**COMPARAÇÃO ENTRE LINHAGENS E HÍBRIDOS DE
MILHO (*Zea mays* L.) DE PORTE NORMAL E
SUAS VERSÕES BRAQUÍTICAS**

ANTONIO CARLOS DA SILVA

Orientador: Prof. Dr. ROLAND VENCovsky

**Tese apresentada à Escola
Superior de Agricultura "Luiz de
Queiroz", da Universidade de São
Paulo, para obtenção do título de
Doutor em Agronomia, Área de
Concentração: Genética e Melho-
ramento de Plantas.**

**PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Novembro de 1984**

Aos meus pais

OFEREÇO

À minha esposa,

com amor

DEDICO

AGRADECIMENTOS

- À Sementes Agrocere's S/A, na pessoa de seu Diretor de Pesquisa, Dr. Urbano Campos Ribeira.
- Ao Professor Dr. Roland Vencovsky, um grande amigo e orientador.
- Aos Professores Drs. Ernesto Paterniani e José Branco de Miranda Filho, pelas informações prestadas.
- Ao Departamento de Genética, pela formação recebida.

ÍNDICE

	Página
RESUMO	v
SUMMARY	viii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
3. MATERIAL E MÉTODO	17
3.1. Material	17
3.2. Método	20
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
4.1. Capacidade de Combinação	25
4.1.1. Produção de grãos	25
4.1.2. Altura da planta e da espiga	29
4.1.3. Índice AE/AP e índice de espiga	30
4.1.4. Plantas quebradas e acamadas	33
4.2. Comparação entre Híbridos Normais e Braquíticos	35
4.2.1. Peso de grãos	35
4.2.2. Altura de planta e de espiga	39
4.2.3. Índice AE/AP e índice de espigas	43
4.2.4. Quebramento de colmo e acamamento de raiz	46
4.2.5. Número de ramificações do pendão	48
4.2.6. Predição de médias de híbridos duplos	49
5. CONCLUSÕES	52
LITERATURA CITADA	54
TABELAS	63

COMPARAÇÃO ENTRE LINHAGENS E HÍBRIDOS DE MILHO (*Zea mays* L.) DE PORTE NORMAL E SUAS VERSÕES BRAQUÍTICAS

Antonio Carlos da Silva

Orientador: Roland Vencovsky

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo principal verificar o comportamento de linhagens braquitizadas* para serem utilizadas de imediato na síntese de híbridos duplos e, verificar a possibilidade de se utilizar híbridos simples braquíticos como progenitores femininos na síntese de híbridos duplos de porte normal, a fim de facilitar o despendoamento, quando a macho esterilidade citoplasmática não puder ser empregada.

Cinco linhagens juntamente com os dez híbridos simples possíveis entre elas, nas versões normal e braquítica, foram comparadas através de cruzamentos com um testador de porte normal. Foram feitas também avaliações de per si dos híbridos simples nas duas versões, e dos híbridos duplos nas versões braquítica e normais homo e heterozigótica. As avaliações foram realizadas no ano de 1983/84, em três localidades.

Com exceção da porcentagem de quebramento do colmo e acamamento de raiz, cujos coeficientes de variação experimental variaram entre 16% e 26%, para os demais caracteres estudados, foram obtidos uma alta precisão experimental, com os coeficientes de variação apresentando

* Linhagens de porte normal convertidas em braquíticas.

valores entre 4,8% e 9,5%. O teste de capacidade de combinação das linhagens mostrou que a versão braquítica foi inferior à normal com uma produção de grãos em relação a esta de 91,9%. Com relação aos híbridos simples, os dados também mostraram que a capacidade combinatória da versão braquítica foi pior, porém, com uma diferença menos acentuada do que aquela verificada para as linhagens. Para a altura da planta, o "top-corss" com as linhagens mostrou que a versão braquítica apresentou uma altura média 4% inferior à normal. Resultados parecidos também foram obtidos para a altura da espiga. Para os híbridos simples, os resultados mostraram que a altura da planta foi 2,5% mais baixa que a normal, enquanto para a altura da espiga não se verificaram diferenças. Com relação ao índice de espigas, índice AE/AP e porcentagem de plantas quebradas e acamadas, nenhuma diferença foi verificada, tanto a nível de linhagens quanto de híbridos simples.

