HETEROSE E CAPACIDADE DE COMBINAÇÃO EM ARROZ (*ORYZA SATIVA* L.) DE SEQUEIRO

WALTER FERNANDES MEIRELLES
Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof.Dr. José Branco de Miranda Filho

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Agronomia. Área de Concentração: Genética e Melhoramento de Plantas

PIRACICABA
ESTADO DE SÃO PAULO - BRASIL
FEVEREIRO-1989

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

Meirelles, Walter Fernandes
M514h Heterose e capacidade de combinação em arroz (Oryza sativa L.) de sequeiro. Piracicaba, 1989.
78p.

Diss.(Mestre) - ESALQ
Bibliografia.

1. Arroz de sequeiro - Capacidade de combinação 2. Arroz de sequeiro - Vigor híbrido I. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba

CDD 633.18

HETEROSE E CAPACIDADE DE COMBINAÇÃO EM ARROZ

(*ORYZA SATIVA* L.) DE SEQUEIRO

WALTER FERNANDES MEIRELLES

Aprovado em: 18/04/89

Comissão Julgadora:

Prof.Dr. José Branco de Miranda Filho — ESALQ/USP

Prof.Dr. Izaías Olívio Geraldi — ESALQ/USP

Prof.Dr. Lázaro José Chaves — EA/UFG

Prof.Dr. JOSÉ BRANCO DE MIRANDA FILHO

Orientador

À *Luzia* e *Vinícius*,

aos meus pais (*Antonia* e *Joaquim*)

e aos meus irmãos

OFEREÇO

À memória de meu irmão

Wolney

DEDICO

AGRADECIMENTOS

O autor deseja agradecer a todos que contribuíram para a realização deste trabalho:

- Ao Professor Dr. José Branco de Miranda Filho, pela orientação, estímulo e ensinamentos recebidos;
- Ao Dr. Emílio da Maia de Castro, pela co-orientação e apoio;
- Ao Professor Dr. Lázaro José Chaves, pela motivação para a realização deste curso;
- Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa de estudos concedida;
- Ao Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e feijão (CNPAF-EMBRAPA) e seus funcionários, pela oportunidade de condução dos ensaios;
- A James Taillebois do Convênio EMBRAPA-IRAT, pelas informações recebidas;
- Ao Dr. Francisco J.P. Zimmermann e equipe, pelas análises estatísticas preliminares;
- Ao Dr. Cássio Roberto de Melo Godoi, pela sessão dos programas estatísticos;
- A Gabriel Sarriés, pela execução das análises estatísticas;
- Aos professores do Departamento de Genética da ESALQ pelos ensinamentos recebidos;

- Aos funcionários do Departamento de Genética e Bibliotecárias da ESALQ, pela ajuda recebida;

- Aos colegas do curso, pela convivência amiga;

- À Sra. Elisa da Silva Peron, pelo trabalho de datilografia;

- Aos pais, Antonia e Joaquim, pelo apoio constante desde os primeiros momentos.

- E, em especial, à esposa Luzia, companheira e amiga de todos os momentos, pelo incentivo.

ÍNDICE

Página

RESUMO vii

SUMMARY viii

1. INTRODUÇÃO 1

2. REVISÃO DE LITERATURA 3

2.1. Utilização do vigor híbrido em arroz 3

2.2. Heterose para produção e outras características 5

2.3. Estudos sobre capacidade de combinação 9

3. MATERIAL E MÉTODOS 14

3.1. Cultivares e híbridos F_1 e F_2 14

3.2. Áreas experimentais e delineamento estatístico 16

3.3. Caracteres estudados e coleta de dados 17

3.4. Análise estatístico-genética 17

3.4.1. Média dos caracteres estudados 17

3.4.2. Heteroses 18

3.4.3. Análises preliminares 19

3.4.4. Cruzamentos dialélicos: estimativas de parâmetros e capacidades combinatórias 20

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO 24

4.1. Médias e heteroses para as gerações F_1 e F_2 em cada ambiente 24

4.2. Análises preliminares individuais 27

4.3. Análise da variância dos cruzamentos dialélicos parciais 29

4.4. Estimativas de parâmetros genéticos: capacidade geral e específica de combinação 32

4.5. Considerações gerais 37

5. CONCLUSÕES 42

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 43

APÊNDICE 50

HETEROSE E CAPACIDADE DE COMBINAÇÃO EM ARROZ (*Oryza sativa* L.) DE SEQUEIRO

Autor: Walter Fernandes Meirelles

Orientador: José Branco de Miranda Filho

RESUMO

Vinte e cinco cruzamentos entre dois grupos de variedades de arroz foram avaliados, num dialélico parcial 5 x 5, para heterose e capacidade combinatória seguindo o modelo de GARDNER & EBERHART (1966), adaptado por MIRANDA FILHO & GERALDI (1984):

$$Y_{ij} = \mu + \alpha d + 1/2(v_i + v_j) + \theta(\bar{h} + h_i + h_j + s_{ij}) + \bar{e}_{ij}$$

Três tipos de heterose foram calculadas para as gerações F_1 e F_2: sobre a média dos pais, sobre o parental superior e em relação a uma testemunha comercial. Dois ambientes distintos foram utilizados para a avaliação dos caracteres peso de 100 grãos, número de grãos por panícula, número de panículas por planta e produção estimada. As análises dos cruzamentos dialélicos e as estimativas de parâmetros para capacidade geral ($\hat{g} = 1/2\ \hat{v} + \hat{h}$) e específica de combinação foram feitas com base no método dos quadrados mínimos.

Altos valores de heterose foram observados e, numa visão ampla, algumas variedades e cruzamentos sobressaíram-se com estimativas maiores para capacidade geral e específica de combinação. Contudo, notou-se que condições específicas para ambientes e/ou gerações levaram a resultados diferentes entre as diversas combinações.

HETEROSIS AND COMBINING ABILITY IN UPLAND RICE

(*Oryza sativa* L.)

Author: Walter Fernandes Meirelles

Adviser: José Branco de Miranda Filho

SUMMARY

Twenty five crosses between two groups of upland rice were evaluated in a partial 5 x 5 diallel scheme for heterosis and combining ability following the model of GARDNER & EBERHART (1966), adapted by MIRANDA FILHO & GERALDI (1984):

$$Y_{ij} = \mu + \alpha d + 1/2(v_i + v_j) + \theta(\bar{h} + h_i + h_j + s_{ij}) + \bar{e}_{ij}$$

The total heterosis was estimated at three levels for generations F_1 and F_2: relative to mid-parent, high parent and commercial check. The trials were carried out at two environments and the following traits were evaluated: 100 kerned weight, kernels per panicle, panicles per plant, and estimated yield. The analysis of the diallel cross and the estimates of general combining ability ($g = 1/2\ v + h$) and specific combining ability were obtained through the least square procedure.

High values of heterosis were observed in some instances and some varieties and crosses were outstanding for general and specific combining ability. It was noted, however, that some specific conditions for either environment and/or generation (F_1 or F_2) showed inconsistent results.

1. INTRODUÇÃO

O cultivo de arroz híbrido (*Oryza sativa* L.) representa uma opção muito importante para o aumento da produtividade dessa cultura no Brasil, hoje em torno de 1400 Kg/ha no regime de sequeiro. Para que essa produção possa se desenvolver, VIRMANI *et alii* (1981) citam 3 componentes básicos: 1) estudos sobre sistemas de macho esterilidade e de restauração da fertilidade; 2) estudos sobre taxa de cruzamento natural e estabelecimento de sementes e, 3) estudos sobre heterose nos cruzamentos. Nestas circunstâncias, apenas o segundo ítem diferenciaria o arroz de qualquer outra cultura alógama, pois nele o processo de obtenção de sementes híbridas requer maior atenção.

Atentos à possibilidade de utilização de sementes híbridas de arroz nas condições brasileiras, pesquisadores do Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão - CNPAF (EMBRAPA) começaram, a partir de 1983, os estudos sobre a viabilidade técnica dessa produção. O desenvolvimento de linhagens macho estéreis, mantenedoras e restauradoras da fertilidade, é a condição primária para a execução de um programa de sementes híbridas e está se desenvolvendo dentro do CNPAF.

Com respeito ao 2º ítem exposto acima, uma alternativa que tem se mostrado bastante interessante é a incorporação de características alogâmicas através da espécie *O. longistaminata*, podendo, com isso, aumentar a taxa de fecundação cruzada entre plantas através de uma maior e melhor exposição dos estígmas. Dentro deste contexto, a existência de combinações entre linhagens com alto vigor híbrido e que suplantem as cultivares tradicionais é essencial para o sucesso do programa de híbridos. Assim, faz-se necessário o conhecimento *a priori* dessas combinações a fim de se estabelecer para as mesmas a estrutura genético-citoplasmática de controle da fertilidade masculina e de características alogâmicas com vistas à utilização comercial do vigor híbrido existente (CASTRO, 1985).

Assim, o objetivo deste trabalho é encontrar combinações híbridas entre linhagens que possam ser utilizadas no programa de produção de semente híbrida de arroz do CNPAF, através das características peso de 100 grãos, número de grãos por panícula, número de panículas por planta e produção estimada, utilizando um esquema de cruzamento dialélico parcial.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Utilização do vigor híbrido em arroz

A heterose ou vigor híbrido em arroz (*Oryza sativa* L.) foi explorada comercialmente pela primeira vez pelos chineses, com a pesquisa iniciada em 1964. O sucesso do híbrido F_1 aconteceu em 1973 e três anos após passou a ser utilizado pelos agricultores em aproximadamente 150 mil hectares. No ano de 1984 já eram cultivados 8,2 milhões de hectares com semente híbrida de arroz (YUAN, 1985). Foi o método mais prático e efetivo do melhoramento de arroz na China para aumentar a produtividade da cultura.

Para obter o sucesso na utilização do arroz híbrido, entretanto, três requisitos foram preenchidos: 1) o desenvolvimento de linhas macho estéreis, mantenedoras e restauradoras da fertilidade; 2) a descoberta de híbridos F_1 possuindo alta heterose sobre os melhores cultivares comerciais disponíveis e 3) disponibilidade de produção de grande quantidade de semente híbrida pela polinização cruzada.

O primeiro requisito foi resolvido através da exploração da macho esterilidade citoplasmática, descoberta em coleções selvagens utilizadas para cruzamentos distantes geneticamente. Sobre o segundo requisito, estudos realizados entre 53 cruzamentos com linhagens macho estéreis, no período de 1972 a 1974 na Província de Hunan, China, concluíram que 95% das combinações superaram os parentais em 30 a 70% no rendimento; a metade das combinações testadas deram 20 a 30% de incremento na produção de grãos comparado às variedades tradicionais e o rendimento do F_2 diminuiu em 50% comparado à geração F_1 (YUAN, 1985).

Com relação ao terceiro ítem encontram-se algumas práticas que tornariam inviável economicamente a produção de semente híbrida em larga escala nas condições brasileiras da maneira como é feita na China, pois estas envolvem o corte das folhas bandeiras, aplicação de ácido giberélico para forçar a saída da panícula e polinização suplementar através da passagem de cordas sobre as panículas (CASTRO, 1985).

Nestas condições têm havido médias de produções de semente híbrida de 1,7 ton/ha em algumas províncias, o que tem permitido baixar o seu custo e torná-la uma realidade na China, trazendo ganho adicional de produção de 1,0 a 1,2 ton/ha de grãos ou 20% acima das variedades comuns (YUAN, 1985; VIRMANI *et alii*, 1985a).

RUTGER & BOLLICH (1985) citam rendimentos superiores para os híbridos de 14% a 19% em relação a 3 variedades introduzidas (exóticas) e a 4 variedades locais, respectivamente, mas questionam sobre os custos da semente híbrida e os menores padrões de moagem obtidos nos referidos híbridos em teste. CALUB & NORCIO-LOCKER (1985), representando o ponto de

vista de uma empresa privada, foram muito mais otimistas, citando 38% de superioridade na produção dos melhores híbridos comparados às melhores variedades testemunhas. Contornam o problema da qualidade dos grãos sugerindo mercados menos exigentes que os padrões dos EUA; aprovam os híbridos para regime irrigado como os de mais alta capacidade de perfilhamento, exigindo menor gasto com semente por hectare, e melhor responsivos a níveis mais baixos de nitrogênio. Acreditam que os atributos positivos do arroz híbrido fazem dele um produto de grande potencial comercial, talvez até o sujeito de uma próxima revolução verde para os anos vindouros.

2.2. Heterose para produção e outras características

O arroz híbrido pode oferecer uma oportunidade de aumento de produtividade principalmente em áreas onde não se tem conseguido mudar o nível de rendimento. A existência de heterose em quantidade suficiente para torná-la atrativa, entretanto, é um passo decisivo no desenvolvimento de programas de produção de híbridos.

Com relação à heterose, medida em comparação à média dos pais (h), ao parental superior (hps) ou a uma testemunha comercial (htc), diversos autores observaram valores significativos para um ou mais dos seguintes componentes do rendimento: número de panículas por metro quadrado, número de grãos por panícula, porcentagem de fertilidade dos grãos e peso de 1000 grãos (SAINI & KUMAR, 1973; MURAYAMA *et alii*, 1974; DAVIS & RUTGER, 1976; VIRMANI *et alii*, 1981,1982).

VIRMANI *et alii* (1981) encontraram heterose média e heterose sobre o melhor parental com valores positivos que variaram de 1,9 a 368,9% para produção de grãos. Ao mesmo tempo observaram um menor número de panículas por metro quadrado para os híbridos, mas compensados por grãos maiores e mais cheios. Durante dois anos consecutivos (1980-1981) foram encontrados valores de h, hps e htc de 73, 59 e 34%, respectivamente, com alta correlação entre a performance dos F_1 e a média dos pais, o que não significa necessariamente a predominância de efeitos gênicos aditivos e aditivos x aditivos, conforme interpretado por VIRMANI *et alii* (1982); de fato, uma alta correlação entre média dos pais e os F_1 pode ser obtida mesmo em presença de alta heterose, sob a condição desta não se apresentar muito variável entre os híbridos, conforme mostrado por MIRANDA FILHO (1974). De um total de 202 híbridos avaliados para produção por três anos (1980-1982) encontrou-se valores positivos de hps (variando de 4,0 a 64,3%) em 63% dos casos e de htc (variando de 0,1 a 46,4%) em 50% das observações (VIRMANI *et alii*, 1982).

Entre 265 híbridos de sequeiro avaliados por CHANG *et alii* (1971), 54,7% deles produziram mais que o melhor parental e 72,5% dos híbridos tiveram produção maior que a testemunha. Alguns híbridos tiveram valores de até 79,1% de hps e de até 75,9% de htc. Também aqui uma alta correlação de 0,83 entre a média dos pais e F_1 indicou que o valor dos pais *per se* é um bom critério para sua escolha na produção do híbrido F_1. A heterose média foi de 20,3% sobre a média dos pais, 19,1% sobre a testemunha e 18,3% em relação ao parental superior (CHANG *et alii*, 1971).

Em outros trabalhos, também, a maioria dos cruzamentos apresentou heterose para mais que um componente do rendimento, com significativa htc para produção. SAINI *et alii* (1974) observaram os maiores valores de hps e de htc da ordem de 136,4 e 120,3%, respectivamente; MAURYA & SINGH (1978) observaram valores de 36,1 a 124,5% em relação ao parental superior e de 27 a 76% em relação à melhor testemunha comercial.

VIRMANI & EDWARDS (1983) fazem uma ampla revisão sobre o presente e as perspectivas futuras para o melhoramento do arroz híbrido,com destaques para heterose, macho esterilidade e restauração, fatores que afetam a polinização cruzada e a produção de sementes e considerações sobre aspectos econômicos e de qualidade dos híbridos. A heterose é vista aqui como um fenômeno de ocorrência normal em vários caracteres agronômicos do arroz, como produção, peso de grãos, número de grãos por panícula, número de panículas por planta, altura de plantas, número de dias para florescimento e vigor geral da planta, mas o requisito principal é a existência de produção de grãos com significativa superioridade em relação às melhores variedades convencionais (htc).

Heterose para altura da planta é encontrada como altamente específica de cada cruzamento e tanto valores significativamente negativos como positivos são relatados (SIVASUBRAMANIAM & MADHAVA MENON, 1973). A menor altura dos F_1 pode ser atribuída à maior sensitividade ao fotoperíodo de alguns híbridos comparados a seus parentais (VIRMANI & EDWARDS, 1983).

VIRMANI *et alii* (1981, 1982) observaram significativa htc para desenvolvimento vegetativo e produção de grãos em certas combinações híbridas, o que tem sido atribuído a uma mais eficiente distribuição da

matéria seca na planta. O índice de colheita, proporção peso de grãos para peso total da planta, também tem sido estudado por esses últimos autores.

Híbridos F_1 obtidos na China mostraram heterose para a taxa de penetração radicular, profundidade e largura da rizosfera e número de raízes adventícias e fibrilares por planta (LIN & YUAN, 1980). Também foi encontrada heterose em diversos estágios do desenvolvimento da planta, compreendendo maior peso de raízes secas e número, comprimento e diâmetro de raízes (O'TOOLE & SOEMARTONO, 1981).

