab |
| 13 | 140,7 b | 143,4 ab |
| 03 | 140,3 b | 167,7 ab |
| 10 | 130,0 b | 127,9 ab |
| 15 | 124,1 b | 151,9 ab |
| 08 | 105,3 b | 38,8 b |
| 11 | 103,3 b | 99,1 ab |
| 02 | 95,5 b | 150,9 ab |
| 01 | 79,0 b | 119,0 ab |
| 05 | 64,6 b | 40,0 b |
| 14 | 26,4 b | 46,7 b |
| D.M.S. | 215,3 | 187,1 |

As médias com as mesmas letras, nas colunas, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

SUDEVA RAO e GOUD (1975) verificaram diferenças significativas entre os híbridos, para a heterobeltiose da característica em referência. Logo, os resultados obtidos neste trabalho são semelhantes aos apresentados pelos autores mencionados.

Modelo Q2

Neste modelo, a análise de variância apresenta-se mais informativa e o teste F mais sensível. São avaliados efeitos principais de machos, fêmeas, anos repetições dentro dos anos e as correspondentes interações.

1. Florescimento (dias)

A análise estatística para esta característica só apresentou diferenças significativas para a interação machos x fêmeas, como se pode observar pelo exame da Tabela 12.

O resultado da aplicação do teste de TUKEY para a interação machos x fêmeas revelou diferenças significativas. A maior média foi observada para o híbrido 04, enquanto a menor, correspondeu ao híbrido 07, sendo que os outros híbridos apresentaram médias intermediárias entre aqueles dois extremos (Tabela 13).

Para as causas de variação machos x fêmeas estes resultados não estão de acordo com os encontrados por NIEHAUS e PICKETT (1966) e SHANKAREGOWDA *et alii* (1972). Esta diferença talvez possa ser atribuída às diferenças genéticas nos materiais utilizados. Por outro lado, a interação machos x fêmeas está de acordo com os resultados daqueles autores. Resultados semelhantes aos obtidos neste estudo foram encontrados por FRANCO (1980) para machos e fêmeas.

2. Altura Média das Plantas (m)

Os resultados da análise de variância para a caracte-

Tabela 12 - Análises de Variância para as Características: Número Médio de Dias Decorrido para o Florescimento, Altura Média das Plantas (m), Peso de 100 Sementes (g) e Produção de Grãos (Kg/ha) em Híbrido F₁ de Sorghum bicolor (L.) Moench. Pentecoste, Ceará, Brasil. 1979 e 1980.

| CAUSAS DE VARIAÇÃO | G.L. | Quadrados Médios | | | |
|------------------------|------|--------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| | | Nº de Dias p/ Florescimento | Altura Média das Plantas (m) | Peso de 100 Sementes (g) | Produção de Grãos-Kg/ha |
| Machos | 4 | 16,620 | 0,800* | 0,700 | 408.569,570 |
| Fêmeas | 2 | 7,200 | 1,100 | 0,200 | 19.399.185,870* |
| Machos x Fêmeas | 8 | 13,780* | 0,187 | 0,200* | 3.200.857,920 |
| TRATAMENTOS | 14 | 13,660 | 0,492 | 0,342 | 4.717.108,100 |
| Anos | 1 | 1,600 | 1,900 | 0,700 | 3.852.186,800 |
| Machos x Anos | 4 | 9,120 | 0,012 | 0,062 | 2.395.361,060 |
| Fêmeas x Anos | 2 | 1,610 | 0,050 | 0,015 | 1.261.643,460 |
| Machos x Fêmeas x Anos | 8 | 3,890 | 0,060 | 0,049 | 927.887,660 |
| Rep/Anos x Tratamentos | 30 | 5,460 | 0,029 | 0,057 | 1.292.245,780 |
| T O T A L | 59 | - | - | - | - |

* - Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 13 - Número Médio de Dias Decorrido para o Florescimento da Interação MACHOS x FÊMEAS de Sorghum bicolor (L.) Moench. Pentecoste, Ceará, Brasil, 1979 e 1980.

| INTERAÇÃO N° | <u>Número de Dias para Florescimento</u> |
|--------------|--|
| 07 | 51 a |
| 13 | 52 ab |
| 15 | 53 abc |
| 10 | 54 abc |
| 08 | 54 abc |
| 06 | 54 abc |
| 03 | 54 abc |
| 02 | 54 abc |
| 11 | 55 abc |
| 01 | 55 abc |
| 14 | 56 abc |
| 12 | 56 abc |
| 09 | 56 abc |
| 05 | 57 bc |
| 04 | 58 c |
| D.M.S | 5,52 |

As médias com as mesmas letras, nas colunas, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 14 - Médias da Altura Média (m) de 05 Machos de Sorghum
bicolor (L.) Moench, Cultivados na Fazenda Experimen-
tal do Vale do Curu, Pentecoste, Ceará, Brasil, 1979
e 1980.

| MACHO Nº | Altura (m) |
|----------|------------|
| 01 | 1,80 |
| 02 | 1,77 |
| 03 | 1,64 |
| 05 | 1,37 |
| 04 | 1,20 |
| D.M.S | 0,61 |

Tabela 15 - Médias da Altura Média (m) de 03 Fêmeas de Sorghum bicolor (L.) Moench, Cultivadas na Fazenda Experimental do Vale do Curu, Pentecoste, Ceará, Brasil, 1979 e 1980.

| FÊMEA N° | Altura (m) |
|----------|------------|
| 01 | 1,69 a |
| 03 | 1,69 a |
| 02 | 1,28 b |
| D.M.S. | 0,39 |

As médias com as mesmas letras, nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 16 - Médias do Peso de 100 Sementes (g) da Interação MACHOS x FÊMEAS de Sorghum bicolor (L.) Moench, Pentecoste, Ceará, Brasil. 1979 e 1980.

| INTERAÇÃO Nº | Peso de 100 Sementes |
|--------------|----------------------|
| 03 | 3,12 a |
| 06 | 3,07 ab |
| 04 | 3,00 abc |
| 01 | 2,87 abcd |
| 02 | 2,85 abcd |
| 07 | 2,80 abcd |
| 10 | 2,60 abcd |
| 09 | 2,50 abcd |
| 08 | 2,47 bcd |
| 11 | 2,47 bcd |
| 14 | 2,42 cd |
| 15 | 2,42 cd |
| 05 | 2,35 d |
| 12 | 2,30 d |
| 13 | 2,25 d |
| D.M.S. | 0,62 |

As médias com as mesmas letras, nas colunas, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

rística em referência são apresentados na Tabela 12. Valores significativos foram encontrados para machos e fêmeas.

O teste de TUKEY aplicado para altura dos machos, não mostrou diferenças significativas, apesar do teste F ter sido significativo (Tabela 14). A aplicação do teste de TUKEY para altura de fêmeas, revelou diferença significativa e a menor altura ocorreu na fêmea 02 (Tabela 15).

Segundo FRANCO (1980) é importante considerar a CGC e a CEC para altura de plantas. Para o melhorista parece ser possível através do estabelecimento de combinações específicas de machos e fêmeas, alterar o porte dos híbridos, procedendo-se a seleção dos progenitores, segundo o tipo de porte desejado (alto ou baixo). KAMBAL e WEBSTER (1965); NIEHAUS e PICKETT (1966) também verificaram que para esta característica são importantes a CGC e a CEC. SHANKAREGOWDA et alii (1972) e FRANCO (1980) verificaram efeitos significativos de machos, fêmeas e da interação machos e fêmeas. Portanto, os resultados deste estudo concordaram, em parte, com os encontrados pelos autores citados. A não concordância de resultados com a CEC admite-se ser devido a algum fator ambiental, possivelmente umidade adequada no período crítico do desenvolvimento das plantas ou mesmo a fatores genéticos presentes nos materiais de estudo.