Nas avaliações de per si, os híbridos simples braquíticos tiveram uma produção de grãos 19,5% inferior à versão normal, enquanto para os híbridos duplos este valor foi de 21,1%. Para as comparações feitas entre híbridos duplos de porte normal, nas versões homo e heterozigótica para o gene Br_2 , nenhuma diferença foi verificada na média geral. Os resultados obtidos para a altura da planta mostraram que o gene braquítico br_2 , em homozigose, produziu um abaixamento de porte de 30,0% e 28,6%, respectivamente para os híbridos simples e duplos. A versão heterozigótica para o gene Br_2 apresentou uma altura de planta 2,3% inferior à versão homozigótica. A posição relativa da espiga no colmo foi mais baixa para a versão braquítica. Para os híbridos simples obteve-se um valor médio AE/AP de 0,48 contra 0,56 na versão normal. Para os híbridos duplos

braquíticos essa relação foi de 0,47 contra 0,55 obtido para a versão normal homozigótica. Em relação ao índice de espigas não se verificaram diferenças a nível de híbridos simples, porém estas diferenças existiram a nível de híbridos duplos, onde a versão braquítica apresentou um índice de espigas 3,3% inferior à versão normal homozigótica. As comparações feitas com relação ao quebramento de colmo favorecem as versões braquíticas. Estas apresentaram, para os híbridos simples braquíticos, um quebramento médio de 7,6% enquanto na versão normal este valor foi de 19,3%. Nos resultados obtidos para o número de ramificações do penão não se detectaram diferenças entre as versões. Os resultados das estimativas dos componentes da variação obtidos a nível de híbridos simples e duplos, para diversos caracteres, mostraram que a interação tripla (versão x tratamentos x ambientes), da mesma forma que o ocorrido com os resultados do "top-cross", foi de magnitude elevada e quase sempre, superior aos valores obtidos para as variações das interações simples. A correlação entre os valores observados e esperados na produção de grãos dos híbridos duplos, igual a 0,574, não foi influenciada pela constituição genética dos híbridos br_2br_2 , Br_2Br_2 e Br_2br_2 .

Os resultados não aconselham a conversão de linhagens normais em braquíticas quando se visa obter a versão braquítica de um híbrido duplo. Porém, a conversão normal-braquítica deve ser feita quando se visa a obtenção de variedades sintéticas braquíticas as quais, após seleção, se constituirão em fontes de linhagens braquíticas superiores. Por outro lado as linhagens braquíticas podem também ser empregadas na síntese de híbridos simples braquíticos que servirão como genitores femininos na formação do híbrido duplo de porte normal, sem prejuízo para a produção de grãos.

COMPARISON BETWEEN NORMAL AND BRACHYTIC VERSIONS OF INBRED LINES AND HYBRIDS OF CORN (*Zea mays* L.)

Antonio Carlos da Silva

Adviser: Roland Vencovsky

SUMMARY

In this research the main objective was, therefore, to investigate the performance of brachytic inbred lines in the synthesis of double-cross hybrids and the possibility of their use to obtain single-cross hybrids as potential female parents of non brachytic double-cross hybrids, to facilitate the detasseling procedure, when male sterility is inviable.

Fice of these inbred lines were taken to obtain the corresponding ten possible single-cross hybrids, in both versions. The performance of these hybrids was evaluated per se and after test crossing with a Br_2Br_2 common tests. All possible double-cross hybrids were also obtained and tested per se, in the br_2br_2 , Br_2br_2 and Br_2Br_2 versions. Experiments were conducted in 1983/84, in three locations.

Experiments showed a high precision, with the coefficient of variation ranging between 4.8% and 9.5% for the most important traits. Only for the percentage of lodging, precision was lower, with a coefficient of variation between 16% and 26%.

In terms of the top-cross performance the following results were detected: the brachytic version of the inbred lines showed an average reduction in yield, corresponding to 91.9% of the normal versions, or a reduction of 424 Kg/ha. In plant height and ear height a reduction of 4% was observed. No difference was detected for number of ears per plant, the ear height/plant height ratio and the percentage of lodging. The top-cross performance of the single-cross hybrids, comparing the brachytic and the normal versions showed also a small reduction of 2.5% for the br_2br_2 types. A similar reduction was observed for plant height. No differences were detected for the other traits.