Um mais forte e mais ativo sistema radicular também é observado nos híbridos, bem como um vigor vegetativo mais precoce, o que poderia melhor adaptá-los a certas condições de sequeiro em terras de baixada (VIRMANI *et alii*, 1985a). Para esses autores, ensaios conduzidos com diferentes níveis de nitrogênio resultaram em melhor htc para número de grãos por planta com menores doses desse nutriente, sugerindo maior eficiência fisiológica dos híbridos comparados às linhas puras.

Um rendimento maior para o arroz híbrido em comparação com as variedades tradicionais, da ordem de 16 a 20%, também é relatado por VIRMANI *et alii* (1985b) para híbridos experimentais e comerciais em diferentes países como Indonésia, Coréia do Sul, Índia e China.

A superioridade dos híbridos é atribuída ao acréscimo da produção de matéria seca e/ou índice de colheita e o aumento desse último

devido ao maior número de espiguetas por panícula e peso de grãos (Ponnuthurai & Virmani[1]; Ponnuthurai *et alii*[2], citados por VIRMANI *et alii*, 1985a).

2.3. Estudos sobre capacidade de combinação

Por capacidade combinatória entende-se o maior ou menor potencial que tem um indivíduo de produzir híbridos superiores. Ela ajuda o melhorista na escolha das melhores combinações, as quais podem ser usadas tanto no estabelecimento de genes favoráveis com efeitos aditivos, para a obtenção de segregantes, como para a exploração da heterose.

Assim é que compreende-se a capacidade geral de combinação como sendo o desempenho médio de uma variedade ou linhagem pura em algumas combinações híbridas. Sua informação mostra quais linhagens devem produzir os melhores híbridos quando se cruzam com muitas outras linhagens. Já a capacidade específica de combinação é um componente que se sobrepõe à capacidade geral de combinação em uma combinação híbrida específica (SPRAGUE & TATUM, 1942, VENCOVSKY, 1970).

Não são muitos os trabalhos disponíveis sobre os estudos de capacidade combinatória em variedades de arroz, apesar da quantidade de dados relatados para heterose e da utilidade desses conceitos nos programas

---

[1]PONNUTHURAI, S. & VIRMANI, S.S. Analysis of yield heterosis in rice. In: PRE-CONGRESS SCIENTIFIC MEETING ON GENETICS AND IMPROVEMENT OF HETEROTIC SYSTEMS. Coimbatore, Índia. 1983. p.1-2.

[2]PONNUTHURAI, S.; VIRMANI, S.S. & VERGARA, B.S. Comparative studies on the growth and grain yield of some rice (*Oryza sativa* L.) hybrids. *Philipp. J. Crop. Sci.*, *9*(3):183-193. 1984.

de melhoramento.

A análise dialélica é o principal esquema de cruzamento utilizado para estimar heterose e as grandezas relativas de capacidade geral (C.G.C.) e específica (C.E.C.) de combinação em arroz e trigo, sendo que nesse primeiro os resultados têm tendência a ser mais variáveis do que no segundo (VIRMANI & EDWARDS, 1983).

A predominância dos efeitos aditivos foi estabelecida para todos os componentes do rendimento, exceto número de panículas que foi afetado por um certo nível de interação não alélica (CHANG *et alii*, 1973, Li[1], citado por VIRMANI & EDWARDS, 1983). A preponderância da ação gênica aditiva também foi constatada para a expressão dos caracteres produção de grãos e número de perfilhos (SIVASUBRAMANIAN & MADHAVA MENON, 1973a), produção de grãos e número de dias para o florescimento (RANGANATHAN *et alii*, 1973b), dias para o florescimento, altura de plantas, número de perfilhos, comprimento da panícula, número de grãos por panícula, peso de 100 grãos (RAO *et alii*, 1980) e número de panículas por planta (SINGH & NANDA, 1976), com base em efeitos mais altos para C.G.C. e na sua variância também, embora esta última também seja uma função da diversidade genética dos cruzamentos.

Vários trabalhos relatam altos efeitos para C.G.C. nos parentais, associados com máximos efeitos de C.E.C. e heterose para produção nos híbridos resultantes (RANGANATHAN *et alii*, 1973a; SINGH & NANDA, 1976;

---

[1]LI, C.C. (*J.Agric.Assoc.China*), *92*:41-56, 1975.

MAURYA & SINGH, 1977; SINGH, 1977; RAHMAN *et alii*, 1981; AMIRTHADEVARATHINAM, 1983).

Em alguns outros estudos de herança têm-se constatado ação gênica dominante para produção, número de grãos por panícula e altura de plantas (RANGANATHAN *et alii*, 1973a), produção por planta, peso de 100 grãos, número de grãos por panícula, comprimento da panícula (SINGH & NANDA, 1976) e produção de grãos (SINGH *et alii*, 1977, 1979; RAO *et alii*, 1980), em função da magnitude da variância para C.E.C.. Chang[1], citado por VIRMANI & EDWARDS (1983), encontrou de um a dois pares de genes dominantes controlando a expressão da heterose para características da panícula e do grão.

Há também resultados que sugerem uma relação entre efeitos de capacidade combinatória e manifestação da heterose nos híbridos correspondentes (MOHANTY & MOHAPATRA, 1973; HAQUE *et alii*, 1981). VIRMANI & EDWARDS (1983) apontam que há uma necessidade evidente de levar mais adiante a investigação desse assunto nos programas de arroz híbrido, o que pode ser percebido pelos trabalhos apresentados até agora.

Como um fato complicador a mais cita-se a presença de interação gênica não alélica na expressão de características em alguns cruzamentos. Mas, ainda que não fixável para os métodos convencionais de desenvolvimento de variedades, poderia ser manipulada apropriadamente para aumentar a variabilidade e heterose (SIVASUBRAMANIAM & MADHAVA MENON, 1973a).

---

[1]CHANG, T.M. (*J.Agric.Res. of China*), *29*:107-114.

Tanto efeitos para C.G.C. como para C.E.C. são encontrados com valores positivos e negativos e não raro encontram-se as melhores combinações vindas de estimativas alto X baixo e vice-versa (SINGH & NANDA, 1976; RAO *et alii*, 1980). Isto condiz com o papel da diversidade genética na expressão da heterose e sua manifestação na capacidade de combinação (BREWBACKER, 1969).

Na expressão de um caráter, valores positivos e negativos para heterose muitas vezes são também encontrados sob a forma aparente de ausência de dominância, podendo ocorrer no híbrido um cancelamento de efeitos direcionados opostamente.

Na geração F_2 de um cruzamento espera-se teoricamente a metade da heterose observada no híbrido F_1, em função da perda de heterozigose. Estudos com populações F_2 e até F_3 são realizados na tentativa de se encontrar combinações que possam ser utilizadas após a geração F_1, aproveitando-se o vigor heterótico ainda existente. Valores significativos para depressão endogâmica em F_2 foram citados para produção, peso de panículas e altura de plantas (SIVASUBRAMANIAN & MADHAVA MENON, 1973a).

VIRMANI & EDWARDS (1983) relatam que a depressão endogâmica tem recebido pouca atenção em arroz e trigo, embora seja de significativa importância na fixação da superioridade dos híbridos *versus* melhoramento convencional.

CREGAN & BUSCH (1978) encontraram, para produção em trigo, significativa heterose e C.E.C. no F_1, associada com significativa depressão endogâmica de 0,23% para cada 1,0% de decréscimo na heterozigosidade, indicando a conveniência da utilização dos F_1. Citam, contudo, que a

depressão nos cruzamentos entre parentais geneticamente relacionados, embora significativa, foi substancialmente menor (de metade a um terço) do que aquela relatada em milho. Isto foi atribuído à variância genética dominante significativamente menor. Para VIRMANI & EDWARDS (1983), programas que estudam híbridos devem levar adiante a pesquisa entre heterose e depressão endogâmica.

Para a condução desse trabalho teve-se em mente que dentre as 25 combinações híbridas obtidas algumas pudessem se destacar das demais, apresentando valores altos para heterose e C.E.C., o que levaria a uma indicação de híbridos potenciais para serem estudados comercialmente.

Da mesma forma pensou-se na utilização da geração F_2 como uma opção de produção de semente híbrida a um custo mais baixo, utilizando a heterose remanescente.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Cultivares e híbridos F_1 e F_2

Os cultivares utilizados foram cinco variedades brasileiras e cinco variedades de origem africana, para maior exploração da diversidade genética. Optou-se por trabalhar com materiais mais precoces, visando respostas a um prazo menor, e adaptadas à condição de sequeiro. A Tabela 1 lista os materiais utilizados.

Os progenitores foram cruzados segundo o esquema dialélico parcial obtendo-se 25 híbridos F_1 A dificuldade na obtenção de semente híbrida fez com que se realizassem os cruzamentos por três vezes seguidas, duas no verão e uma no inverno. Todos os cruzamentos foram manuais, utilizando-se uma pequena bomba de sucção para a emasculação das flores, e feitos dentro de casa de vegetação. A geração F_2 foi obtida por autofecundação natural para também compor o experimento. Os tratamentos foram então representados pelas variedades do grupo 1 (1,2,...,5), do grupo 2 (6,7,...,10) e os híbridos F_1 e F_2 entre grupos (1x6, 1x7,...,5x10).

Tabela 1. Variedades, testemunha e respectivas origens

	Variedades		Origem
	1	CNA 791041	Brasil
	2	IREM 873-2-6	"
Grupo 1	3	Guaíra Amarelo	"
	4	3 Meses Amarelo	"
	5	Precoce Branco	"
	6	IRAT 103	África
	7	IRAT 141	"
Grupo 2	8	IRAT 144	"
	9	7384	"
	10	7441	"
	Testemunha	IAC 165	Brasil

Os ensaios de avaliação dos cruzamentos compreenderam, então, 25 híbridos F_1 em uma área e os 25 respectivos F_2 ao lado, no mesmo ambiente. Ambos os ensaios foram acompanhados dos 10 parentais além de uma testemunha comercial (à parte do delineamento experimental). A geração F_1 foi separada da geração F_2 por motivo de tamanho de parcela diferente, pois dispunha-se de maior quantidade de semente F_2.

3.2. Áreas experimentais e delineamento estatístico

O delineamento estatístico utilizado foi o de blocos casualizados com 4 repetições e dois ambientes distintos pertencentes ao Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (CNPAF), da EMBRAPA, em Goiânia-GO, durante o ano agrícola de 1984/85. Ambos os ensaios foram adubados com a fórmula 4-30-10 e não sofreram adubação em cobertura. Nas parcelas aplicou-se Aldrin 40% em polvilhamento após a semeadura.

O ambiente 1 representa um solo tipo "Mata" (Latossolo Vermelho Escuro) e o ambiente 2 um solo de "Cerrado" (Latossolo Vermelho Amarelo). No ambiente 1 a adubação de plantio foi duas vezes maior que no ambiente 2, visando acentuar ainda mais a diferença de ambientes.

As parcelas foram, tanto no ambiente 1 como no ambiente 2, de duas fileiras de 1,30 metros para os híbridos F_1 e de quatro fileiras de 3,0 metros para o F_2. O espaçamento entre linhas foi de 0,50 metro. Os dois ensaios, F_1 e F_2, apresentavam o mesmo número de tratamentos, ou seja, 25 híbridos, os 10 parentais e uma testemunha comercial, não analisada pelo delineamento.

No ensaio com F_1 foram plantadas 13 sementes na linha, espaçadas de 0,10m. As sementes F_1 foram plantadas nuas, visto que no processo de emasculação das flores as glumas são cortadas transversalmente para facilitar a retirada das anteras. No ensaio com F_2 plantou-se 20 sementes (sementes normais, com casca) por metro linear.

A área útil utilizada do F_1 foi a total da parcela, enquanto que a do F_2 foi de apenas duas fileiras centrais.

3.3. Caracteres estudados e coleta de dados

Foram estudados neste trabalho: o peso de 100 grãos (P_{100}), o número de grãos por panícula (NGP), o número de panículas por planta (NPP) e a produção estimada (PROD E). A produção observada não foi analisada por causa da influência da bruzone (*Pyricularia oryzae*) sobre o enchimento de grãos.

Tanto no F_1 como no F_2 coletou-se uma panícula por planta (panícula principal ou não) para que fossem feitas determinações de NGP e P_{100} e em seguida colheu-se o restante da produção da parcela. Para a obtenção da variável NPP contou-se o número total de panículas (NTPA) da parcela e o respectivo número de plantas. De posse das variáveis NTPA, NGP e P_{100} obteve-se a PROD E segundo a fórmula: PROD E = (NTPA x NGP x P_{100})/100.

3.4. Análise estatístico-genética

Todas as análises feitas nesse estudo estão divididas entre as duas gerações, F_1 e F_2, e para os dois ambientes, Mata e Cerrado, perfazendo 4 análises individuais.

3.4.1. Média dos caracteres estudados

As médias dos caracteres foram calculadas com base em quatro repetições, exceto para o ensaio com F_2 no ambiente 1 e o ensaio com F_1 no ambiente 2, onde foram consideradas apenas 3 repetições por motivo de perda de várias parcelas da 4ª repetição.

Para o ensaio com F_1 no ambiente 2 não se dispunha da média de dois tratamentos, 3 x 10 e 5 x 9, por falta de semente híbrida. Para a análise do dialélico com o modelo completo, optou-se por estimar esses dados,

com base no outro ambiente. Fez-se isso somando-se a média geral para o ambiente 2 às estimativas de parâmetros obtidas para o ambiente 1 correspondentes ao cruzamento perdido ($\hat{v}_i$, $\hat{v}_j$, $\hat{\bar{h}}$, $\hat{h}_i$, $\hat{h}_j$, $\hat{s}_{ij}$), seguindo o modelo estatístico-genético apresentado no ítem 3.4.4.

Para o ensaio com F_2 em ambos os ambientes não se dispunha das médias dos tratamentos 2 x 6 e 2 x 8. Estimou-se da mesma maneira que o caso anterior, só que utilizou-se aqui os dados da geração F_1 para calcular o F_2 e levou-se em conta que a heterose é reduzida pela metade de uma geração para outra subsequente.

No ensaio com F_2 em ambos os ambientes também faltou o tratamento 6 para duas variáveis, número de panículas por planta (NPP) e produção estimada (PROD E). No caso da variável NPP a estimação da média desse tratamento foi feita usando-se a média geral do F_2 naquele ambiente somado ao efeito de variedade (v_6) obtido das estimativas de parâmetros para o F_1. Para o caso da PROD E usou-se, além disso, multiplicar o efeito varietal (v_6) pelo quociente obtido da relação média geral do F_2 pela média geral do F_1 nos respectivos ambientes, em função do tamanho de parcela ser maior para o F_2.

Essas estimações foram feitas para que todos os tratamentos tivessem suas médias compondo a análise do dialélico, mas obviamente tais procedimentos introduzem erros adicionais no sistema de análise.

3.4.2. Heteroses

Três tipos de heterose foram calculadas: h - heterose do híbrido em relação à média dos dois parentais; hps - heterose sobre o pai

superior e htc - heterose do híbrido em relação à testemunha comercial. Esta última utilizou-se para comparar a produção dos híbridos com uma variedade comercial e, embora não seja uma característica genética, foi chamada de heterose para acompanhar as citações de outros autores. Após esses cálculos os valores de heterose foram convertidos em porcentagens em relação aos três tipos de comparações.

No ensaio com a geração F_2 a heterose foi calculada levando-se em conta que metade da heterozigose do F_1 é perdida em relação à geração F_2, ou seja, teoricamente a média de um híbrido em F_2 é:

Híbrido F_2 = Média dos Pais + Heterose/2

3.4.3. Análises preliminares

Inicialmente os dados dos ensaios foram submetidos a uma análise da variância em blocos casualizados, conforme decomposição na Tabela 2. Posteriormente utilizou-se o quadrado médio do resíduo para a análise da variância do dialélico parcial.

Os dados foram submetidos à análise conjunta para dois ambientes, mas prevaleceu a apresentação das análises individuais.

Tabela 2. Análise da variância segundo o delineamento em blocos ao acaso para os caracteres com 4 repetições, para cada geração e ambiente

FV	GL	QM	F
Repetições	3	-	-
Populações	34	QM_1	QM_1/QM_7
Var. Brasileiras (VB)	4	QM_2	QM_2/QM_7
Var. Africanas (VA)	4	QM_3	QM_3/QM_7
Híbridos	24	QM_4	QM_4/QM_7
VB *vs* VA	1	QM_5	QM_5/QM_7
Variedades *vs* Híbridos	1	QM_6	QM_6/QM_7
Resíduo	102	QM_7	-

3.4.4. Cruzamentos dialélicos: estimativas de parâmetros e capacidades combinatórias

A interpretação dos cruzamentos dialélicos parciais através da análise das capacidades combinatórias seguiu o modelo de GARDNER & EBERHART (1966), adaptado por MIRANDA FILHO & GERALDI (1984),

$$Y_{ij} = \mu + \alpha d + \frac{1}{2}(v_i + v_j) + \theta(\bar{h} + h_i + h_j + s_{ij}) + \bar{e}_{ij} ,$$

onde os termos representam:

Y_{ij}: média do cruzamento entre a variedade i do grupo 1 e a variedade j do grupo 2.