3. Peso de 100 Sementes (g)

Na Tabela 12 encontra-se a análise de variância para a característica em referência. O teste F revelou diferenças significativas apenas para a interação machos x fêmeas.

A aplicação do teste de TUKEY encontra-se na Tabela 16, onde as médias dos híbridos são agrupados em quatro classes. As melhores médias pertencem as combinações 03, 06 e 04 e as menores às combinações 05, 12 e 13, respectivamente.

NIEHAUS e PICKETT (1966), BEIL e ATKINS (1967) e MALM

(1968) verificaram diferenças significativas entre os efeitos da CGC e da CEC para a característica em apreço. Portanto, os resultados obtidos neste estudo concordam, em parte, com aqueles apresentados pelos autores mencionados. Este fato talvez possa ser atribuído às diferenças genéticas nos materiais utilizados.

4. Produção de Grãos (Kg/ha)

A análise de variância para a característica em apreço, encontra-se na Tabela 12. O teste F mostra diferenças significativas para fêmeas.

O teste de TUKEY mostra não haver diferenças significativas entre as produções das fêmeas 03 e 01 e que esta é superior a fêmea 02, o que pode ser visto examinando-se a Tabela 17.

Efeitos significativos de linhas A foram verificados por PAISAN e ATKINS (1977). MALM (1968) afirmou que os efeitos da CGC e CEC foram importantes na expressão da característica em referência; e FRANCO (1980) encontrou diferenças significativas para fêmeas e interação machos e fêmeas. Portanto, os resultados deste estudo concordaram, em parte, com os encontrados pelos últimos autores mencionados.

5. Heterobeltiose para Florescimento

Na análise de variância para a característica considerada, o teste F mostra diferenças significativas apenas para fêmeas, como pode ser observado pelo exame da Tabela 18.

As fêmeas após aplicação do teste de TUKEY, foram separadas em dois grupos (Tabela 19). A fêmea 01 apresentou menor % de dias e a 02 maior.

WHITEHEAD (1962), citado por KAMBAL e WEBSTER (1965), concluiu que a ação aditiva dos genes predominava sobre a época

Tabela 17 - Médias da Produção de Grãos (Kg/ha) de 03 Fêmeas de Sorghum bicolor (L.) Moench, Cultivadas na Fazenda Experimental do Vale do Curu, Pentecoste, Ceará, Brasil. 1979 e 1980.

| FÊMEA Nº | Produção Grãos (Kg/ha) |
|----------|------------------------|
| 01 | 3854,55 a |
| 03 | 3277,15 ab |
| 02 | 1934,95 b |
| D.M.S. | 1616,22 |

As médias com as mesmas letras, nas colunas, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 18 - Análises de Variância da Percentagem de Heterobeliose das Características: Número Médio de Dias Decorridos para o Florescimento, Altura Média das Plantas (m), Peso de 100 Sementes (g) e Produção de Grãos (Kg/ha) em Híbridos F₁ de Sorghum bicolor (L.) Moench. Pentecoste, Ceará, Brasil, 1979 e 1980.

| CAUSAS DE VARIAÇÃO | G.L. | Quadrados Médios | | | |
|------------------------|------|--------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| | | Percentagem de Heterobeliose | | | |
| | | Nº de Dias p/ Florescimento | Altura Média das Plantas (m) | Peso de 100 Sementes (g) | Produção de Grãos-Kg/ha |
| Machos | 4 | 35,40 | 1.932,52* | 1.128,62 | 17.154,67 |
| Fêmeas | 2 | 110,05* | 5.979,70* | 543,15 | 50.530,25 |
| Machos x Fêmeas | 8 | 10,91 | 265,62 | 351,56 | 11.383,16* |
| TRATAMENTOS | 14 | 32,07 | 1.558,18 | 600,95 | 18.624,61 |
| Anos | 1 | 106,70 | 29,10 | 1.004,50 | 11.906 |
| Machos x Anos | 4 | 15,86 | 440,36 | 414,06 | 12.975,31* |
| Fêmeas x Anos | 2 | 1,85 | 152,68 | 60,89 | 4.103,74 |
| Machos x Fêmeas x Anos | 8 | 9,47 | 280,38 | 127,34 | 2.024,34 |
| Rep/Anos x Tratamentos | 30 | 10,60 | 142,01 | 113,29 | 2.426,67 |
| T O T A L | 59 | - | - | - | - |

* - Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 19 - Médias da Percentagem de Heterobeltiose do Número Médio de Dias Decorridos para o Florescimento de 03 Fêmeas de Sorghum Bicolor (L.) Moench, Cultivadas na Fazenda Experimental do Vale do Curu, Pentecoste, Ceará, Brasil. 1979 e 1980.

| FÊMEA Nº | % de Dias |
|----------|-----------|
| 02 | 102,03 a |
| 03 | 100,32 ab |
| 01 | 97,97 b |
| D.M.S. | 2,98 |

As médias com as mesmas letras, nas colunas, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

de floração em variedades anãs, mas não necessariamente em variedades com porte intermediário e quando houvesse predominância de casos em que pais superiores davam híbridos superiores e pais inferiores davam híbridos inferiores, o autor sugeriu ser a CGC relativamente mais importante. FRANCO (1980) verificou diferenças significativas para machos e fêmeas.

6. Heterobeliose para Altura das Plantas

Na Tabela 18 encontra-se a análise de variância para esta característica. O teste F detectou diferenças significativas para machos e fêmeas.

A aplicação do teste de TUKEY permitiu a separação dos machos e fêmeas, isoladamente, em dois grupos, segundo a % de heterobeliose (Tabelas 20 e 21). Os machos 05, 03 e 04 apresentam superioridade com relação a esta característica, aos machos 01 e 02. As fêmeas 01 e 03 apresentam um grau de heterobeliose para altura significativamente superior ao da fêmea 02. Se o melhorista desejar obter híbridos altos, é recomendável o uso dos machos 05, 03 e 04 e das fêmeas 01 e 03. Caso tenha interesse por híbridos de porte baixo recomenda-se usar a fêmea 02 e os machos 01 e 02.

Segundo WHITEHEAD (1962), citado por KAMBAL e WEBSTER (1965), quando há predominância de casos em que pais superiores dão híbridos superiores e pais inferiores dão híbridos inferiores, a CGC é relativamente mais importante. Diferenças significativas para machos e fêmeas e interação machos x fêmeas foram verificadas por FRANCO (1980). Portanto, comparando-se estes resultados, observa-se que os mesmos concordaram em parte.

7. Heterobeliose para Peso de 100 Sementes

A análise de variância para a característica em apreço

Tabela 20 - Médias de Percentagem de Heterobeltiose da Altura Média (m) de 05 Machos de Sorghum bicolor (L.) Moench, Cultivados na Fazenda Experimental do Vale do Curú, Pentecoste, Ceará, Brasil. 1979 e 1980.

| MACHO N° | % Altura |
|----------|-----------|
| 05 | 126,17 a |
| 03 | 119,63 a |
| 04 | 117,98 a |
| 01 | 115,26 ab |
| 02 | 92,84 b |
| D.M.S. | 23,01 |

As médias com as mesmas letras, nas colunas, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 21 - Médias da Percentagem de Heterobeltiose da Altura Média (m) de 03 Fêmeas de Sorghum bicolor (L.) Moench, Cultivadas na Fazenda Experimental do Vale do Curu, Pentecoste, Ceará, Brasil, 1979 e 1980.

| FÊMEA NO | Altura |
|----------|----------|
| 01 | 125,95 a |
| 03 | 122,67 a |
| 02 | 94,50 b |
| D.M.S. | 14,72 |

As médias com as mesmas letras, nas colunas, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

pode ser observada na Tabela 18. O teste F não detectou diferenças significativas.