In relation to the per se performance, on the other hand, the following main results were observed: single-cross hybrids yielded 19.5% less grain than the normal types. For the double-cross hybrids a reduction of 21.1% was observed. In general, for all traits, no consistent differences could be detected between the Br_2Br_2 and the Br_2br_2 double-cross hybrids. Differences in some cases favored one or the other genotype. For plant height, the br_2br_2 single and double-cross hybrids showed a reduction of 30% and 28.6%, respectively, as compared with the non brachytic versions. The Br_2br_2 types, on the other hand, exhibited a reduction of only 2.3% in contrast with the Br_2Br_2 homozygotes for these traits. The following ratios between ear height and plant height were obtained for the single and double-cross hybrids, contrasting the brachytic and normal types, respectively: 0.48 vs 0.56 and 0.47 vs 0.50. The number of ears per plant was equivalent for the normal and the brachytic single-cross hybrids, in the per se performance. Brachytic double-crosses, however, had 3.3% less ears per plant than the normal counterpart. The brachytic versions were always

superior to the normal versions in relation to lodging percentage, with the following average values: 7.6% versus 19.3%. No significant difference was detected in relation to the number of tassel branches. Similarly to the top-cross performance, in the per se evaluation, the triple interaction component was of high magnitude, when compared with the other components.

The correlation between observed and expected double-cross grain yield, equal to 0.574, was not influenced by the genetic constitution of the hybrids,, as far as the Br_2 and br_2 alleles are concerned.

Results indicated no advantage in utilizing brachytic single or double-cross hybrids per se. Brachytic inbred lines, however, should be obtained for the synthesis of brachytic synthetic varieties, as source of new inbred lines, and brachytic single-cross hybrids to be used as female parents of double-crosses when male sterility is not viable and detasseling is necessary.

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, os trabalhos com linhagens estão restritos praticamente às empresas particulares e, portanto, as informações pertinentes a estes materiais não são de conhecimento público. Sabe-se que nos Estados Unidos os trabalhos realizados com a braquitização de linhagens não conduziram a resultados animadores, ora por apresentarem plantas com porte muito baixo, ora com produção de grãos aquém do esperado. Nas nossas condições, devido ainda ao baixo nível de tecnologia empregado, todo tipo de informação que vise diminuir a alta percentagem de plantas acamadas reverte-se de imediato em benefício do agricultor. Por outro lado, a utilização de híbridos simples de milho de porte baixo, como progenitores femininos na síntese de híbridos duplos de porte normal, terá imensa aplicação prática à medida em que não se puder utilizar a macho esterilidade citoplasmática. Neste caso, o porte baixo da planta facilitará enormemente o processo de despendoamento.

A obtenção de plantas de milho de porte baixo vem preocupando os melhoristas há muito tempo. As plantas altas de milho, típicas das regiões tropicais, estão mais sujeitas ao quebramento de colmo e

acamamento de raiz, pela ação dos ventos, em relação às plantas de porte baixo. A produtividade do milho no Brasil é bastante afetada pelas perdas de plantas tombadas pelo vento. Tomando-se como exemplo o ensaio nacional de milho de plantas baixas, conduzido pela EMBRAPA no ano agrícola 1982/83, uma amostragem correspondente a oito localidades e dezessete híbridos mostrou um acamamento médio da ordem de 28%. Observações feitas em treze híbridos de porte normal nas mesmas localidades apresentaram uma média de 35% de plantas acamadas (acamamento de raiz + quebraimento do colmo). Outra razão para se obterem plantas de porte baixo em milho está relacionada com a colheita mecanizada. Uma terceira vantagem apresentada pelo milho de porte baixo é a possibilidade de se utilizar maior densidade de plantio.

Apesar de serem poucos os resultados satisfatórios obtidos até o presente, há boas perspectivas de se obter variedades de porte baixo de milho que apresentem alta produtividade e boas características agronômicas (PATERNIANI, 1974), através da introdução de genes maiores que reduzem o porte da planta em variedades. Exemplo disto é a variedade Piranão portadora do genótipo br_2br_2 que tem apresentado produções de grãos em torno de 6 a 7 mil Kg/ha, produções estas correspondentes a alguns híbridos comerciais (PATERNIANI e RISSI, 1976).