μ : média de todas as variedades

α : coeficiente condicional: $\alpha=1$ para Y_{ii}, $\alpha=-1$ para Y_{jj} e $\alpha=0$ para híbridos

d : medida da diferença entre as médias dos dois grupos de variedades

v_i : efeito de variedades do grupo 1 (brasileiras)

v_j : efeito de variedades do grupo 2 (africanas)

$\bar{h}$: heterose média de todos os cruzamentos

h_i : efeitos de heterose varietal relativos ao grupo 1 de variedades

h_j : efeitos de heterose varietal relativos ao grupo 2 de variedades

s_{ij}: heterose específica do cruzamento ij

θ : coeficiente condicional: $\theta=0$ para variedades e $\theta=1$ para híbridos

Para a obtenção das somas de quadrados da análise da variância, com base no modelo matemático citado, utilizou-se o método dos quadrados mínimos através do agrupamento dos dados na forma matricial, onde a equação

$$Y = X\beta + \varepsilon \text{ representa:}$$

Y = matriz de médias observadas

X = matriz dos coeficientes

β = o vetor dos parâmetros

ε = o vetor que representa os desvios do modelo

A equação acima soluciona-se pelo método dos quadrados mínimos, sob a restrição de que o somatório dos desvios de cada parâmetro seja zero, ou seja $\Sigma v_i = \Sigma v_j = \Sigma h_i = \Sigma h_j = \Sigma s_{ij} = 0$.

A análise da variância dos cruzamentos dialélicos parciais, segundo MIRANDA FILHO & GERALDI (1984), tem o padrão descrito na Tabela 3, tanto para o F_1 como para o F_2 e em cada ambiente.

Tabela 3. Modelo para a análise da variância segundo um esquema de cruzamentos dialélicos parciais (5 x 5), baseado no modelo de MIRANDA FILHO & GERALDI (1984)

FV	GL	QM	F
Populações	34	QM_1	QM_1/QM_9
Variedades (1)	4	QM_2	QM_2/QM_9
Variedades (2)	4	QM_3	QM_3/QM_9
Grupos	1	QM_4	QM_4/QM_9
Heteroses	25	-	
H. média	1	QM_5	QM_5/QM_9
H. variedades (1)	4	QM_6	QM_6/QM_9
H. variedades (2)	4	QM_7	QM_7/QM_9
H. específica	16	QM_8	QM_8/QM_9
Resíduo		QM_9	

QM_9: Quadrado médio residual da análise preliminar, ajustado para médias. Populações incluem variedades e cruzamentos F_1 ou F_2.

Aqui a heterose total (h_{ij}) é atribuída à heterose média ($\bar{h}$), à contribuição média de cada variedade à heterose em todos os seus cruzamentos (h_i e h_j) e ao efeito específico do cruzamento ij (s_{ij}), segundo GARDNER (1965), ou seja:

$$h_{ij} = \bar{h} + h_i + h_j + s_{ij}$$

A capacidade geral de combinação das variedades é comumente medida pelo parâmetro g (GRIFFING, 1956) que, conforme mostram GERALDI & MIRANDA FILHO (1988), corresponde a: $\hat{g}_i = \frac{1}{2}\hat{v}_i + \hat{h}_i$ e $\hat{g}_j = \frac{1}{2}\hat{v}_j + \hat{h}_j$, para os grupos (1) e (2), respectivamente.

As estimativas dos parâmetros ($\hat{\mu}$, $\hat{v}_i$, $\hat{v}_j$, $\hat{\bar{h}}$, $\hat{h}_i$, $\hat{h}_j$, $\hat{s}_{ij}$, $\hat{g}_i$, $\hat{g}_j$) foram obtidas como citado anteriormente, pelo método dos quadrados mínimos, através das equações matriciais, baseado em médias de r repetições. Para a análise da geração F_1, o processo de análise da variância e as estimativas dos parâmetros equivalem às fórmulas dadas por MIRANDA FILHO & GERALDI (1984).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Médias e heteroses para as gerações F_1 e F_2 em cada ambiente

As médias e heteroses para os quatro caracteres, quais sejam, peso de 100 grãos (P_{100}), número de grãos por panícula (NGP), número de panículas por planta (NPP) e produção estimada (PROD E), encontram-se nas Tabelas 4 a 7 e 8 a 11 para as gerações F_1 e F_2, respectivamente. Os números encontram-se aproximados para uma casa decimal no caso das médias (exceto P_{100}, com duas casas decimais) e das heteroses, para efeito de apresentação.

Os valores de média para todos os caracteres foram maiores para o ambiente 2 (Cerrado) nas duas gerações, F_1 e F_2, à exceção do caráter peso de 100 grãos que foi maior para o ambiente 1 (Mata) no ensaio com F_1. Embora o ambiente 1 representasse um solo de melhor fertilidade que o ambiente 2, a maior ocorrência de bruzone (*Pyricularia oryzae*) no ambiente 1 determinou menores resultados para os componentes de produção no primeiro ambiente. Além disso baixas precipitações durante o período de cultivo não permitiram respostas acentuadas para o ambiente mais favorável.

Para as heteroses, calculadas em porcentagens, tanto houve altos valores positivos como negativos, o que normalmente se encontra na literatura (SAINI *et alii*, 1974; VIRMANI *et alii*, 1985b, entre outros).

No peso de 100 grãos (P_{100}) a heterose em F_1 (Tabela 4) variou, nos dois ambientes, de -10,8 a 13,6% sobre a média dos pais (h%), de -16,3 a 8,1% sobre o parental superior (hps%) e de -18,0 a 20,4% em relação à testemunha comercial ou padrão (htc%). No ensaio com F_2 (Tabela 8) os valores de heterose foram de -31,3 a 38,3% para h%, de -54,2 a 25,3% para hps% e de -31,0 a 35,5% para htc%. Os valores mais altos de heterose foram para a geração F_2. Na heterose relacionada à média dos pais predominaram os valores positivos. A variedade 8 participa dos cruzamentos onde aparecem os valores mais altos para htc%, o que se explica pelo alto valor médio deste parental em todas as gerações e ambientes. A variedade 4 produziu híbridos F_1 muito heteróticos no ambiente 2, principalmente com a variedade 8.

Para o caráter número de grãos por panícula (NGP) os valores de heterose para o F_1 oscilaram, entre os dois ambientes, de -27,9 a 31,2% para h%, de -37,3 a 22,4% para hps% e de -31,0 a 36,1% para htc% (Tabela 5). No F_2 os valores obtidos foram de -50,2 a 38,9% para h%, de -97,3 a 25,6% para hps% e de -41,5 a 149,4% para htc%, entre os dois ambientes (Tabela 9). Também aqui a geração F_2 contribuiu com os maiores valores para as heteroses. O ambiente 1 apresentou todos os valores de hps negativos, tanto no F_1 como no F_2, o que era de se esperar em razão das médias elevadas dos parentais africanos neste ambiente. Os maiores valores de média para a variedade 9 permitiram a ocorrência dos valores mais altos

para htc, principalmente quando cruzada com a variedade 1. A mesma variedade 1 participa de todos os cruzamentos com maiores valores do F_2 ambiente 1. A variedade 7 também participa dos maiores valores para h% e hps% no F_1 ambiente 2 e ambos ambientes no F_2.

No caráter número de panículas por planta (NPP) a variedade 10 participou elevando positivamente os valores de heterose na geração F_1, ao passo que as variedades 8 e 9 o fizeram para a geração F_2. A variedade 6 promoveu altos valores de htc para todas as gerações e ambientes, exceto F_1 no ambiente 2, em função das suas altas médias *per se*. Todos os valores de htc para as duas gerações e ambientes foram positivos, à exceção de um cruzamento no F_2 ambiente 1, devido aos baixos números obtidos para a testemunha padrão nestas situações. As variações para as heteroses obtidas no F_1 são de -25,2 a 26,0% para h, -37,0 a 24,7% para hps e de 38,9 a 190,4% para htc, com predomínio de valores extremos para o ambiente 2 (Tabela 6). No ensaio de F_2 encontraram-se oscilações de -40,9 a 71,9% para h, de -51,6 a 51,5% para hps e de -16,0 a 125,4% para htc (Tabela 10).

Com relação à variável produção estimada (PROD E) todos os valores para htc são positivos na geração F_1 e predominam positivos também para a geração F_2, em função de baixos valores encontrados para a testemunha padrão, principalmente na geração F_1. A variedade 9 participa dos valores mais altos para h nas duas gerações a ambientes, onde tem médias relativamente altas, principalmente no ambiente 2. O mesmo ocorre com relação à htc, exceto F_1 no ambiente 1. O cruzamento 1 x 9 mostrou-se altamente heterótico na geração F_2 para os três tipos de heterose calculados, à exceção de F_2 no ambiente 2. Como nem todas essas situações apresentavam

as médias parentais das variedades 1 e 9 como superiores às demais, acredita-se que este seja um híbrido promissor na geração F_2.

Os valores para as heteroses na geração F_1 variaram de -34,4 a 60,5% para h, de -47,4 a 34,0% para hps e de 4,5 a 175,6% para htc (Tabela 7). Já para a geração F_2 tais estimativas variaram de -99,3 a 160,5% para h, de -124,2 a 87,7% para hps e de -49,0 a 216,3% para htc, com os números mais extremos deslocados para o ambiente 1 (Tabela 11). A geração F_2 apresenta-se com grandezas maiores para os três tipos de heteroses e com consequente maior amplitude de variação do que a F_1.

Com base nesses dados vemos que para os 3 tipos de heteroses calculados encontram-se valores muito altos para os híbridos, tanto F_1 como F_2. Com exceção da variável P_{100} no ambiente 1 e da hps para NGP de F_1 no ambiente 1, todos os demais caracteres apresentaram, em F_1 e F_2 e para os três tipos de heteroses, pelo menos um cruzamento com 25% de superioridade na comparação realizada. Esta porcentagem de superioridade nos caracteres ligados à produção é tida como ponto de partida para se pensar em um programa de produção de híbridos de arroz (VIRMANI *et alii*, 1985a; YUAN, 1985; RUTGER & BOLLICH, 1985).

4.2. Análises preliminares individuais

As análises preliminares foram apresentadas individualmente em razão da significância da interação com ambientes, para o desdobramento de tratamentos, na maioria dos caracteres. Os resultados encontram-se nas Tabelas 12 a 15. Os números referentes aos QM foram aproximados para duas casas decimais, exceto para P_{100} que utilizou 4 casas decimais, para efeito de apresentação.

Na Tabela 12, para o caráter peso de 100 grãos (P_{100}), os quadrados médios mostraram-se altamente significativos (a nível de 1% de probabilidade) para variedades africanas e híbridos F_1 e F_2, indicando comportamentos mais variáveis para o grupo dessas variedades e heteroses também altas nos seus cruzamentos, o que pode ser notado nos valores positivos de h nas Tabelas 4 e 8. Já as variedades brasileiras mostram menores variações dentro de seu grupo.

O contraste V_B *versus* V_A mostra-se significativo (a nível de 5% de probabilidade) apenas em F_2, onde vê-se maiores diferenças entre variedades brasileiras e africanas, principalmente no ambiente 2. No contraste variedades *versus* híbridos aparecem as significâncias na maioria das análises.

O caráter número de grãos por panícula (NGP) também apresentou os quadrados médios mais elevados para o grupo de variedades africanas, para os híbridos resultantes e para o contraste V_B *vs* V_A. Pode-se verificar aí maiores valores médios para as variedades do segundo grupo, principalmente no F_2, bem como valores altos para as heteroses (Tabelas 13, 9 e 5).

Para o número de panículas por planta (NPP) temos os menores quadrados médios para variedades brasileiras e variedades *versus* híbridos, exceto no F_2 ambiente 1 (Tabela 14). As variedades africanas mostram significativos quadrados médios em relação às brasileiras, exceto no F_2 ambiente 1. O contraste V_B *vs* V_A apresenta elevados QM, principalmente no F_1. Os híbridos apresentam valores relativamente altos para heterose (Tabelas 6 e 10).

Para o caráter produção estimada (Tabela 15) encontramos os maiores quadrados médios para o contraste V_B *versus* V_A, acentuado pelos maiores valores das variedades africanas para as duas gerações.

No geral pode-se verificar que os quadrados médios para o desdobramento de populações apresentaram valores significativamente altos. As variedades brasileiras diferem, para todos os caracteres, das variedades africanas, apresentando, porém, para surpresa nossa, menores médias que as africanas. Isto pode ser explicado por uma condição semelhante para cultivo desses materiais tanto aqui como na África. Quanto às estimativas de heterose, os valores tanto positivos como negativos também impressionaram.

4.3. Análise da variância dos cruzamentos dialélicos parciais

Nas Tabelas 16 a 19 encontram-se as análises da variância dos cruzamentos dialélicos parciais, segundo o modelo de GARDNER & EBERHART (1966), adaptado por MIRANDA FILHO & GERALDI (1984), para os quatro caracteres em estudo.

Para o caráter P_{100} os QM mostram os maiores valores para variedades africanas, sendo altamente significativos em todos os casos, como consequência de médias maiores e mais dispersas deste grupo de variedades nos quatro ensaios (Tabela 16). A heterose média foi significativa para todas as análises, mostrando que em média o contraste $\bar{h} = \bar{H} - \bar{V}$ apresenta-se como estatisticamente diferente de zero. A heterose específica ou C.E.C. manifestou significância apenas em F_2 no ambiente 1, indicando que neste caráter a expressão de diferenças entre cruzamentos não se

manifesta facilmente utilizando quaisquer materiais divergentes, o que também pode ser visto pela não persistência da significância para efeitos de heteroses varietais.

O caráter NGP apresentou quadrados médios altamente significativos para variedades brasileiras e africanas, exceto para variedades brasileiras em F_2 no ambiente 1, sendo muito maiores os valores para as variedades do segundo grupo, principalmente no F_2 (Tabela 17). Isto mostra as diferenças de performance para os dois grupos de variedades e pode ser verificado também pelos efeitos de grupo como fonte de variação.

A heterose média manifestou significância apenas em F_1 no ambiente 1. Os QM para heterose de variedades africanas foram significativos em todas as situações, menos em F_1 no ambiente 1, e a heterose específica foi significativa apenas em F_1 no ambiente 2. Na contribuição para a heterose total (h_{ij}) em F_2 predominaram os efeitos de heterose varietal das variedades africanas; os demais componentes provavelmente tiveram muitos dos seus efeitos cancelados e contribuíram menos para o total da heterose.

A variável NPP apresentou significâncias estatísticas apenas para variedades africanas (exceto F_1 no ambiente 2) e grupos, o que corresponde a dizer que houve diferenças entre as médias dos dois grupos de variedades, predominando maiores valores e quadrados médios para as variedades africanas.

A heterose média, a heterose de variedades africanas e a heterose específica tiveram significância apenas para F_2 no ambiente 1, para F_1 no ambiente 2 e para F_2 no ambiente 1, respectivamente, denotando

pequenas contribuições para a heterose total (Tabela 18). A não significância para qualquer tipo de heterose em F_1 no ambiente 1 e em F_2 no ambiente 2 também mostra isto, mas as médias para esse caráter foram obtidas dos ensaios com menores coeficientes de determinação para a análise do modelo em blocos ao acaso, o que nos permite olhar com certa reserva para esses resultados (Tabela 14).

Para o caráter PROD E obteve-se significância dos QM para variedades brasileiras apenas para F_2 no ambiente 2; para variedades africanas foram significativos para F_1 no ambiente 2 e para F_2 no ambiente 2, onde os valores foram significativamente maiores do que os das variedades brasileiras (Tabela 19). Isso atesta que a performance das variedades africanas é superior à das variedades brasileiras.

A heterose média apresentou-se significativa apenas em F_1 no ambiente 2 e em F_2 no ambiente 1.

Para efeitos de heterose varietal apenas a geração F_2 se destaca, com significâncias para heterose de variedades africanas nos dois ambientes e superiores aos de heterose de variedades brasileiras (significativo apenas para F_2 no ambiente 2), principalmente para F_2 no ambiente 1, o que reforça o penúltimo parágrafo.

Na heterose específica as gerações F_1 e F_2 apresentaram significâncias para o ambiente 2. A geração F_2 no ambiente 2 foi também a situação onde ocorreram os QM mais significativos para os componentes de heterose total.

4.4. Estimativas de parâmetros genéticos: capacidade geral e específica de combinação

Segundo o modelo de MIRANDA FILHO & GERALDI (1984), as estimativas dos parâmetros genéticos $\hat{\mu}$, $\hat{v}_i$, $\hat{v}_j$, $\hat{\bar{h}}$, $\hat{h}_i$, $\hat{h}_j$, $\hat{g}_i$, $\hat{g}_j$ e $\hat{s}_{ij}$ são dadas nas Tabelas 20 a 31. Todos os valores foram aproximados para quatro casas decimais para efeito de apresentação.