Diferenças significativas para machos, fêmeas e interação machos x fêmeas foram verificadas por FRANCO (1980). Logo, comparando-se os resultados, observa-se que os mesmos não concordaram.

8. Heterobeltiose para Produção de Grãos

A Tabela 18 apresenta a análise de variância para a característica em referência. O teste F indicou haver diferenças significativas para as interações machos x fêmeas e machos x anos.

O resultado da aplicação do teste de TUKEY é apresentado na Tabela 22. Os híbridos ficaram distribuídos em 03 grupos. As melhores combinações pertenceram aos materiais 04, 06, 03 e 12 com heterobeltiose variando de 50% a 206,8%. No terceiro grupo encontram-se os híbridos 11, 01, 08, 05 e 14, com valores de heterobeltiose de 1,2% - 1%, - 28%, - 47,7% e - 63,4%. Neste caso, o efeito de heterobeltiose não foi positivamente significativo. Portanto, os híbridos 01(007 x 1930), 08(2182 x 1952), 05(116 x 1952) e 14(2211 x 1952) apresentaram combinações indesejáveis.

Para a interação machos x anos foi aplicado o teste t, tendo sido encontrada significância ao nível de 5% para o macho 02, no ano 1, o que pode ser observado na Tabela 23.

Diferenças significativas para fêmea foram verificadas por FRANCO (1980). Fazendo-se uma comparação dos resultados, observa-se que os mesmos não concordaram.

Diante dos resultados obtidos para florescimento, altura média das plantas, peso de 100 sementes, produção de grãos, bem como das heterobeltiose das referidas características, observa-se que há possibilidades de exploração comercial do vigor híbrido no material estudado.

Tabela 22 - Médias da Percentagem de Heterobeltiose da Produção de Grãos (Kg/ha) da Interação MACHOS x FÊMEAS de Sorghum bicolor (L.) Moench, Cultivado na Fazenda Experimental do Vale do Curu, Pentecoste, Ceará, Brasil: 1979 e 1980.

| INTERAÇÃO Nº | Percentagem de Heterobeltiose |
|--------------|-------------------------------|
| 04 | 306,8 a |
| 06 | 243,8 ab |
| 03 | 154,0 bc |
| 12 | 150,0 bc |
| 09 | 143,5 bc |
| 13 | 142,0 bc |
| 15 | 138,0 bc |
| 07 | 134,6 bc |
| 10 | 129,0 bc |
| 02 | 123,2 bc |
| 11 | 101,2 c |
| 01 | 99,0 c |
| 08 | 72,0 c |
| 05 | 52,3 c |
| 14 | 36,6 c |
| D.M.S. | 126,0 |

As médias com as mesmas letras, nas colunas, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 23 - Aplicação do teste t de Student à Percentagem de Heterobeltiose da Produção de Grãos da Interação MACHOS x ANOS de Sorghum bicolor (L.) Moench, Pentecoste, Ceará, Brasil, 1979 e 1980.

| Macho | | | | Aplicação do Teste <u>t</u> (5% = 2,57) |
|--------|--------|--------|------------|---|
| Nº | ANO 1 | ANO 2 | Diferenças | |
| 01 | 104,97 | 145,88 | -40,91 | 1,65 |
| 02 | 260,65 | 141,35 | 119,30 | 2,64* |
| 03 | 152,07 | 81,35 | 70,72 | 2,27 |
| 04 | 131,08 | 122,40 | 8,68 | 0,59 |
| 05 | 97,08 | 114,00 | -16,92 | 0,49 |
| D.M.S. | | | 83,20 | |

RESUMO E CONCLUSÕES - 2.135

O desempenho de 15 híbridos F_1 de sorgo, obtidos a partir dos cruzamentos de 05 linhas restauradoras de fertilidade com 03 linhas macho-estéreis, bem como o potencial de uso das linhas foram avaliados em testes conduzidos no município de Pentecoste, no Estado do Ceará, durante os anos de 1979 e 1980. Os híbridos foram avaliados em relação aos seus progenitores e entre si para as características: florescimento, altura das plantas, peso de 100 sementes e produção de grãos.