Considerando as grandes vantagens que o gene braquítico br_2 oferece, tanto para a obtenção de variedades braquíticas como na síntese de híbridos de milho a partir de linhagens braquíticas, realizou-se este trabalho, cujos objetivos foram:

a. Fazer um estudo comparativo da capacidade de combinação de linhagens e híbridos simples de porte normal com suas respectivas versões braquíticas em cruzamento com um testador.

b. A comparação entre híbridos simples e duplos de porte normal com suas respectivas versões braquíticas.

c. A comparação entre híbridos duplos de porte normal na condição heterozigótica para o gene braquítico (Br_2br_2) com a respectiva versão normal em homozigose para o gene que condiciona o porte normal da planta (Br_2Br_2).

d. Fazer um estudo comparativo com relação à previsão de híbridos duplos braquíticos e normais.

e. Verificar, se do ponto de vista prático, quatro ciclos de retrocruzamentos, no processo de conversão de linhagens normais em braquíticas, são suficientes para a recuperação da linhagem original.

2. REVISÃO DE LITERATURA

KEMPTON (1920) descreveu pela primeira vez o caráter braquítico em milho. Este autor considerou como braquíticas plantas de internódios mais curtos, sem uma mudança em seu número e tamanho de outros órgãos. Hartley e Gernet, citado por KEMPTON (1920) descreveram plantas de porte baixo em 1912 e que aparentemente deveriam tratar-se de braquíticas. Mais tarde, LENG e VINEYARD (1951) descreveram o gene braquítico br_2 nos estoques de braquíticos "Oakes dwarf" e " R_4 dwarf". Em se tratando da localização dos genes br_1 e br_2 no cromossoma, LAMBERT (1963) considerou-os situados em locos diferentes do cromossoma-1. A forma normal é considerada dominante sobre a braquítica, mas esta dominância nem sempre é completa.

LENG (1957) descreveu plantas braquíticas de milho como sendo aquelas apresentando uma redução marcante no comprimento dos internódios, especialmente aqueles abaixo da espiga. Segundo o autor não há uma redução proporcional de outros órgãos.

Vários autores já demonstraram que o gene braquítico br_2 promove uma redução do porte da planta devido a um encurtamento dos

internódios (ANDERSON e CHOW, 1963; SCOTT e CAMPBELL, 1969; BULLOW, 1971; CIMMYT, 1972; LEITE e PATERNIANI, 1973; RISSI *et alii*, 1976; SINGH e RAY, 1979). Os trabalhos apresentados por estes autores mostraram que o percentual de redução do porte da planta varia muito de genótipo para genótipo.

A incorporação do gene braquítico, tanto em populações como em linhagens, não apresenta dificuldade de ordem prática por tratar-se de herança mendeliana simples. A sua introdução em linhagens, no entanto, comporta-se de maneira particular, variando muito de germoplasma para germoplasma. Algumas linhagens não se adaptam bem à versão braquítica e, neste caso, recomenda-se fazer apenas um ou dois retrocruzamentos e iniciar o processo de autofecundação para a obtenção de novas linhagens.

A maioria dos milhos tendem a crescer muito nas regiões tropicais, originando sérios problemas de acamamento. A redução do porte da planta é de grande importância pois tem como consequência imediata uma diminuição do número de plantas acamadas. A maior parte dos esquemas de seleção para aumentar o rendimento tem produzido plantas ainda mais altas e tipos com tendência à maturação tardia. Estas plantas altas e tardias tornam-se um problema à medida que se intensificam as práticas de manejos com maiores níveis de fertilização e maiores densidades de plantio. Esta redução do porte pode ser conseguida através da introdução de genes maiores ou através de poligenes, selecionado-se plantas mais baixas em populações com variabilidade genética para o caráter.

Dentre os genes maiores que promovem a redução do porte da planta de milho, o emprego do gene braquítico br_2 proporciona o efeito mais espetacular na diminuição da altura das plantas. SINGLETON (1959), KHERA *et alii*, (1975), BANDEL (1978) consideram que o gene braquítico br_2 é o que acarreta menores mudanças nas características agrônômicas. Todavia não se sabe qual será o melhor enfoque a longo prazo. Parece que a seleção dentro dos materiais altos mediante um procedimento recorrente pode ser o mais desejável. As populações resultantes são mais baixas, ligeiramente mais precoces e aparentemente com melhor rendimento nas densidades de plantio convencionais. A natureza da redução do porte da planta parece ser predominantemente aditiva, e o melhor rendimento pode ser devido exclusivamente a uma recuperação mais completa dos grãos produzidos, quando comparado com as grandes perdas por acamamento nos materiais originais (CIMMYT, 1972).