O caráter P_{100} apresenta, em F_1 e F_2, as maiores estimativas dos efeitos varietais ($\hat{v}_i$) para as variedades 3, 4 e 5, no grupo das brasileiras, com predomínio para a variedade 3 no ambiente 1. No grupo das variedades africanas as maiores estimativas são para as variedades 8 e 9, com predomínio da variedade 8 (Tabela 20). Isto está de acordo com os valores médios observados para as variedades.

As maiores estimativas para heterose varietal no grupo 1 ($\hat{h}_i$) foram das variedades 2 e 4 e 4 e 1 para F_1 e F_2, respectivamente. No grupo das variedades africanas ($\hat{h}_j$) foram para as variedades 9 e 8 no F_1 e 7 no F_2, respectivamente para os dois ambientes (Tabela 20).

As estimativas de $\hat{g}_i$ e $\hat{g}_j$ apresentaram os maiores valores para as variedades 3 e 8 no F_1. No F_2 foram para as variedades 4 e 1 no grupo das brasileiras, respectivamente para os ambientes 1 e 2, e para a variedade 8 no grupo das africanas nos dois ambientes (Tabela 24). Isso coloca as variedades 3 e 8 como as de melhor capacidade geral de combinação para o caráter peso de 100 grãos. Como esses valores mantêm uma boa correspondência com os maiores valores observados para as médias, infere-se que as performances parentais representam bem a capacidade combinatória

geral das variedades. De fato, os maiores valores de $\hat{g}_3$ e $\hat{g}_8$ decorrem dos maiores valores de $\hat{v}_3$ e $\hat{h}_3$ e de $\hat{v}_8$ e $\hat{h}_8$, de conformidade com as relações $\hat{g}_i = 1/2\ \hat{v}_i + \hat{h}_i$ e $\hat{g}_j = 1/2\ \hat{v}_j + \hat{h}_j$ (GERALDI & MIRANDA FILHO, 1988).

A maioria das situações apresentadas mostrou maiores valores para o grupo das variedades africanas do que para as variedades brasileiras, o que revela uma maior diversidade dentro do grupo das africanas quanto aos seus valores genéticos, tanto como tais quanto em cruzamento com o grupo das brasileiras.

As estimativas de $\hat{s}_{ij}$ apresentaram os maiores valores para os cruzamentos 3 x 7 e 5 x 10 respectivamente para o F_1 nos ambientes 1 e 2. Para o F_2 sobressaíram-se os cruzamentos 5 x 6 e 1 x 7 nos ambientes 1 e 2, respectivamente (Tabela 28). Vê-se aqui duas variedades participando das melhores combinações heteróticas específicas, a 5 e a 7. Ambas, porém, apresentam valores negativos para C.G.C.. Entretanto, pela análise da variância somente os efeitos de C.E.C. para a geração F_2 no ambiente 1 merecem maior credibilidade estatística.

Os maiores valores para o F_1 são obtidos das estimativas de C.G.C., que superam os de C.E.C. em mais de duas vezes nos dois ambientes; no F_2 os maiores valores são obtidos na C.E.C..

Para o caráter NGP as estimativas dos efeitos de variedades ($\hat{v}_i$ e $\hat{v}_j$) mostram os maiores valores, no grupo 1, para as variedades 5 e 1 em ambas as gerações, F_1 e F_2, nos dois ambientes, enquanto que no grupo das africanas a variedade 9 mostrou as maiores estimativas em todas as gerações e ambientes, o que condiz com as médias observadas (Tabela 21).

As estimativas de heterose varietal ($\hat{h}_i$ e $\hat{h}_j$) mostraram maiores valores, no grupo 1, para as variedades 3 e 4 no F_1 e 1 e 5 no F_2, enquanto que no grupo 2 destacou-se a variedade 9 em todas as situações, exceto no F_2 ambiente 2 onde foi superada apenas pela variedade 7 (Tabela 21).

Para as estimativas de C.G.C., a variedade 5 do grupo 1 mostrou-se com os maiores valores em todas as situações, exceto no F_2 ambiente 1 onde a variedade 1 foi superior (Tabela 25). No grupo das africanas a variedade 9 foi superior às demais em todas as situações.

Aqui também se confirmam maiores valores para o grupo de variedades africanas para todas as estimativas nas duas gerações e ambientes, acentuando uma maior diversidade entre os potenciais heteróticos dessas variedades. Os valores superiores de $\hat{g}_5$ e $\hat{g}_9$ são também atribuídos aos respectivos valores de $\hat{v}$ e $\hat{h}$.

Para as estimativas de C.E.C. os maiores valores foram para os cruzamentos 4 x 8 e 5 x 7 no F_1, nos ambientes 1 e 2, respectivamente, e para 4 x 8 e 1 x 9, ambientes 1 e 2, no F_2 (Tabela 29). Os três híbridos citados são os que sobressaem de uma análise global das duas gerações nos dois ambientes. As variedades 4 e 8 participam das melhores combinações heteróticas específicas do ambiente 1, tanto do F_1 como do F_2, apesar de possuírem estimativas de C.G.C. negativas; por outro lado as variedades 1, 5 e 9 mostram-se com altas estimativas de C.G.C. Isto evidencia a importância tanto de efeitos aditivos como não aditivos influenciando a expressão do NGP.

Para a NPP, as variedades 2 e 5 no grupo de variedades brasileiras foram as que apresentaram consistentemente os maiores valores nas duas gerações e em ambos os ambientes. Por outro lado, no grupo das variedades africanas sobressaiu-se a variedade 6 em ambas as gerações, exceto no F_1 ambiente 1, onde foi superada pela variedade 7 (Tabela 22).

Aqui as estimativas de $\hat{v}_i$ e $\hat{v}_j$ mostraram uma maior discriminação no grupo das variedades africanas em comparação com o grupo das variedades brasileiras ($\hat{v}_j > \hat{v}_i$).

Para as estimativas dos efeitos de heterose varietal no grupo das variedades brasileiras predominaram os maiores valores para as variedades 3 e 4 nas quatro situações (duas gerações e dois ambientes); a variedade 2 foi também expressiva na geração F_1 no ambiente 1. Para o grupo das variedades africanas predominou a variedade 10 para o F_1 e as variedades 6 e 8 nos ambientes 1 e 2 do F_2 (Tabela 22). Estas estimativas são todas de maior magnitude para o grupo das variedades africanas, exceto no F_2 ambiente 2.

Com isso as estimativas dos efeitos de C.G.C. ($\hat{g}_i$ e $\hat{g}_j$) tiveram, no grupo das variedades brasileiras, os seus maiores valores para a variedade 3 em todas as gerações e ambientes exceto no F_1 ambiente 1 onde predominou a variedade 2. No grupo das africanas, a variedade 6 foi a que sobressaiu consistentemente em relação à C.G.C.. Outras variedades tiveram expressão em situações específicas (Tabela 26).

Para as estimativas de C.E.C. observou-se que os cruzamentos 1 x 10, 3 x 9, 4 x 8 e 5 x 6 foram os que se apresentaram consisten-

temente mais expressivos em todas as situações (Tabela 30). Isto evidencia uma boa capacidade combinatória para essas combinações, visto que na geração F_2 ainda persistem com altos valores de heterose específica em relação aos demais cruzamentos.

Nesta variável (NPP) os maiores valores predominaram para as estimativas de C.E.C., com proporções iguais ou maiores que 1,9 vezes em relação à C.G.C., em todas as situações, exceto para o F_1 ambiente 1 onde elas se equivaleram. Isto pode assegurar que na expressão desse caráter os híbridos são fortemente influenciados por efeitos não aditivos.

Para o caráter PROD E as estimativas dos efeitos varietais mostraram maiores valores, no grupo das variedades brasileiras, para a variedade 5 em todas as gerações e ambientes. No caso do grupo de variedades africanas, as que mais se destacaram foram as variedades 7 e 9 para os ambientes 1 e 2 do F_1, respectivamente, e as variedades 10 e 9 para os dois ambientes do F_2 (Tabela 23).

Pode ser visto que a variedade 9 se destacou no ambiente 2, para as duas gerações, e que os maiores valores foram das estimativas do grupo de variedades africanas.

Para os efeitos de heterose varietal, no grupo das variedades brasileiras, as variedades 4 e 1 foram as que se apresentaram mais expressivas, de modo geral. A variedade 3 se destacou no F_2 ambiente 2. No grupo das variedades africanas o destaque foi para a variedade 9 em todas as gerações e ambientes, exceto no F_1 ambiente 1, onde foi superada apenas pela variedade 6 (Tabela 23).

Os efeitos de heterose varietal foram de maior magnitude para o grupo das variedades brasileiras no F_1 e para as variedades africanas na geração F_2.

Para as estimativas de C.G.C. os maiores valores, no grupo das variedades brasileiras, foram para as variedades 5 e 4 nos ambientes 1 e 2 do F_1, respectivamente, e para a variedade 1 nos dois ambientes do F_2. No grupo das variedades africanas o destaque foi para a variedade 9 em todas as situações, exceto no F_1 ambiente 1, onde foi superada apenas pela variedade 6 (Tabela 27).

Para as estimativas de C.E.C. os cruzamentos 4 x 8, 4 x 9 e 5 x 6 foram os que se apresentaram mais consistentes, de modo geral. Na geração F_2 o cruzamento 1 x 9 apresentou elevados valores para os dois ambientes (Tabela 31).

No ambiente 1 os maiores valores das estimativas para C.E.C. foram, em média, superiores aqueles para C.G.C. nas duas gerações, F_1 e F_2. Já no ambiente 2 os valores para C.G.C. superaram, em média, aqueles de C.E.C. para as duas gerações.

4.5. Considerações Gerais

De modo geral, para os caracteres estudados neste trabalho, a importância relativa da heterose e dos efeitos de C.G.C. e C.E.C. variou de caráter para caráter entre os diversos cruzamentos, conforme encontrado por MOHANTY & MOHAPATRA (1973). Em trigo, NETTEVICH (1968) já apontava que o grau de manifestação da heterose dependia de condições climáticas e agronômicas, podendo-se encontrar para as mesmas combinações resultados

diferentes em anos distintos. Resultados dessa situação foram obtidos em triticale por OETTLER *et alii* (1988). NETTEVICH (1968) cita ainda que no caso do caráter produção de grãos, dependendo da combinação, a heterose pode ser conferida por um único ou por vários componentes da produção juntos. O mesmo já dizia BRIGGLE na sua revisão de 1963. Isto ajuda a entender os resultados do presente trabalho mostrando valores diversos para a heterose em alguns cruzamentos, em função de dois ambientes com condições bem distintas. NIENHUIS & SINGH (1986), estudando capacidade de combinação em feijão, também ressalvam a obtenção de interações com ambientes sugerindo que o híbrido F_1 pode não manifestar uma grande adaptação.

Outro aspecto que pode contribuir para a falta de heterose para produção de grãos é a esterilidade de espiguetas. Embora não incluída neste trabalho, a avaliação da esterilidade de híbridos em arroz pode ser medida quando outro fator não é causador de grãos chochos, como uma doença, por exemplo. CHANG *et alii* (1973) mostram a esterilidade colaborando para a falta de heterose na produção de grãos, inclusive comenta sobre a restrição à variação total de recombinações atingíveis nas populações F_2 correspondentes. Estes autores não encontraram heterose sobre o parental superior nos caracteres NPP, produção de grãos e outros também. Tampouco observaram depressão endogâmica em F_2 para qualquer componente da produção, atribuindo estes fatos principalmente aos efeitos aditivos envolvidos nestes caracteres, conferindo com os dados obtidos em trigo por CREGAN & BUSCH (1978).

No presente trabalho os valores mais altos de heterose foram obtidos para a geração F_2 nos caracteres P_{100}, NGP e PROD E. Para OETTLER *et alii* (1988), em triticale, houve caso de heterose em F_2 maior

do que em F_1 para produção, quando se utilizou no cruzamento trigo com maior heterozigose. No geral um alto valor de heterose esteve presente na geração F_2 e a explicação desses autores é de que durante a multiplicação de F_1 para F_2 a seleção não intencional tem cedido lugar a melhor estabilidade e fertilidade em F_2, além de ocorrerem maiores irregularidades meióticas em F_1. No nosso caso, a única diferença morfológica observada foi que a semente de arroz em F_2 estava com casca e o híbridos F_1 sem a casca. De qualquer modo, a literatura registra uma instabilidade fenotípica da heterose como um fenômeno comum em cereais de grãos pequenos, como trigo, centeio, triticale, arroz, etc. (OETTLER *et alii*, 1988).

NETTEVICH (1968) encontrou uma clara diminuição da produção de trigo em F_2 e associou heterose com C.E.C.. Para ele a manifestação da heterose é de caráter restrito e a elevação da produção se consegue cruzando variedades de alto rendimento, as quais diferem em caracteres agronômicos e origem mas são produtivos em certas condições. Condições específicas em arroz também levam à obtenção de produções diferentes. Para o caráter P_{100}, em F_1, por exemplo, obtiveram-se as maiores estimativas oriundas da C.G.C., com as médias dobradas em relação à C.E.C., nos dois ambientes, enquanto que na geração F_2 as estimativas médias se equivaleram. Isto leva à discussão da utilização ou não de gerações avançadas, como F_2, nos estudos de capacidade de combinação. HAQUE *et alii* (1981) concluíram que os dados de F_2 podem ser usados para estudos de capacidade de combinação com alguma reserva e em caracteres específicos que não seja a produção. Citam dois trabalhos, um com trigo e outro com sorgo, em que os autores sugerem o uso efetivo dos dados de F_2, mas somente para estudos de C.G.C. e onde a informação sobre C.E.C. é dispensável. No geral, HAQUE *et alii* (1981) também

encontraram maiores efeitos aditivos para a maioria dos caracteres, entre eles NGP, P_{100} e produção de grãos, baseado na grande proporção C.G.C. : C.E.C., tanto para o F_1 como para o F_2. Entretanto, um aumento nessa proporção em favor das estimativas de variância para C.G.C. foi atribuído à redução da dominância da geração F_1 para F_2, fato também observado para feijão (NIENHUIS & SINGH, 1986). Situação diferente desta foi encontrada no presente trabalho, com a variável NPP apresentando maiores valores em F_2 para as estimativas de C.E.C.. Discrepâncias entre alguns resultados esperados e obtidos na prática devem ser devidos, em parte, a diferentes ambientes testados e genótipos usados (NIENHUIS & SINGH, 1986). Outro fator que pode gerar diferenças nesse sentido é a existência de efeito maternal, através dos cruzamentos recíprocos; sua possível existência foi citada para os caracteres NGP e NPP em arroz (WU, 1968), mas considerada sem importância em relação à maioria dos componentes da produção em feijão (NIENHUIS & SINGH, 1986).

Embora os trabalhos de WU (1968) e MOHANTY & MOHAPATRA (1973) também mostrem a expressão de NPP controlada por efeitos não aditivos, vários trabalhos apresentam a maioria dos caracteres sob a ação principal de efeitos aditivos com altas variâncias para C.G.C., provavelmente por causa da diversidade genética das variedades escolhidas para estudo (MAURYA & SINGH, 1977); outros fatores, porém, podem afetar esta expressão, como a contribuição da esterilidade em vários cruzamentos. Por outro lado, um parental com boa estimativa de C.G.C. não necessariamente produz melhores híbridos e com uma pequena C.G.C. para a maioria dos caracteres, contudo, pode produzir bons cruzamentos específicos para diferentes caracteres com outros parentais de alta ou baixa C.G.C. (RAHMAN *et alii*, 1981; HAQUE *et alii*,

1981). Em geral nenhum dos parentais ou combinação específica de cruzamento é um bom combinador para todos os caracteres (MAURYA & SINGH, 1977), o que pode ser visto facilmente no presente trabalho (Tabelas 24 a 31).

Como pontos importantes a serem salientados dessa discussão vemos os seguintes: 1) nem todas as combinações resultam em expressão do vigor híbrido, é claro, pois não superam a performance dos parentais envolvidos; 2) as comparações entre híbridos e respectivos parentais precisam ser conduzidos sob condições muito similares para que a avaliação crítica da heterose possa ser feita e 3) os pequenos grupos de parentais utilizados nos trabalhos não representam a total diversidade do material genético disponível e, consequentemente, estão longe de exibir os máximos níveis de heterose que poderiam ser atingidos em híbridos F_1 pelas combinações de parentais mais diversos geneticamente.