Os seguintes resultados foram julgados mais importantes:

. Para a característica florescimento os híbridos ficaram distribuídos em grupos distintos e dois deles se mostraram mais precoces. A percentagem de heterobeltiose para a característica em referência recebeu maior influência das fêmeas.

. Para altura das plantas os híbridos ficaram agrupados nos tipos graníferos, forrageiro e misto. Machos e fêmeas foram importantes na obtenção das diferentes alturas. Os maiores valores da percentagem de heterobeltiose para altura dos híbridos nos dois anos, foram obtidos quando os progenitores masculinos foram utilizados como referência. Portanto, os progenitores podem ser selecionados para obtenção de híbridos conforme o tipo de porte desejado.

. O estudo da característica peso de 100 sementes permitiu separar os híbridos em classes distintas. Deste modo, combinações específicas podem ser selecionadas para obtenção de melhores médias de peso. A percentagem de heterobeltiose desta característica foi pouco expressiva.

. A produtividade de grãos obtida por certas combinações híbridas específicas mostrou a viabilidade da exploração comercial do vigor híbrido no material objeto do estudo. Com base apenas na percentagem de heterobeltiose desta característica não se

pode proceder a seleção dos melhores híbridos, uma vez que nem sempre o híbrido mais produtivo apresentou o maior efeito hetero**bel**tiótico.

Para se recomendar o cultivo dos híbridos que apresentaram os melhores desempenhos neste estudo, há a necessidade se serem procedidos novos testes de campo com os mesmos, em outros locais do Ceará, em competição com híbridos produzidos por empresas privadas.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- ✓ ANDERSON, V. L. e KEMPTHORNE, O. A model for the study quantitative inheritance. Genetics, 39: 883-9, 1954.
- ARGIKAR, G. P. e CHAVAN, V. M. A study of heterosis in sorghum. Indian J. Genet. Plant Breed., 17 (1): 65-72, 1957.
- ARNON, I. e BLUM, A. Factors responsible for yield superiority of híbryd sorghum. Israel J. Agr. Res., 12 (3): 95-105, nov. 1962.
- BEIL, G. M. e ATKINS, R. E. Estimates of general and specific combining ability in F₁ hybrids for grain yield its components in grain sorghum, Sorghum vulgare, Pers. Crop. Sci. 7 (3): 225-8, 1967.
- BREWBAKER, J. L. Genética na agricultura; tradução de José T. Amaral Gurgel e Roland Vencovsky. São Paulo, Polígono e Ed. da Universidade de São Paulo, 1969. 224 páginas.
- CHIANG, M. S. e SMITH, J. D. Diallel analysis of the inheritance of quantitative caracteres in grain sorghum I. Heterosis and inbreeding depression. Can. J. Genet. Cytol. 9: 44-51, 1967.
- ✓ COCKERHAM, C. CLARK. An extension of the concept of partitioning hereditary variance for analysis of covariances among relatives when epistasis is present. Genetics, 39: 859-82, 1954.
- _____. Analysis of quantitative gene action. Brookhaven Symposia in Biology, 9: 53-68, 1956.
- DOGGET, H. Sorghum. London. Longmans, 1970. 403p.
- FAO. Anuário de Produção. 1974 e 1979.

FISHER, R. A. The correlation between relatives on the supposition of Mendelian inheritance. Trans. Roy. Soc. Edinburgh, 52: 399-433, 1918.

FRANCO, C. F. O. Comportamento de híbridos F_1 de sorgo, Sorghum bicolor (L.) Moench, em relação aos seus progenitores. Fortaleza, 1980. 83p. (Dissertação Mestrado) - CCA - UFC).