Embora algumas tentativas de se reduzir o porte das plantas através de poligenes não tenham, no geral, dado resultados satisfatórios, pois a redução do porte das plantas tem sido acompanhado por uma redução na produtividade (VERA e CRANE, 1970; ACOSTA e CRANE, 1972), outras tentativas, porém, resultaram muito promissoras. Entre estas a mais significativa de todas foi a redução do porte da planta conseguida pelo CIMMYT na população Tuxpeño Crema I. Após quinze ciclos de seleção para diminuir o porte da planta a análise dos dados mostrou uma redução linear na altura da planta, e esta redução foi acompanhada também por uma diminuição nos dias para florescimento. O rendimento de grãos nas densidades ótimas apresentou um acréscimo de 2,9% por ciclo de seleção, quebrando-se assim, a correlação positiva existente entre a altura da planta e a

produtividade (CIMMYT, 1978).

Em nossas condições MIRANDA FILHO (1974) iniciou trabalho de obtenção de uma população de porte baixo, com base em poligenes, e desde então, através de vários ciclos de seleção nesta população, vem obtendo resultados promissores, tanto no melhoramento da população de per si quanto como fonte de linhagens. RISSI *et alii* (1976) estudaram o comportamento de híbridos e populações de milho de porte baixo e concluíram que tanto a variedade Piranão como também o Composto Planta Baixa são materiais altamente promissores sob o ponto de vista de seleção, particularmente o segundo devido à variabilidade inerente ao material. PEIXOTO *et alii* (1976) estudaram o efeito da introdução de poligenes para a redução do porte das plantas de milho e obtiveram resultados significativos na diminuição deste caráter. A EMBRAPA, através do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo, tem feito uso de poligenes para reduzir o porte das plantas.

Já foi relatado anteriormente que dentre os vários genes que reduzem o porte da planta de milho, o gene braquítico br_2 é o que se tem mostrado mais promissor, por praticamente não afetar o tamanho da espiga. Este encurtamento dos internódios é devido à destruição de uma auxina responsável pelo alongamento da parede celular (PATERNIANI, 1973). O tratamento das plantas braquíticas (br_2br_2) com ácido giberélico induz a um maior crescimento longitudinal, promovendo a reversão do nanismo.

O primeiro trabalho de introdução do gene braquítico br_2 em nossas condições foi realizada por PATERNIANI. O material básico que deu origem ao atual Piranão foi o milho Piramex III, tendo como

fonte do gene braquítico br_2 a população Tuxpeño braquítico-2 obtido do CIMMYT, México.

Os resultados dos primeiros trabalhos, após a introdução deste gene nas condições brasileiras, surgiram a partir de 1971 (PATERNIANI, 1971). A variedade Piramex braquítico, muito embora ainda em fase de seleção, foi considerada bastante promissora. Nos resultados obtidos por PATERNIANI (1973) verificou-se que o milho Piranão, antigo Piramex braquítico, apresentou uma produtividade idêntica ao híbrido Ag 257, considerado de alta produtividade. Destacou-se, ainda, o alto grau de resistência ao acamamento desta variedade. A partir de 1971 intensificaram-se os trabalhos de melhoramento envolvendo a redução do porte das plantas de milho (PATERNIANI e RISSI, 1976; RISSI *et alii*, 1976; PATERNIANI, 1978; PATERNIANI, 1980).

Praticamente nada se sabe a respeito dos trabalhos de melhoramento desenvolvido pelas empresas particulares de sementes no Brasil. Porém, a Sementes Agrocere S/A, vem desenvolvendo há algum tempo programas de melhoramentos envolvendo tanto sintéticos de linhagens braquitizadas quanto variedades sintéticas de porte baixo controladas poligenicamente. Tanto um quanto outro desses materiais tem-se mostrado como excelentes fontes de linhagens para síntese de híbridos de porte baixo (RIBEIRAL, informação pessoal).

Vários trabalhos já foram realizados com o objetivo de verificar o efeito do gene braquítico br_2 tanto em linhagens quanto em populações. A introdução do gene braquítico em linhagens de porte normal provocou uma diminuição de porte variando entre 13% e 56% com relação às

versões de porte normal (Br_2Br_2) (SCOTT e CAMPBELL, 1969). A comparação do porte de plantas resultantes do cruzamento de linhagens normais x normais e normais x braquíticas mostrou uma redução da ordem de 12% na versão heterozigótica (SINGLETON, 1959). SCOTT e CAMPBELL (1969) obtiveram valores da ordem de 10%. Com relação a cruzamentos intervarietais, KHERA *et alii* (1975) obtiveram decréscimos de 15% no porte das plantas heterozigóticas para o gene br_2 . Tais resultados foram observados em cruzamentos entre variedades braquitizadas e outras variedades de porte normal.