5. CONCLUSÕES

As principais conclusões deste trabalho foram:

a) Dentre as variedades utilizadas no dialélico algumas apresentaram alto potencial heterótico nos cruzamentos; para os três tipos de heterose calculados obteve-se valores suficientemente elevados para se pensar na utilização comercial de híbridos de arroz. No caráter produção estimada destacaram-se os cruzamentos 4 x 9 e 5 x 6 nas duas gerações;

b) Para os efeitos de C.G.C. e C.E.C. sobressaíram-se as variedades 9, 6, 4 e 1 e os cruzamentos 5 x 6, 4 x 8 e 4 x 9 para o caráter PROD E;

c) Observando-se os valores de heterose e as estimativas de capacidade de combinação notou-se que condições específicas de ambientes e/ou gerações levaram a resultados diferentes entre os diversos cruzamentos para todos os caracteres estudados;

d) O modelo de análise adotado permitiu suficiente discriminação entre as estimativas da capacidade combinatória para os dois grupos de variedades.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMIRTHADEVARATHINAM, A. Combining ability and heterosis in dry and semi-dry paddy. *Madras Agricultural Journal, 70*(4):233-237. 1983. (Resumo).

BREWBACKER, J.L. *Genética na Agricultura.* Trad. J.T.A.Gurgel e R.Vencovsky. São Paulo, Ed. Polígono. 217p. 1969.

BRIGGLE, L.W. Heterosis in wheat - A review. *Crop Science, 3*:407-412. 1963.

CALUB, A.F. & NORCIO-LOCKER, N. A seed company's viewpoint on hybrid rice. *In:* INTERNATIONAL RICE RESEARCH CONFERENCE. Los Banos, Philippines. 1985. 17p.

CASTRO, E.M. Utilização de Sementes Híbridas de Arroz. *In:* MELHORAMENTO GENÉTICO DO ARROZ. II Curso de Pesquisa e Produção de Arroz. EMBRAPA/CNPAF. Goiânia. p.115-130. 1985.

CHANG, W.L.; LIN, E.H. & YANG, C.N. Manifestation of hybrid vigour in rice. *Journal of Taiwan Agricultural Research, 20*(4):8-23. 1971.

CHANG, T.T.; LI, C.C. & TAGUMPAY, O. Genotypic correlation, heterosis, inbreeding depression and transgressive segregation of agronomic traits in a diallel cross of rice (*Oryza sativa* L.) cultivars. *Bot. Bull. Academia Sinica, 14:*83-93. 1973.

CREGAN, P.B. & BUSCH, R.H. Heterosis, inbreeding, and line performance in crosses of adapted spring wheats. *Crop Science, 18:*247-251. 1978.

DAVIS, M.D. & RUTGER, J.N. Yield of F_1, F_2 and F_3 hybrids of rice (*Oryza sativa* L.). *Euphytica, 25*(3):587-595. 1976.

GARDNER, C.O. Teoria de Genetica Estadística Aplicable a las médias de variedades, sus cruces y poblaciones afines. *Fitotecnia Latinoamericana, 2:*11-22. 1965.

GARDNER, C.O. & EBERHART, S.A. Analysis and interpretation of the variety cross diallel and related populations. *Biometrics, 22:*439-452. 1966.

GERALDI, I.O. & MIRANDA FILHO, J.B. Adapted models for the analysis of combining ability of varieties in partial diallel crosses. *Rev. Bras. Genetics.* XI(2):419-430, 1988.

GRIFFING, B. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. *Aust.J.Biol.Sci. 9:*463-493. 1956.

HAQUE, M.M.; FARIDI, M.N.I.; RAZZAQUE, C.A. & NEWAZ, M.A. Combining ability for yield and component characters in rice. *Indian J.Agric.Sci. 51*(10): 711-714. 1981.

LIN, S.C. & YUAN, L.P. Hybrid rice breeding in China. *In:* INNOVATIVE APPROACHES TO RICE BREEDING. *Int.Rice Res.Inst.* Los Banos, Philippines. p.35-51. 1980.

MAURYA, D.M. & SINGH, D.P. Combining ability in rice for yield and fitness. *Indian J.Agric.Sci.*, *47*(2):65-70. 1977.

MAURYA, D.M. & SINGH, D.P. Heterosis in rice. *Indian Journal of Genetics and Plant Breeding*, *38*(1):71-76. 1978.

MIRANDA FILHO, J.B. Cruzamentos dialélicos e síntese de compostos de milho (*Zea mays* L.) com ênfase na produtividade e no porte da planta. Piracicaba, ESALQ/USP, 115p. (Tese de doutoramento). 1974.

MIRANDA FILHO, J.B. & GERALDI, I.O. An adapted model for the analysis of partial diallel crosses. *Rev. Bras. Genetics. VII*(4):677-688. 1984.

MOHANTY, H.K. & MOHAPATRA, K.C. Diallel analysis of yield and its components in rice. *Indian Journal of Genetics & Plant Breeding*, *33*(2): 264-270. 1973.

MURAYAMA, S.; OMURA, T. & MIYAZATO, K. Basic studies on utilization of hybrid vigour in rice. IV. Heterosis under different cultural conditions. *Japan Journal of Breeding*, *24*(6):287-290. 1974.

NETTEVICH, E.D. The problem of utilizing heterosis of wheat (*Triticum aestivum*). *Euphytica, 17*:54-62. 1968.

NIENHUIS, J. & SINGH, S.P. Combining ability analysis and relationships among yield, yield components, and architectural traits in dry bean. *Crop Science, 26*:21-27. 1986.

OETTLER, G.; GEIGER, H.H. & UTZ, H.F. Heterosis in primary hexaploid triticale with heterozigous wheat or rye genome. *Z. fur Pflanzenzüchtung, 100*:161-168. 1988.

O'TOOLE, J.C. & SOEMARTONO. Evaluation of a simple technique for characterizing rice root systems in relation to drought resistance. *Euphytica, 30*:283-290. 1981.

RAHMAN, M.; PATWARY, A.K. & MIAH, A.J. Combining ability in rice. *Indian J.Agric.Sci., 51*(8):543-546. 1981.

RANGANATHAN, T.B.; SREE RANGASAMY & MADHAVA MENON, P. Genetic investigations on duration of flowering and yield in semidwarf varieties of rice. *Internat. Rice Comission Newsletter, 22*(4):31-43. 1973a.

RANGANATHAN, T.B.; MADHAVA MENON, P. & SREE RANGASAMY, S.R. Combining ability of earliness and yield in dwarf varieties of rice. *Madras Agric. J., 60*(9 a 12):1134-1138. 1973b.

RAO, A.V.; SAI KRISHNA, T. & PRASAD, A.S.R. Combining ability analysis in rice. *Indian Journal of Agricultural Science*, *50*(3):193-197. 1980.

RUTGER, J.N. & BOLLICH, C.N. Public-sector research on hybrid rice in the USA. *In:* INTERNATIONAL RICE RESEARCH CONFERENCE. Los Banos, Philippines. 1985. 13p.

SAINI, S.S. & KUMAR, I. Hybrid vigour for yield and yield components in rice. *Indian Journal of Genetics and Plant Breeding*, *33*(2):197-200. 1973.

SAINI, S.S.; KUMAR, I. & GAGNEJA, M.R. A study on heterosis in rice (*Oryza sativa* L.). *Euphytica*, *23*:219-224. 1974.

SINGH, D.P. & NANDA, J.S. Combining ability and heritability in rice. *Indian Journal of Genetics and Plant Breeding*, *36*(1):10-15. 1976.

SINGH, R.S. Combining ability for grain yield and panicle characters in rice. *Indian Journal Genetics and Plant Breeding*, *37*(3):384-387. 1977.

SINGH, N.B.; SINGH, H.G. & SINGH, P. Heterosis and combining ability for quality components in rice. *Indian Journal of Genetics and Plant Breeding*, *37*(3):347-352. 1977. (Resumo).

SIVASUBRAMANIAM, S. & MADHAVA MENON, P. Combining ability in rice. *Madras Agricultural Journal*, *60*(6):419-421. 1973a.

SIVASUBRAMANIAN, S. & MADHAVA MENON, P. Genetic analysis of quantitative characters in rice through diallel crosses. *Madras Agric. J.*, *60*:1097-1102. 1973b.

SPRAGUE, G.F. & TATUM, L.A. General *vs*. specific combining ability in single crosses of corn. *J.Am.Soc.Agron.* Madison, *34*:923-932. 1942.

VENCOVSKY, R. Alguns aspectos teóricos e aplicados relativos a cruzamentos dialélicos de variedades. Piracicaba, ESALQ/USP, 110p. (Tese de Livre-Docência). 1970.

VIRMANI, S.S.; CHAUDHARY, R.C. & KHUSH, G.S. Current outlook on hybrid rice. *Oryza*, *18*:67-84. 1981.

VIRMANI, S.S.; AQUINO, R.C. & KHUSH, G.S. Heterosis breeding in rice (*Oryza sativa* L.). *Theoretical and Applied Genetics*, *63*:373-380. 1982.

VIRMANI, S.S. & EDWARDS, I.B. Current status and future prospects for breeding hybrid rice and wheat. *Advances in Agronomy*, *36*:145-214. 1983.

VIRMANI, S.S.; YUAN, L.P.; SUPRIHATNO, B.; JACHUCK, P.J. & MOON, H.P. Collaborative Project on Hybrid rice. *In:* INTERNATIONAL RICE RESEARCH CONFERENCE. Los Banos, Philippines. 1985a. 17p.

VIRMANI, S.S.; SUPRIHATNO, B.; MOON, H.P. & MAHADEVAPPA, M. Hybrid Rice in Countries other than China. *In:* INTERNATIONAL RICE RESEARCH CONFERENCE. Los Banos, Philippines, 1985b. 30p.

WU, H.P. Studies on the quantitative inheritance of *Oryza sativa* L. II. A diallel analysis for panicle number, tiller number, panicle length, spikelet number and the number of primary branch in F_1 progeny. *Bot. Bull.Acad.Sinica, 9*:124-138. 1968.

YUAN, L.P. Hybrid Rice in China. *In:* INTERNATIONAL RICE RESEARCH CONFERENCE. Los Banos, Philippines, 1985. 23p.

T A B E L A S

Tabela 4. Peso de 100 grãos (P 100), em gramas, para o ensaio com os híbridos F_1: média ($\bar{m}$) de 4 repetições para o ambiente 1 (Mata) e de 3 repetições para o ambiente 2 (Cerrado); heterose percentual sobre a média dos pais (% h); heterose percentual sobre o pai superior (% hps) e heterose percentual sobre a testemunha comercial (% htc)

F_1

Tratamento	Ambiente 1				Ambiente 2			
	$\bar{m}$	% h	% hps	% htc	$\bar{m}$	% h	% hps	%htc
1	2,85				2,74			
2	2,79				2,70			
3	2,97				2,80			
4	2,82				2,58			
5	2,95				2,84			
6	2,53				2,55			
7	2,50				2,32			
8	3,68				3,54			
9	2,73				3,01			
10	2,69				2,54			
1 x 6	2,84	5,6	-0,3	-2,2	2,65	0,1	-3,3	-8,1
1 x 7	2,38	-10,8	-16,3	-18,0	2,65	4,7	-3,4	-8,2
1 x 8	3,34	2,3	-9,3	14,9	3,38	7,8	-4,3	17,3
1 x 9	2,90	4,0	1,9	-0,1	3,05	6,2	1,5	5,8
1 x 10	2,85	3,1	0,2	-1,8	2,78	5,3	1,3	-3,7
2 x 6	2,81	5,5	0,5	-3,4	2,50	-4,8	-7,4	-13,2
2 x 7	2,82	6,5	0,8	-3,2	2,68	6,8	-0,7	-7,0
2 x 8	3,38	4,4	-8,2	16,3	3,36	7,7	-5,0	16,4
2 x 9	3,02	9,3	8,1	3,9	3,01	5,4	0,1	4,3
2 x 10	2,85	3,9	1,9	-2,0	2,62	0,2	-2,9	-9,0
3 x 6	2,78	1,1	-6,4	-4,3	2,72	1,4	-3,1	-5,9
3 x 7	2,97	8,8	0,0	2,3	2,85	11,4	1,8	-1,1
3 x 8	3,47	4,4	-5,7	19,5	3,40	7,3	-3,8	17,9
3 x 9	2,95	3,5	-0,7	1,6	3,08	6,0	2,4	6,7
3 x 10	2,91	2,8	-2,1	0,1	2,92	9,5	4,2	1,3
4 x 6	2,74	2,3	-3,0	-5,7	2,78	8,5	8,0	-3,4
4 x 7	2,80	5,4	-0,7	-3,6	2,72	11,3	5,7	-5,5
4 x 8	3,40	4,5	-7,7	17,0	3,47	13,6	-1,7	20,4
4 x 9	3,03	9,2	7,4	4,4	3,04	9,0	1,2	5,5
4 x 10	2,77	0,6	-1,9	-4,7	2,74	7,4	6,5	-4,8
5 x 6	2,82	2,7	-4,6	-3,1	2,63	-2,7	-7,6	-8,9
5 x 7	2,75	1,1	-6,7	-5,2	2,61	1,2	-8,1	-9,4
5 x 8	3,39	2,1	-8,1	16,5	3,28	2,8	-7,2	13,7
5 x 9	2,91	2,4	-1,4	0,2	2,92	-0,1	-2,8	1,3
5 x 10	2,80	-0,9	-5,3	-3,8	2,83	5,1	-0,6	-2,0
Testemunha	2,91				2,88			

Tabela 5. Número de grãos por panícula (NGP), para o ensaio com os híbridos F_1: média ($\bar{m}$) de 4 repetições para o ambiente 1 (Mata) e de 3 repetições para o ambiente 2 (Cerrado); heterose percentual sobre a média dos pais (% h); heterose percentual sobre o pai superior (% hps) e heterose percentual sobre a testemunha comercial (% htc)

F_1

Tratamento	Ambiente 1				Ambiente 2			
	$\bar{m}$	% h	% hps	% htc	$\bar{m}$	% h	% hps	% htc
1	83,0				120,0			
2	64,2				86,2			
3	68,6				109,4			
4	80,0				101,4			
5	97,7				119,3			
6	114,7				131,3			
7	107,0				103,2			
8	84,9				103,6			
9	134,6				166,0			
10	108,3				127,8			
1 x 6	88,4	-10,5	-22,9	4,8	117,6	-6,4	-10,4	-8,7
1 x 7	87,6	-7,8	-18,1	3,7	119,3	7,0	-0,5	-7,3
1 x 8	73,8	-12,0	-13,0	-12,6	100,0	-10,6	-16,6	-22,4
1 x 9	114,9	5,6	-14,7	36,1	162,8	13,8	-2,0	26,4
1 x 10	97,1	1,5	-10,4	15,0	120,4	-2,8	-5,8	-6,5
2 x 6	75,1	-16,1	-34,6	-11,1	106,7	-1,9	-18,7	-17,2
2 x 7	81,6	-4,7	-23,8	-3,4	94,1	-0,6	-8,8	-26,9
2 x 8	59,8	-19,8	-29,6	-29,2	88,8	-6,4	-14,3	-31,0
2 x 9	105,3	5,9	-21,8	24,7	131,4	4,2	-20,9	2,0
2 x 10	79,2	-8,2	-26,9	-6,2	114,7	7,2	-10,3	-11,0
3 x 6	80,2	-12,5	-30,1	-5,0	125,7	4,5	-4,2	-2,4
3 x 7	83,4	-5,0	-22,0	-1,2	100,8	-5,2	-7,9	-21,8
3 x 8	71,3	-7,1	-16,0	-15,6	91,9	-13,7	-16,0	-28,6
3 x 9	97,4	-4,2	-27,7	15,3	162,9	18,3	-1,9	26,5
3 x 10	97,8	10,6	-9,7	15,8	122,3	3,1	-4,3	-5,0
4 x 6	82,7	-15,1	-27,9	-2,0	120,0	3,2	-8,6	-6,8
4 x 7	74,9	-19,9	-30,0	-11,3	108,6	6,2	5,2	-15,7
4 x 8	80,2	-2,8	-5,5	-5,0	99,9	-2,6	-3,6	-22,4
4 x 9	99,9	-6,9	-25,8	18,4	145,6	8,9	-12,3	13,1
4 x 10	67,9	-27,9	-37,3	-19,5	134,6	17,4	5,3	4,5
5 x 6	103,9	-2,2	-9,4	23,1	131,3	4,8	0,1	2,0
5 x 7	91,2	-10,9	-14,7	8,0	146,0	31,2	22,4	13,4
5 x 8	79,6	-12,8	-18,5	-5,7	109,6	-1,7	-8,2	-14,9
5 x 9	114,0	-1,8	-15,3	35,1	138,5	-2,9	-16,6	7,6
5 x 10	90,7	-12,0	-16,3	7,4	119,1	-3,6	-6,8	-7,5
Testemunha	84,4				128,8			

Tabela 6. Número de panículas por planta (NPP), para o ensaio com os híbridos F_1: média ($\bar{m}$) de 4 repetições para o ambiente 1 (Mata) e de 3 repetições para o ambiente 2 (Cerrado); heterose percentual sobre a média dos pais (% h); heterose percentual sobre o pai superior (% hps) e heterose percentual sobre a testemunha comercial (% htc)