GRAHAM, R. J. D. Pollination and cross-fertilization in the juar plant (Andropogon Sorghum, Brot.). Indian, Dept. Agr. mem., Botan. serv. 8, 201-216, 1916.

HAYMAN, B. I. The separation of epistatic from additive and dominance variation in generation means. Heredity, 12: 371-90, 1958.

KAMBAL, A. E. e WEBSTER, O. J. Estimation of general and specific combining ability in grain sorghum, Sorghum vulgare (Pers) Crop. Sci., 5(6): 521-3, 1965.

_____ ; _____. Manifestations of hybrid vigor in grain sorghum and the relations among the components of yield, weight per bushel, and height. Crop. Sci. 6(6): 513-5, 1966.

KARPER, R. E. e QUINBY, J. R. Hybrid vigor in sorghum. J. Hered. 28: 83-91, 1937.

KING, J. G.; QUINBY, J. R.; STEPHENS, J. C.; KRAMER, N. W. e LAHR, K. A. An evaluation of parents of grain sorghum hybrids. Texas Agric. Exp. Sta. (MP-510), 1961.

LIANG, G. H. L. Diallel analysis of agronomic characters in grain sorghum, Sorghum vulgare, Pers. Can. J. Genet. Cytol., 9:269 - 76, 1967.

_____ e WALTER, T. L. Heritability estimates and gene effects for agronomic traits in grain sorghum, Sorghum vulgare, Pers. Crop. Sci. 8(1): 77-81, 1968.

- MALM, N. R. Exotic germplasm use in grain sorghum improvement. Crop. Sci., 8:295-8, 1968.
- MARTINS, A. J.; SANTOS, J. H. R.; ARAGÃO, R. G. M.; VIEIRA, F. V.; CARMO, C. M. Influência do teor de tanino em genótipos de sorgo, Sorghum bicolor (L.) Moench, sobre o ataque de Contarinia sorgicola (Coquillet, 1898) (Dip., Cecidomyiidae). Ciê. Agron., 7:(1-2): 125-34, 1977.
- MENEZES, T. J. B.; LAMO, P. R.; TEIXEIRA, C. G.; PUCHIO, M. Possibilidades de produção de álcool a partir de sorgo sacarino. Anais do I Simpósio sobre produção de álcool no Nordeste. Fortaleza, 1977. p. 211-31.
- NIEHAUS, M. H. e PICKETT, R. C. Heterosis and combining ability in a diallel cross in Sorghum vulgare, Pers. Crop. Sci., 6: 33-6, 1966.
- PAISAN, L. e ATKINS, R. E. Estimates of combining ability and heterosis in converted exotic Sorghum. Crop. Sci., 17:47-50, jan/feb., 1977.
- QUINBY, J. R. Manifestations of hybrid vigor in Sorghum. Crop. Sci. 3:288-91, 1963.
- SHANKAREGOWDA, B. T.; RAO, M. e MENSINKAU, S. W. Heterosis and line x tester analysis of combining ability in selected line of sorghum, II combining ability. Mysore J. Agr. Sci., 6(3): 242-53, 1972.
- ✓ SPRAGUE, G. F. e TATUM, L. A. General versus specific combining ability in single crosses of corn. J. Amer. Soc. Agron., 34: 923-32, 1942.
- ✓ STEPHENS, J. C. Male sterility in sorghum: its possible utilization in production of hybrid seed. J. Amer. Soc. Agro., 29: 690.6, 1937.

VASUDEVA RAO, M J, e GOUD, J, V, Heterosis and heterobeltiose in Sorghum Bicolor (L.) Moench, Mysore J. Agri. Sci., 9(2): 229-36, 1975.

WALL, J. S. e ROSS, W. M. Sorghum Production and Utilization. Westport, The Avi Publishing, Company, Inc, 1970. 702 p.