F_1

Tratamento	Ambiente 1				Ambiente 2			
	$\bar{m}$	% h	% hps	% htc	$\bar{m}$	% h	% hps	% htc
1	5,1				6,7			
2	5,7				8,4			
3	5,0				7,4			
4	5,2				7,2			
5	5,6				7,8			
6	6,6				10,3			
7	7,5				8,9			
8	6,1				8,0			
9	4,7				9,8			
10	5,8				6,6			
1 x 6	6,0	2,9	-9,2	170,2	8,7	2,2	-15,6	94,9
1 x 7	5,8	-7,5	-22,6	161,3	7,2	-7,5	-18,7	61,6
1 x 8	5,0	-10,3	-18,0	125,5	8,7	17,1	7,5	93,8
1 x 9	4,1	-16,0	-19,0	84,2	6,2	-25,2	-37,0	38,9
1 x 10	5,9	8,7	2,2	164,0	8,4	26,0	24,7	87,8
2 x 6	6,5	5,2	-2,4	190,4	8,6	-8,0	-16,4	93,0
2 x 7	6,4	-3,5	-15,4	185,5	9,5	9,7	7,0	112,5
2 x 8	5,4	-8,2	-11,7	142,9	8,8	6,2	3,9	96,0
2 x 9	5,7	9,3	0,0	154,4	8,4	-8,6	-15,2	87,0
2 x 10	6,5	12,9	12,0	189,5	7,4	-1,3	-12,1	65,9
3 x 6	5,0	-13,0	-23,9	126,4	8,6	-3,3	-16,8	92,0
3 x 7	5,4	-13,4	-28,2	142,5	9,1	12,1	3,0	104,7
3 x 8	4,7	-14,8	-22,9	112,0	8,4	7,8	3,7	86,9
3 x 9	4,7	-3,4	-5,9	109,6	9,6	11,7	-2,1	116,0
3 x 10	6,2	14,9	7,0	176,4	8,8	25,2	18,1	96,5
4 x 6	5,1	-13,3	-23,0	129,4	8,1	-7,7	-21,7	80,7
4 x 7	5,6	-12,4	-26,2	149,0	9,5	18,2	6,9	112,3
4 x 8	5,7	0,9	-7,1	155,6	8,6	13,6	7,4	93,6
4 x 9	4,2	-15,4	-19,0	87,2	9,2	8,4	-6,4	106,6
4 x 10	5,5	1,4	-3,9	148,3	8,4	22,7	17,7	89,0
5 x 6	6,4	3,8	-4,1	185,4	8,4	-7,7	-19,0	87,0
5 x 7	5,9	-10,6	-21,9	163,6	7,3	-12,5	-17,9	63,2
5 x 8	5,8	-0,5	11,6	162,4	8,6	8,7	6,9	92,7
5 x 9	4,0	-22,0	-28,3	80,7	6,6	-24,7	-32,6	48,7
5 x 10	5,3	-6,5	-7,6	138,7	8,4	16,4	7,5	87,2
Testemunha	2,2				4,5			

Tabela 7. Produção estimada (PROD E), em gramas por parcela, para o ensaio com os híbridos F_1: média ($\bar{m}$) de 4 repetições para o ambiente 1 (Mata) e de 3 repetições para o ambiente 2 (Cerrado): heterose percentual sobre a média dos pais (% h); heterose percentual sobre o pai superior(% hps) e heterose percentual sobre a testemunha comercial (% htc)

Tratamento	F_1							
	Ambiente 1				Ambiente 2			
	$\bar{m}$	% h	% hps	% htc	$\bar{m}$	% h	% hps	% htc
1	93,7				200,5			
2	72,6				176,8			
3	92,2				210,1			
4	109,1				146,6			
5	117,6				250,4			
6	162,1				340,1			
7	184,5				190,1			
8	163,6				267,8			
9	144,0				391,5			
10	154,0				191,9			
1 x 6	147,1	15,0	-9,3	89,6	281,6	4,2	-17,2	76,0
1 x 7	120,9	-13,0	-34,4	55,9	225,0	15,2	12,2	40,6
1 x 8	127,6	-0,8	-22,0	64,6	295,4	26,1	10,3	84,6
1 x 9	120,1	1,0	-16,6	54,8	303,1	2,4	-22,6	89,4
1 x 10	83,1	-32,9	-46,1	7,1	210,0	7,0	4,7	31,2
2 x 6	141,8	20,8	-12,5	82,8	266,7	3,2	-21,6	66,7
2 x 7	146,3	13,8	-20,7	88,7	241,8	31,8	27,2	51,1
2 x 8	103,3	-12,5	-36,8	33,2	222,7	0,2	-16,8	39,2
2 x 9	173,8	60,5	20,7	124,1	329,5	16,0	-15,8	105,9
2 x 10	136,1	20,1	-11,6	75,5	209,7	13,7	9,2	31,0
3 x 6	104,9	-17,5	-35,3	35,2	261,3	-5,0	-23,2	63,3
3 x 7	125,9	-9,0	-31,8	62,3	261,2	30,6	24,4	63,2
3 x 8	121,7	-4,8	-25,6	56,9	249,3	4,3	-6,9	55,8
3 x 9	116,8	-1,1	-18,9	50,6	441,0	46,6	12,6	175,6
3 x 10	81,1	-34,1	-47,4	4,5	212,2	5,6	1,0	32,6
4 x 6	115,7	-14,7	-28,6	49,1	217,0	-10,8	-36,2	35,6
4 x 7	106,9	-27,2	-42,1	37,8	250,0	48,5	31,5	56,3
4 x 8	160,4	17,6	-2,0	106,7	295,4	42,6	10,3	84,6
4 x 9	135,2	6,8	-6,1	74,3	409,6	52,3	4,6	156,0
4 x 10	86,2	-34,4	-44,0	11,9	257,1	51,9	34,0	60,7
5 x 6	204,7	46,4	26,3	163,9	307,2	4,1	-9,7	92,0
5 x 7	157,3	4,1	-14,8	102,7	218,4	-0,8	-12,8	36,5
5 x 8	132,1	-6,0	-19,2	70,3	268,8	3,8	0,4	68,0
5 x 9	114,2	-12,6	-20,7	47,3	245,3	-23,6	-37,3	53,3
5 x 10	119,2	-12,2	-22,6	53,6	206,2	-6,8	-17,7	28,8
Testemunha	77,6				160,0			

Tabela 8. Peso de 100 grãos (P 100), em gramas, para o ensaio com os híbridos F_2: média ($\bar{m}$) de 3 repetições para o ambiente 1 (Mata) e de 4 repetições para o ambiente 2 (Cerrado); heterose percentual sobre a média dos pais (% h); heterose percentual sobre o pai superior (% hps) e heterose percentual sobre a testemunha comercial (% htc)

F_2

Tratamento	Ambiente 1				Ambiente 2			
	$\bar{m}$	% h	% hps	% htc	$\bar{m}$	% h	% hps	% htc
1	2,77				2,73			
2	2,64				2,76			
3	2,89				2,82			
4	2,86				2,85			
5	2,73				2,78			
6	2,67				2,65			
7	2,45				2,43			
8	3,75				3,83			
9	2,78				3,03			
10	2,71				2,67			
1 x 6	2,78	4,6	0,6	-18,9	2,74	3,9	1,0	-15,0
1 x 7	2,81	15,3	2,9	-16,9	3,08	38,3	25,3	7,3
1 x 8	3,29	1,7	-24,6	14,2	3,32	2,1	-27,0	23,5
1 x 9	2,84	4,5	4,3	-15,2	3,28	27,5	16,2	21,0
1 x 10	2,77	1,8	-0,5	-20,0	2,74	2,5	0,4	-15,6
2 x 6	2,73	5,8	4,9	-22,2	2,72	0,6	-3,5	-16,8
2 x 7	2,60	3,8	-3,4	-31,0	2,61	1,2	-10,9	-23,7
2 x 8	3,31	6,8	-23,8	15,1	3,39	5,5	-23,1	28,6
2 x 9	2,79	5,7	0,7	-18,5	2,96	4,6	-4,4	-0,1
2 x 10	2,70	1,6	-0,9	-24,5	2,70	-1,2	-4,5	-17,8
3 x 6	2,81	1,9	-6,1	-17,4	2,84	7,6	1,3	-8,4
3 x 7	2,77	7,4	-8,4	-19,6	2,87	18,2	3,1	-6,7
3 x 8	3,34	1,3	-21,7	17,6	3,49	9,9	-17,7	35,5
3 x 9	2,92	6,0	1,9	-9,8	3,15	15,1	7,7	12,3
3 x 10	2,86	3,9	-2,6	-14,1	2,82	4,8	-0,6	-10,2
4 x 6	2,84	5,8	-1,1	-15,0	2,87	8,8	1,6	-6,3
4 x 7	2,74	6,5	-8,1	-21,5	2,74	7,4	-7,8	-15,3
4 x 8	3,41	6,5	-18,1	22,1	3,41	3,9	-22,2	29,7
4 x 9	3,00	13,2	10,3	-4,4	3,07	8,7	2,5	6,9
4 x 10	2,76	-1,5	-6,6	-20,2	2,88	8,4	2,0	-6,0
5 x 6	2,84	10,7	8,2	-14,9	2,71	-0,5	-5,0	-17,3
5 x 7	2,73	10,5	-0,3	-22,4	2,68	5,3	-7,5	-19,6
5 x 8	2,73	-31,3	-54,2	-22,0	2,92	-23,5	-47,7	-3,2
5 x 9	2,70	-3,7	-5,3	-23,9	2,97	4,7	-3,8	0,5
5 x 10	2,68	-2,7	-3,5	-25,3	2,73	0,6	-3,2	-15,6
Testemunha	3,07				2,97			

Tabela 9. Número de grãos por panícula (NGP) para o ensaio com os híbridos F_2: média ($\bar{m}$) de 3 repetições para o ambiente 1 (Mata) e de 4 repetições para o ambiente 2 (Cerrado); heterose percentual sobre a média dos pais (% h); heterose percentual sobre o pai superior (% hps) e heterose percentual sobre a testemunha comercial (% htc)

F_2

Tratamento	Ambiente 1				Ambiente 2			
	$\bar{m}$	% h	% hps	% htc	$\bar{m}$	% h	% hps	% htc
1	65,9				117,7			
2	57,5				93,5			
3	60,5				91,4			
4	53,7				100,2			
5	70,0				111,9			
6	101,5				134,5			
7	105,4				109,6			
8	111,8				108,9			
9	168,2				184,8			
10	144,8				139,8			
1 x 6	76,8	-16,5	-48,6	1,7	125,4	-1,1	-13,5	4,7
1 x 7	100,9	35,6	-8,5	64,8	121,4	13,5	6,2	-1,9
1 x 8	78,7	-22,9	-59,3	6,5	106,4	-12,2	-19,3	-26,4
1 x 9	133,1	27,3	-41,8	149,4	163,8	16,6	-22,7	67,4
1 x 10	83,5	-41,5	-84,7	19,2	118,2	-16,4	-30,8	-7,0
2 x 6	79,4	-0,3	-43,6	8,4	112,9	-1,8	-32,1	-15,7
2 x 7	80,6	-2,1	-47,0	11,6	101,7	0,4	-14,4	-34,0
2 x 8	64,3	-48,1	-85,0	-31,2	97,1	-8,1	-21,7	-41,5
2 x 9	108,5	-7,8	-71,1	84,7	142,6	5,0	-45,7	32,8
2 x 10	86,9	-28,1	-79,9	28,2	108,8	-13,5	-44,4	-22,5
3 x 6	70,3	-26,3	-61,4	-15,3	111,5	-2,6	-34,2	-18,0
3 x 7	86,9	9,5	-35,1	28,1	120,1	38,9	19,0	-4,0
3 x 8	75,0	-25,8	-65,8	-3,0	111,2	22,1	4,2	-18,5
3 x 9	121,4	12,3	-55,7	118,7	154,3	23,4	-33,1	51,8
3 x 10	90,5	-23,6	-75,0	37,7	110,9	-8,1	-41,4	-19,0
4 x 6	78,2	1,7	-45,8	5,4	106,6	-18,3	-41,5	-26,0
4 x 7	70,0	-24,0	-67,1	-16,2	115,3	19,9	10,4	-11,8
4 x 8	92,1	22,6	-35,2	41,8	100,7	-7,3	-15,1	-35,6
4 x 9	108,5	-4,4	-71,0	84,9	147,0	6,2	-41,0	39,9
4 x 10	74,4	-50,2	-97,3	-4,8	109,9	-16,9	-42,8	-20,7
5 x 6	86,0	0,6	-30,5	25,8	124,6	2,4	-14,7	3,4
5 x 7	92,0	9,7	-25,4	41,5	126,2	27,9	25,6	6,0
5 x 8	72,4	-40,7	-70,4	-9,9	123,1	23,1	20,1	1,0
5 x 9	123,1	6,6	-53,7	123,1	155,2	9,2	-32,0	53,4
5 x 10	87,2	-37,6	-79,5	29,0	130,8	7,9	-12,8	13,5
Testemunha	76,2				122,5			

Tabela 10. Número de panículas por planta (NPP) para o ensaio com os híbridos F_2: média ($\bar{m}$) de 3 repetições para o ambiente 1 (Mata) e de 4 repetições para o ambiente 2 (Cerrado); heterose percentual sobre a média dos pais (% h); heterose percentual sobre o pai superior (% hps) e heterose percentual sobre a testemunha comercial (% htc)

F_2

Tratamento	Ambiente 1				Ambiente 2			
	$\bar{m}$	% h	% hps	% htc	$\bar{m}$	% h	% hps	% htc
1	3,0				3,7			
2	3,3				4,3			
3	3,1				3,5			
4	3,1				3,7			
5	3,3				4,5			
6	4,2				5,8			
7	3,8				4,9			
8	3,6				4,1			
9	3,6				4,7			
10	3,7				3,5			
1 x 6	3,9	19,0	-11,8	60,3	4,6	-7,7	-41,6	72,1
1 x 7	3,6	15,9	-6,1	42,2	4,4	3,1	-21,4	61,7
1 x 8	3,5	12,2	-6,9	34,1	3,8	-8,2	-17,7	25,1
1 x 9	3,5	13,4	-4,5	33,5	4,1	-7,8	-28,0	42,1
1 x 10	3,9	36,7	15,1	61,7	3,7	4,0	-2,8	19,3
2 x 6	4,3	28,1	5,1	83,6	5,1	2,0	-24,4	101,7
2 x 7	4,1	29,7	16,4	70,3	4,3	-12,4	-24,9	56,6
2 x 8	3,6	7,3	-2,0	40,0	4,6	17,2	14,3	72,0
2 x 9	3,3	-8,7	-15,9	19,8	4,1	-15,5	-24,6	47,0
2 x 10	4,0	31,8	21,0	68,9	3,6	-12,6	-29,7	16,2
3 x 6	4,3	39,8	8,1	87,8	4,3	-12,7	-49,8	58,0
3 x 7	3,4	1,7	-17,0	28,6	4,6	18,7	-13,3	73,7
3 x 8	3,3	-5,9	-21,5	16,4	4,2	19,1	1,6	48,8
3 x 9	4,5	71,2	51,1	99,9	5,0	43,9	11,8	98,2
3 x 10	4,0	35,4	16,2	63,1	3,8	16,5	16,4	24,6
4 x 6	4,5	46,1	14,8	97,1	4,3	-19,0	-51,6	55,0
4 x 7	3,3	-6,2	-23,1	21,0	4,4	4,4	-21,2	62,1
4 x 8	4,6	71,9	51,5	105,0	4,5	31,7	19,0	70,4
4 x 9	3,6	15,1	0,4	39,4	4,6	18,6	-5,4	74,0
4 x 10	3,2	-8,1	-22,8	15,6	3,7	8,9	3,1	23,2
5 x 6	4,9	62,1	35,3	125,4	4,9	-7,1	-28,9	93,9
5 x 7	3,9	22,4	9,2	61,3	4,1	-24,8	-32,9	44,9
5 x 8	2,8	-40,9	-48,2	-16,0	3,7	-26,7	-32,9	22,2
5 x 9	3,7	14,4	6,0	46,0	4,2	-19,1	-24,2	47,6
5 x 10	3,3	-12,0	-21,0	17,8	4,2	11,1	-12,1	49,9
Testemunha	3,0				3,4			

Tabela 11. Produção estimada (PROD E), em gramas por parcela, para o ensaio com os híbridos F_2: média ($\bar{m}$) de 3 repetições para o ambiente 1 (Mata) e de 4 repetições para o ambiente 2 (Cerrado); heterose percentual sobre a média dos pais (% h); heterose percentual sobre o pai superior (% hps) e heterose percentual sobre a testemunha comercial (% htc)

F_2

Tratamento	Ambiente 1				Ambiente 2			
	$\bar{m}$	% h	% hps	% htc	$\bar{m}$	% h	% hps	% htc
1	261,5				469,9			
2	233,1				441,1			
3	238,0				388,8			
4	208,0				394,9			
5	304,9				589,2			
6	426,5				755,6			
7	375,3				526,4			
8	603,9				812,0			
9	438,7				1001,6			
10	695,5				597,2			
1 x 6	417,1	42,5	-4,4	75,2	669,3	18,4	-22,8	69,2
1 x 7	498,6	113,2	65,7	129,0	617,5	47,9	34,6	48,4
1 x 8	446,6	6,4	-52,1	94,7	603,5	-11,7	-51,4	42,7
1 x 9	630,9	160,5	87,7	216,3	937,0	54,7	-12,9	176,9
1 x 10	417,9	-25,3	-79,8	75,7	481,3	-19,6	-38,8	-6,4
2 x 6	425,7	58,2	-0,4	80,9	667,5	23,1	-23,3	68,5
2 x 7	390,1	56,5	7,9	57,4	462,3	-8,9	-24,4	-14,1
2 x 8	362,9	-26,5	-79,8	39,5	574,1	-16,8	-58,6	30,9
2 x 9	447,8	66,7	4,2	95,5	711,1	-2,9	-58,0	86,0
2 x 10	431,2	-14,3	-76,0	84,5	449,1	-27,0	-49,6	-19,4
3 x 6	366,3	20,5	-28,2	41,7	590,5	6,4	-43,7	37,5
3 x 7	415,2	70,8	21,3	74,0	575,3	51,4	18,6	31,4
3 x 8	421,8	0,4	-60,3	78,3	670,0	23,2	-35,0	69,5
3 x 9	460,5	72,3	10,0	103,9	844,9	43,1	-31,3	139,8
3 x 10	487,9	9,1	-59,7	122,0	467,8	-10,2	-43,3	-11,9
4 x 6	489,2	108,4	29,4	122,8	564,5	-3,7	-50,6	27,0
4 x 7	293,7	1,4	-43,5	-6,2	521,7	26,5	-1,8	9,8
4 x 8	584,6	88,0	-6,4	185,7	597,7	-1,9	-52,8	40,4
4 x 9	558,6	145,6	54,8	168,6	849,8	43,4	-30,3	141,8
4 x 10	309,6	-62,9	-111,0	4,3	499,6	1,4	-32,7	0,9
5 x 6	521,5	85,2	44,6	144,1	680,9	2,5	-19,8	73,9
5 x 7	457,3	68,9	43,7	101,8	567,3	3,4	-7,4	28,2
5 x 8	228,8	-99,3	-124,2	-49,0	475,2	-64,3	-83,0	-8,9
5 x 9	587,4	116,0	67,9	187,6	779,7	-3,9	-44,3	113,6
5 x 10	374,9	-50,1	-92,2	47,4	579,9	-4,5	-5,8	33,2
Testemunha	303,1				497,3			

Tabela 12. Quadrados Médios da análise da variância em blocos ao acaso para as gerações F_1 e F_2, ambientes 1 (Mata) e 2 (Cerrado), do caráter peso de 100 grãos (gramas)[2]

FV	GL	F_1		F_2	
		Ambiente 1	Ambiente 2§	Ambiente 1§	Ambiente 2§§
Blocos	3	0,0435ns	0,0003ns	0,1067**	0,0073ns
Populações	34	0,3151**	0,2889**	0,1955**	0,3328**
Var. Brasileiras	4	0,0254ns	0,0314*	0,0303*	0,0090ns
Var. Africanas	4	0,9602**	0,7078**	0,7700**	1,2152**
Híbridos	24	0,2700**	0,2648**	0,1350**	0,2450**
VB *vs* VA	1	0,0270ns	0,0241ns	0,0633*	0,1820*
Var. *vs* Híbridos	1	0,2623*	0,4396**	0,0216ns	0,1817*
Resíduo	102	0,0461	0,0092	0,0094	0,0436
CV %		7,35	3,35	3,41	7,17
Média Geral		2,92	2,86	2,85	2,91

§ Ensaios com apenas 3 repetições e 64 graus de liberdade para o resíduo

§§ Ensaio com 96 graus de liberdade para o resíduo

Tabela 13. Quadrados Médios da análise da variância em blocos ao acaso para as gerações F_1 e F_2, ambientes 1 (Mata) e 2 (Cerrado), do caráter número de grãos por panícula

FV	GL	F_1		F_2	
		Ambiente 1	Ambiente 2§	Ambiente 1§	Ambiente 2§§
Blocos	3	1580,44**	73,97ns	1768,93**	171,60ns
Populações	34	1118,18**	1310,37**	1973,05**	1779,91**
Var. Brasileiras	4	692,87**	592,90**	127,26ns	531,12**
Var. Africanas	4	1270,80**	1991,10**	2524,11**	3831,15**
Híbridos	24	789,22**	1303,91**	943,70**	1291,29**
VB *vs* VA	1	9746,43**	2743,83**	31494,87**	10639,16**
Var. *vs* Híbridos	1	1475,74**	166,19ns	276,09ns	460,69*
Resíduo	102	162,70	125,88	213,27	99,12
CV %		14,30	9,44	15,98	8,16
Média Geral		89,20	118,80	91,40	122,10

§ Ensaios com apenas 3 repetições e 64 graus de liberdade para o resíduo

§§ Ensaio com 96 graus de liberdade para o resíduo

Tabela 14. Quadrados Médios da análise da variância em blocos ao acaso para as gerações F_1 e F_2, ambientes 1 (Mata) e 2 (Cerrado), do caráter número de panículas por planta

FV	GL	F_1		F_2	
		Ambiente 1	Ambiente 2§	Ambiente 1§§	Ambiente 2§§§
Blocos	3	3,66*	1,34ns	1,32*	0,95*
Populações	34	2,30**	2,73*	0,76**	0,73**
Var. Brasileiras	4	0,42ns	1,24ns	0,07ns	0,69ns
Var. Africanas	4	4,35**	6,63**	0,01ns	1,67**
Híbridos	24	2,07*	1,93ns	0,82**	0,59*
VB *vs* VA	1	7,36*	11,29**	1,72*	1,37*
Var. *vs* Híbridos	1	1,84ns	2,04ns	3,26**	0,39ns
Resíduo	102	1,12	1,41	0,31	0,34
CV %		19,12	14,25	15,11	13,85
Média Geral		5,50	8,30	3,70	4,20

§ Ensaios com apenas 3 repetições e 64 graus de liberdade para o resíduo

§§ Ensaio com 62 graus de liberdade para o resíduo

§§§ Ensaio com 93 graus de liberdade para o resíduo

Tabela 15. Quadrados Médios da análise da variância em blocos ao acaso para as gerações F_1 e F_2, ambientes 1 (Mata) e 2 (Cerrado), do caráter produção estimada (gramas/parcela)^2

FV	GL	F_1		F_2	
		Ambiente 1	Ambiente 2§	Ambiente 1§§	Ambiente 2§§§
Blocos	3	5884,81*	2947,87ns	148438,82**	16540,85ns
Populações	34	3732,09**	13220,50**	46700,94**	95990,95**
Var. Brasileiras	4	1199,88ns	4484,21ns	4002,88ns	26326,40**
Var. Africanas	4	894,08ns	23963,67**	65136,49*	186023,49**
Híbridos	24	3192,88**	10795,52**	28002,48ns	75520,65**
VB *vs* VA	1	41767,98**	47293,65**	519856,29**	681908,70**
Var. *vs* Híbridos	1	118,08ns	24469,49**	100397,23*	34980,28*
Resíduo	102	1596,92	2800,18	20177,62	6447,82
CV %		31,25	20,32	33,43	13,23
Média Geral		127,90	260,40	424,90	606,90

§ Ensaios com apenas 3 repetições e 64 graus de liberdade para o resíduo

§§ Ensaio com 62 graus de liberdade para o resíduo

§§§ Ensaio com 93 graus de liberdade para o resíduo

Tabela 16. Análise da variância do cruzamento dialélico parcial para o caráter peso de 100 grãos (gramas)^2, para as gerações F_1 e F_2, nos ambientes 1 (Mata) e 2 (Cerrado)

FV	GL	F_1		F_2	
		QM-1	QM-2	QM-1	QM-2
Populações	34	0,0788**	0,0908**	0,0678**	0,0861**
Var.Brasileiras	4	0,0148^{ns}	0,0142**	0,0415**	0,0324*
Var.Africanas	4	0,5828**	0,6653**	0,4458**	0,5754**
Grupos	1	0,0067^{ns}	0,0080^{ns}	0,0210*	0,0455*
Heteroses	25	0,0112^{ns}	0,0145**	0,0134**	0,0180*
H.Média	1	0,0656*	0,1526**	0,0144*	0,0578*
H.Var.Brasileiras	4	0,0075^{ns}	0,0186**	0,0084*	0,0224^{ns}
H.Var.Africanas	4	0,0042^{ns}	0,0159**	0,0092*	0,0160^{ns}
H.Específica	16	0,0105^{ns}	0,0045^{ns}	0,0156**	0,0149^{ns}
Resíduo§	-	0,0115	0,0031	0,0031	0,0109

QM-1, QM-2: quadrados médios nos ambientes 1 e 2, respectivamente

§: graus de liberdade para o resíduo: F_1: ambiente 1 = 102, ambiente 2 = 64; F_2: ambiente 1 = 64, ambiente 2 = 96

Tabela 17. Análise da variância do cruzamento dialélico parcial para o caráter número de grãos por panícula, para as gerações F_1 e F_2, nos ambientes 1 (Mata) e 2 (Cerrado)

FV	GL	F_1		F_2	
		QM-1	QM-2	QM-1	QM-2
Populações	34	279,5411**	422,4933**	643,5875**	438,5996**
Var.Brasileiras	4	371,1327**	504,9544**	136,9297^{ns}	386,0506**
Var.Africanas	4	1.008,4135**	2.196.0980**	2.139,6340**	2.395,9035**
Grupos	1	2.436,4084**	914,5098**	10.497,6007**	2.659,5087**
Heteroses	25	61,9921^{ns}	105,8422**	91,1249^{ns}	45,0024*
H.Média	1	369,0728**	96,6790^{ns}	186,6611^{ns}	48,4195^{ns}
H.Var.Brasileiras	4	39,0540^{ns}	22,0129^{ns}	12,3620^{ns}	60,3106^{ns}
H.Var.Africanas	4	36,1489^{ns}	120,6294*	197,3764*	109,3590**
H.Específica	16	54,9949^{ns}	123,6754**	78,2817^{ns}	24,8727^{ns}
Resíduo§	-	40,6748	41,9596	71,0906	24,7800

QM-1, QM-2: quadrados médios nos ambientes 1 e 2, respectivamente

§: graus de liberdade para o resíduo: F_1: ambiente 1 = 102, ambiente 2 = 64; F_2: ambiente 1 = 64, ambiente 2 = 96

Tabela 18. Análise da variância do cruzamento dialélico parcial para o caráter número de panículas por planta, para as gerações F_1 e F_2, nos ambientes 1 (Mata) e 2 (Cerrado)

FV	GL	F_1		F_2	
		QM-1	QM-2	QM-1	QM-2
Populações	34	0,5739**	0,9446*	0,2461**	0,2590**
Var.Brasileiras	4	0,6140^{ns}	1,0298^{ns}	0,0319^{ns}	0,0984^{ns}
Var.Africanas	4	2,3902**	1,0337^{ns}	0,4760**	1,1704**
Grupos	1	1,8409*	3,7626**	0,9201**	1,1624**
Heteroses	25	0,2262^{ns}	0,8040*	0,2166**	0,1028^{ns}
H.Média	1	0,4612^{ns}	0,4627^{ns}	0,8451**	0,0001^{ns}
H.Var.Brasileiras	4	0,1347^{ns}	0,6638^{ns}	0,0298^{ns}	0,1370^{ns}
H.Var.Africanas	4	0,3064^{ns}	1,4523*	0,1091^{ns}	0,0432^{ns}
H.Específica	16	0,2144^{ns}	0,6983^{ns}	0,2508**	0,1155^{ns}
Resíduo§	-	0,2814	0,4712	0,1030	0,0839

QM-1, QM-2: quadrados médios nos ambientes 1 e 2, respectivamente

§: graus de liberdade para o resíduo: F_1: ambiente 1 = 102, ambiente 2 = 64; F_2: ambiente 1 = 62, ambiente 2 = 93

Tabela 19. Análise da variância do cruzamento dialélico parcial para o caráter produção estimada (gramas/parcela)^2, para as gerações F_1 e F_2, nos ambientes 1 (Mata) e 2 (Cerrado)

FV	GL	F_1		F_2	
		QM-1	QM-2	QM-1	QM-2
Populações	34	933,0079**	4.219,3920**	14.303,5020**	22.641,3440**
Var.Brasileiras	4	803,2209^{ns}	694,2192^{ns}	2.766,2052^{ns}	6.336,5872**
Var.Africanas	4	894,9704^{ns}	18.589,6510**	9.687,8530^{ns}	106.599,6900**
Grupos	1	10.441,9474**	15.764,8705**	167.547,1423**	197.655,4793**
Heteroses	25	579,5023^{ns}	2.022,3601**	10.758,2290^{ns}	4.816,2036**
H.Média	1	29,4815^{ns}	6.796,3439**	27.932,8629*	2.724,4355^{ns}
H.Var.Brasileiras	4	614,9124^{ns}	2.271,9317^{ns}	2.023,4391^{ns}	5.516,1445*
H.Var.Africanas	4	539,1990^{ns}	977,7813^{ns}	24.310,5410*	8.175,0192**
H.Específica	16	615,1019^{ns}	1.922.7379*	8.480,4350^{ns}	3.932,2504**
Resíduo[§]	-	399,2290	933,3937	6.725,8716	1.611,9552

QM-1, QM-2: quadrados médios nos ambientes 1 e 2, respectivamente

[§]: graus de liberdade para o resíduo: F_1: ambiente 1 = 102, ambiente 2 = 64; F_2: ambiente 1 = 62, ambiente 2 = 93

Tabela 20. Estimativas dos efeitos de variedades ($\hat{v}_i$ e $\hat{v}_j$) e heteroses varietais ($\hat{h}_i$ e $\hat{h}_j$), i = 1 a 5 e j = 6 a 10, para o caráter peso de 100 grãos (gramas), nos ambientes 1 (Mata) e 2 (Cerrado), para as duas gerações, F_1 e F_2

Variedades	F_1				F_2			
	Ambiente 1		Ambiente 2		Ambiente 1		Ambiente 2	
	$\hat{v}$	$\hat{h}$	$\hat{v}$	$\hat{h}$	$\hat{v}$	$\hat{h}$	$\hat{v}$	$\hat{h}$
1	-0,0288	-0,0686	0,0079	-0,0091	-0,0069	0,0615	-0,0596	0,2240
2	-0,0850	0,0687	-0,0313	-0,0569	-0,1377	0,0435	-0,0244	-0,1144
3	0,0949	0,0230	0,0684	0,0516	0,1143	0,0243	0,0340	0,1381
4	-0,0545	0,0290	-0,1550	0,1242	0,0780	0,0862	0,0604	0,0317
5	0,0734	-0,0521	0,1101	-0,1098	-0,0475	-0,2155	-0,0103	-0,2794
6	-0,2948	-0,0032	-0,2362	-0,1337	-0,2060	0,0666	-0,2719	-0,0684
7	-0,3311	-0,0364	-0,4703	0,0316	-0,4184	0,1381	-0,4919	0,1861
8	0,8577	0,0196	0,7450	0,0986	0,8798	-0,1869	0,9082	-0,1927
9	-0,0926	0,0628	0,2162	0,0050	-0,0926	0,0544	0,1066	0,1722
10	-0,1393	-0,0429	-0,2549	-0,0015	-0,1627	-0,0722	-0,2512	-0,0972
$\hat{\mu}$	2,8524		2,7623		2,8265		2,8576	
% $\hat{\bar{h}}$	3,36		5,29		3,18		6,30	

Tabela 21. Estimativas dos efeitos de variedades ($\hat{v}_i$ e $\hat{v}_j$) e heteroses varietais ($\hat{h}_i$ e $\hat{h}_j$), i = 1 a 5 e j = 6 a 10, para o caráter número de grãos por panícula, nos ambientes 1 (Mata) e 2 (Cerrado), para as duas gerações, F_1 e F_2

Variedades	F_1				F_2			
	Ambiente 1		Ambiente 2		Ambiente 1		Ambiente 2	
	$\hat{v}$	$\hat{h}$	$\hat{v}$	$\hat{h}$	$\hat{v}$	$\hat{h}$	$\hat{v}$	$\hat{h}$
1	4,2780	3,1082	12,6840	-2,8320	4,3800	7,1240	14,8140	-4,3732
2	-14,4920	0,3172	-21,1060	-2,8210	-4,0200	-5,7720	-9,4660	-8,9452
3	-10,1220	3,9522	2,1640	-0,8720	-1,0500	1,0660	-11,5660	11,0628
4	1,3580	-6,6638	-5,8160	4,1560	-7,8100	-0,5460	-2,7560	-9,1232
5	18,9780	-0,7138	12,0740	2,3690	8,5000	-1,8720	8,9740	11,3788
6	4,8300	-3,4638	4,8680	-2,6640	-24,8600	3,5240	-1,0320	-10,1872
7	-2,9600	-1,9208	-23,2020	4,8590	-20,9700	15,4460	-25,9220	16,1228
8	-25,0100	-1,6618	-22,7620	-11,0910	-14,5400	-10,1080	-26,6220	-1,6252
9	24,7100	6,8242	39,6580	7,9010	41,9000	18,2480	49,3080	12,1928
10	-1,5700	0,2222	1,4380	0,9950	18,4700	-27,1100	4,2680	-16,5032
$\hat{\mu}$	94,301		116,8290		93,9400		119,2340	
% $\hat{\bar{h}}$	7,62		3,15		10,88		4,37	

Tabela 22. Estimativas dos efeitos de variedades ($\hat{v}_i$ e $\hat{v}_j$) e heteroses varietais ($\hat{h}_i$ e $\hat{h}_j$), i = 1 a 5 e j = 6 a 10, para o caráter número de panículas por planta, nos ambientes 1 (Mata) e 2 (Cerrado), para as duas gerações, F_1 e F_2

Variedades	F_1				F_2			
	Ambiente 1		Ambiente 2		Ambiente 1		Ambiente 2	
	$\hat{v}$	$\hat{h}$	$\hat{v}$	$\hat{h}$	$\hat{v}$	$\hat{h}$	$\hat{v}$	$\hat{h}$
1	-0,2254	0,0196	-0,7796	-0,1523	-0,1664	-0,0311	-0,1922	-0,1544
2	0,3726	0,4231	0,9214	-0,3108	0,1634	-0,0543	0,3353	-0,1916
3	-0,3312	-0,0984	-0,0786	0,5612	-0,0957	0,2838	-0,4444	0,6544
4	-0,1403	-0,1829	-0,3356	0,5655	-0,0552	0,1362	-0,2359	0,3203
5	0,3244	-0,1614	0,2724	-0,6635	0,1539	-0,3346	0,5374	-0,6287
6	0,4835	0,0763	1,5766	-0,6998	0,3970	0,7450	1,1571	-0,4285
7	1,3715	-0,3479	0,1386	0,0782	-0,0057	-0,2422	0,3115	-0,1307
8	-0,0192	-0,1142	-0,6844	0,5679	-0,1166	-0,3957	-0,4639	0,2386
9	-1,4436	-0,2156	1,1176	-0,9203	-0,1716	0,0150	0,1182	0,1293
10	-0,3920	0,6014	-2,1484	0,9741	-0,1033	-0,1221	-1,1228	0,1914
$\hat{\mu}$	5,7305		8,1230		3,4627		4,2619	
% $\hat{\bar{h}}$	4,50		3,13		19,87		0,14	

Tabela 23. Estimativas dos efeitos de variedades ($\hat{v}_i$ e $\hat{v}_j$) e heteroses varietais ($\hat{h}_i$ e $\hat{h}_j$), i = 1 a 5 e j = 6 a 10, para o caráter produção estimada (gramas por parcela), nos ambientes 1 (Mata) e 2 (Cerrado), para as duas gerações, F_1 e F_2

Variedades	F_1				F_2			
	Ambiente 1		Ambiente 2		Ambiente 1		Ambiente 2	
	$\hat{v}$	$\hat{h}$	$\hat{v}$	$\hat{h}$	$\hat{v}$	$\hat{h}$	$\hat{v}$	$\hat{h}$
1	-3,3500	-5,8594	3,6360	-6,2372	12,3920	69,9104	12,5200	75,9200
2	-24,4400	25,1976	-20,0440	-3,3112	-15,9780	-43,0116	-13,2800	-76,0800
3	-4,8300	-14,8134	13,1860	10,9818	-11,1180	-10,2516	-68,5800	92,9800
4	12,0800	-12,4584	-50,2740	43,5438	-41,1080	53,2704	-62,4800	40,8000
5	20,5400	7,9336	53,4960	-44,9772	55,8120	-69,9176	131,8200	-133,6200
6	0,4820	15,2966	63,8060	-32,5522	-81,4680	87,3024	17,0400	17,0400
7	22,8420	-7,2594	-86,1740	14,9638	-132,6480	72,5384	-212,1600	74,8000
8	1,9220	0,7546	-8,4840	3,1368	95,9320	-160,1540	73,4400	-140,2400
9	-17,6280	13,5576	115,1960	20,6828	-69,3880	261,4060	263,0400	150,9600
10	-7,6180	-22,3494	-84,3440	-6,2312	187,5720	-261,0940	-141,3600	-102,5600
$\hat{\mu}$	129,3340		236,5790		378,5080		597,9700	
% $\hat{\bar{h}}$	1,57		13,04		33,04		6,53	

Tabela 24. Estimativas dos efeitos de capacidade geral de combinação ($\hat{g}_i = 1/2\ \hat{v}_i + \hat{h}_i$) para o caráter peso de 100 grãos (gramas), ambientes 1 (Mata) e 2 (Cerrado), para as duas gerações, F_1 e F_2

Linhagens	F_1		F_2	
	Ambiente 1	Ambiente 2	Ambiente 1	Ambiente 2
1	-0,0830	-0,0052	0,0580	0,1942
2	0,0262	-0,0726	-0,0254	-0,1266
3	0,0705	0,0857	0,0814	0,1551
4	0,0017	0,0467	0,1251	0,0619
5	-0,0154	-0,0547	-0,2393	-0,2846
6	-0,1506	-0,2518	-0,0364	-0,2044
7	-0,2020	-0,2036	-0,0711	-0,0598
8	0,4485	0,4711	0,2530	0,2614
9	0,0166	0,1131	0,0081	0,2255
10	-0,1125	-0,1289	-0,1536	-0,2228

Tabela 25. Estimativas dos efeitos de capacidade geral de combinação ($\hat{g}_i = 1/2\ \hat{v}_i + \hat{h}_i$) para o caráter número de grãos por panícula, ambientes 1 (Mata) e 2 (Cerrado), para as duas gerações F_1 e F_2

Linhagens	F_1		F_2	
	Ambiente 1	Ambiente 2	Ambiente 1	Ambiente 2
1	5,2472	3,5100	9,3140	3,0338
2	-6,9288	-13,3740	-7,7820	-13,6782
3	-1,1088	0,2100	0,5410	5,2798
4	-5,9848	1,2480	-4,4510	-10,5012
5	8,7752	8,4060	2,3780	15,8658
6	-1,0488	-0,2300	-8,9060	-10,7032
7	-3,4008	-6,7420	4,9610	3,1618
8	-14,1668	-22,4720	-17,3780	-14,9362
9	19,1792	27,7300	39,1980	36,8468
10	-0,5628	1,7140	-17,8750	-14,3692

Tabela 26. Estimativas dos efeitos de capacidade geral de combinação ($\hat{g}_i = 1/2\ \hat{v}_i + \hat{h}_i$) para o caráter número de panículas por planta, ambientes 1 (Mata) e 2 (Cerrado), para as duas gerações F_1 e F_2

Linhagens	F_1		F_2	
	Ambiente 1	Ambiente 2	Ambiente 1	Ambiente 2
1	-0,0931	-0,5421	-0,1143	-0,2506
2	0,6094	0,1499	0,0274	-0,0240
3	-0,2641	0,5219	0,2359	0,4322
4	-0,2530	0,3977	0,1086	0,2024
5	0,0008	-0,5273	-0,2576	-0,3600
6	0,3180	0,0885	0,9435	0,1500
7	0,3378	0,1475	-0,2451	0,0250
8	-0,1238	0,2257	-0,4539	0,0066
9	-0,9374	-0,3615	-0,0708	0,1884
10	0,4054	-0,1001	-0,1737	-0,3700

Tabela 27. Estimativas dos efeitos de capacidade geral de combinação ($\hat{g}_i = 1/2\ \hat{v}_i + \hat{h}_i$) para o caráter produção estimada (gramas por parcela), ambientes 1 (Mata) e 2 (Cerrado), para as duas gerações, F_1 e F_2

Linhagens	F_1		F_2	
	Ambiente 1	Ambiente 2	Ambiente 1	Ambiente 2
1	-7,5344	-4,4192	76,1064	82,1800
2	12,9776	-13,3332	-51,0006	-82,7200
3	-17,2284	17,5748	-15,8106	58,6900
4	-6,4184	18,4068	32,7164	9,5600
5	18,2036	-18,2292	-42,0116	-67,7100
6	15,5376	-0,6492	46,5684	25,5600
7	4,1616	-28,1232	6,2144	-31,2800
8	1,7156	-1,1052	-112,1880	-103,5200
9	4,7436	78,2808	226,7120	282,4800
10	-26,1584	-48,4032	-167,3080	-173,2400

Tabela 28. Estimativas dos efeitos da capacidade específica de combinação ($\hat{s}_{ij}$) entre 25 cruzamentos para o caráter peso de 100 grãos (gramas), ambientes 1 (Mata) e 2 (Cerrado), para as duas gerações F_1 e F_2

Cruzamentos	F_1		F_2	
	Ambiente 1	Ambiente 2	Ambiente 1	Ambiente 2
1 x 6	0,1271	0,0003	-0,0932	-0,2317
1 x 7	-0,2784	-0,0498	0,1108	0,3978
1 x 8	0,0273	0,0089	0,0923	-0,1439
1 x 9	0,0229	0,0369	-0,0808	0,2174
1 x 10	0,1012	0,0036	-0,0291	-0,2396
2 x 6	-0,0159	-0,0807	-0,0458	0,0189
2 x 7	0,0427	0,0508	-0,1736	-0,2210
2 x 8	-0,0422	0,0523	0,2709	0,3097
2 x 9	0,0297	0,0596	-0,0322	-0,1052
2 x 10	-0,0143	-0,0820	-0,0193	-0,0024
3 x 6	-0,0866	-0,0268	-0,1284	-0,0412
3 x 7	0,1575	0,0624	-0,0550	-0,0264
3 x 8	0,0064	-0,0640	0,1143	0,2048
3 x 9	-0,0817	-0,0278	0,0016	-0,0485
3 x 10	0,0044	0,0562	0,0675	-0,0888
4 x 6	-0,0589	0,0821	-0,0813	0,0986
4 x 7	0,0550	-0,0257	-0,1412	-0,2029
4 x 8	0,0028	0,0477	0,2256	0,1128
4 x 9	0,0676	-0,0237	0,1416	-0,1267
4 x 10	-0,0665	-0,0805	-0,1446	0,1181
5 x 6	0,0343	0,0250	0,3486	0,1553
5 x 7	0,0232	-0,0378	0,2592	0,0525
5 x 8	0,0058	-0,0450	-0,7031	-0,4835
5 x 9	-0,0385	-0,0450	-0,0302	0,0630
5 x 10	-0,0247	0,1027	0,1255	0,2127

Tabela 29. Estimativas dos efeitos da capacidade específica de combinação ($\hat{s}_{ij}$) entre 25 cruzamentos para o caráter número de grãos por panícula, ambientes 1 (Mata) e 2 (Cerrado), para as duas gerações, F_1 e F_2

Cruzamentos	F_1		F_2	
	Ambiente 1	Ambiente 2	Ambiente 1	Ambiente 2
1 x 6	-2,8612	-6,1680	-14,2040	7,9832
1 x 7	-1,4092	2,0440	18,1040	-1,5768
1 x 8	-4,3732	-1,5660	-7,1720	-13,0888
1 x 9	3,3308	11,0220	16,8320	12,0632
1 x 10	5,3128	-5,3320	-13,5600	-5,3808
2 x 6	-4,0552	-0,2240	12,2320	11,8152
2 x 7	4,7668	-6,2820	-1,1400	-12,0248
2 x 8	-6,2172	4,1880	-14,6560	-2,7968
2 x 9	5,9068	-3,5040	-11,0920	-1,5248
2 x 10	-0,4012	5,8220	14,6560	4,5312
3 x 6	-4,7852	5,2220	-15,6560	-8,9728
3 x 7	0,8068	-13,2160	1,6120	6,7472
3 x 8	-0,5672	-6,3260	-2,9440	7,4952
3 x 9	-7,8132	14,4620	4,9600	3,9072
3 x 10	12,3588	-0,1420	12,0280	-9,1768
4 x 6	2,6408	-1,4860	8,5360	-7,3168
4 x 7	-2,8672	-6,4040	-23,7760	8,6432
4 x 8	13,2388	0,5860	39,5680	-2,1088
4 x 9	-0,3872	-3,8560	-12,3880	0,6232
4 x 10	-12,6252	11,1600	-11,9400	0,1592
5 x 6	9,0608	2,6560	9,0920	-3,5088
5 x 7	-1,2972	23,8580	5,2000	-1,7888
5 x 8	-2,0812	3,1180	-14,7960	10,4992
5 x 9	-1,0372	-18,1240	1,6880	-15,0688
5 x 10	-4,6452	-11,5080	-1,1840	9,8672

Tabela 30. Estimativas dos efeitos da capacidade específica de combinação ($\hat{s}_{ij}$) entre 25 cruzamentos para o caráter número de panículas por planta, ambientes 1 (Mata) e 2 (Cerrado), para as duas gerações, F_1 e F_2

Cruzamentos	F_1		F_2	
	Ambiente 1	Ambiente 2	Ambiente 1	Ambiente 2
1 x 6	0,3324	0,7841	-0,7224	0,2128
1 x 7	0,1131	-0,7649	0,1227	0,4110
1 x 8	-0,2231	0,5939	0,1431	-0,4121
1 x 9	-0,3301	-1,2679	-0,2312	-0,3121
1 x 10	0,1078	0,6547	0,6878	0,1005
2 x 6	0,0813	0,0071	-0,3265	0,7134
2 x 7	-0,0487	0,8171	0,6616	-0,2508
2 x 8	-0,5380	0,0039	0,0153	0,6710
2 x 9	0,5325	0,1881	-0,9487	-0,6386
2 x 10	-0,0272	-1,0163	0,5984	-0,4950
3 x 6	-0,4731	-0,4109	-0,2799	-0,8175
3 x 7	-0,1354	0,0951	-0,6708	0,2563
3 x 8	-0,3524	-0,7771	-0,7745	-0,1714
3 x 9	0,4055	1,1131	1,3825	1,0114
3 x 10	0,5555	-0,0203	0,3427	-0,2789
4 x 6	-0,4193	-0,7927	0,1070	-0,7947
4 x 7	-0,0010	0,5613	-0,7949	-0,0071
4 x 8	0,6081	-0,3509	1,9980	0,6762
4 x 9	-0,1040	0,8133	-0,3326	0,3240
4 x 10	-0,0839	-0,2311	-0,9775	-0,1984
5 x 6	0,4787	0,4123	1,2219	0,6860
5 x 7	0,0720	-0,7087	0,6814	-0,4094
5 x 8	0,5054	0,5301	-1,3819	-0,7637
5 x 9	-0,5039	-0,8467	0,1301	-0,3847
5 x 10	-0,5522	0,6129	-0,6514	0,8718

Tabela 31. Estimativas dos efeitos da capacidade específica de combinação ($\hat{s}_{ij}$) entre 25 cruzamentos para o caráter produção estimada (gramas/parcela), ambientes 1 (Mata) e 2 (Cerrado), para as duas gerações, F_1 e F_2

Cruzamentos	F_1		F_2	
	Ambiente 1	Ambiente 2	Ambiente 1	Ambiente 2
1 x 6	11,7844	19,2832	-136,0420	-18,9200
1 x 7	-2,9996	-9,8828	92,8216	48,9200
1 x 8	6,1664	33,4692	-7,0264	-49,6400
1 x 9	-4,4216	-38,2168	105,3940	136,5600
1 x 10	-10,5296	-4,6528	-55,1464	-116,9200
2 x 6	-14,0176	13,2872	22,4496	155,2800
2 x 7	1,8984	15,8512	17,2936	-83,6800
2 x 8	-38,6956	-30,2568	-33,0144	69,3600
2 x 9	28,8064	-2,8928	-119,4540	-137,4400
2 x 10	22,0084	4,0112	112,7260	-3,5200
3 x 6	-20,7216	-23,0508	-133,9100	-112,4800
3 x 7	11,6444	4,3432	29,8736	28,5600
3 x 8	9,8904	-34,6048	47,0656	147,4000
3 x 9	2,0124	77,7292	-131,6940	16,4000
3 x 10	-2,8256	-24,4168	188,6660	-79,8800
4 x 6	-20,7316	-68,2028	78,2976	-118,4000
4 x 7	-18,1456	-7,6588	-246,7780	-32,5600
4 x 8	37,7504	10,6732	339,0740	48,8800
4 x 9	9,6024	45,5172	30,9736	72,2800
4 x 10	-8,4756	19,6712	-201,5660	29,8000
5 x 6	43,6864	58,6832	169,2060	94,5200
5 x 7	7,6024	-2,6528	106,7900	38,7600
5 x 8	-15,1116	20,7192	-346,0980	-216,0000
5 x 9	-35,9996	-82,1368	114,7820	-87,8000
5 x 10	-0,1776	5,3872	-44,6784	170,5200