Existe uma quantidade grande de genes modificadores que em interação com o gene br_2 determina geneticamente a potencialidade de crescimento de uma planta. Estes genes não apresentam uma herança simples, mas sim, quantitativa (ANDERSON e CHOW, 1963). THOMPSON e EVERETT (1963) e SINGH e RAY (1979) verificaram que a interação do efeito do gene braquítico br_2 com genótipos diferentes ocorre tanto a nível de linhagens como em híbridos.

THOMPSON e EVERETT (1963) relataram o efeito diferencial do gene braquítico br_2 nos internódios acima e abaixo da espiga. Segundo os autores, o gene br_2 promove uma redução mais drástica no comprimento dos internódios abaixo da espiga. Tendo em vista que a altura da planta é função do comprimento e número de internódios, ANDERSON e CHOW (1963) compararam plantas normais e braquíticas e não encontraram nenhuma diferença com relação ao número de internódios. SCOTT e CAMPBELL (1969), trabalhando com híbridos de linhagens braquitizadas, verificaram que os internódios abaixo da espiga diminuíram em 45%, enquanto acima da espiga tal redução foi de 29%. Os valores médios obtidos para a altura da espiga

em linhagens e híbridos foram, respectivamente, de 27cm e 65cm (LENG, 1957; ANDERSON e CHOW, 1963; CAMPBELL, 1965; SCOTT e CAMPBELL, 1969; LEITE e PATERNIANI (1973); RISSI *et alii* (1976). ANDERSON e CHOW (1963) consideraram como altura ideal para a espiga o valor de 60cm.

Uma observação interessante foi realizada por CAMPBELL (1965) ao notar que a braquitização de linhagens mais altas leva à formação de versões braquíticas também mais altas. Esta observação se aplica também para a altura da espiga. O autor considera ainda que os híbridos de linhagens altas braquitizadas não devem apresentar problemas de altura de espiga. Em termos de porte, suas plantas se localizam mais próximas das normais do que das anãs.

Estudos realizados sobre o acamamento mostram haver diferenças marcantes entre plantas de porte normal e braquíticas. LENG (1957) observou que ventos fortes provocaram o acamamento de praticamente todas as plantas dos híbridos normais, enquanto nos braquíticos o acamamento, em média, foi de 40%, tendo havido híbrido que manteve 100% de suas plantas erectas. ANDERSON e CHOW (1963), estudando o quebramento de colmo, obtiveram valores de 2,5% para plantas braquíticas e 23% para plantas de porte normal. Quanto ao acamamento de raiz, não obtiveram diferenças entre normais e braquíticas, exceto para um único híbrido cuja forma braquítica apresentou um maior acamamento. CAMPBELL (1965) e SINGH e RAY (1979) relataram menor acamamento das formas braquíticas em relação às formas normais sem discriminar sua natureza. Nos trabalhos conduzidos por PATERNIANI (1980), plantas braquíticas apresentaram 25% de acamamento de raiz e 4% com quebramento de colmo. Segundo o autor, isto demonstra

uma tendência de menor quebramento de colmos em relação ao acamamento de raiz. As formas braquíticas, por apresentarem geralmente um caule mais grosso, acamam menos (THOMPSON e EVERETT, 1963; LEITE e PATERNIANI, 1973; GALVÃO, 1974).

Os programas americanos que introduziram o gene br_2 em linhagens não tiveram sucesso. Segundo PATERNIANI (1974) o gene braquítico br_2 não se adapta a todas as linhagens em que é introduzido. Considera como alternativa mais viável a introdução do gene braquítico em populações onde ele pudesse encontrar nas gerações segregantes uma condição de maior equilíbrio.

Diversos trabalhos têm demonstrado que a produção das formas braquíticas é inferior à versão normal. LENG (1957) apresenta resultados em que a versão braquítica do híbrido US 13 produziu 91% da versão normal. CAMPBELL (1965) apresenta valores de 98%. RIBEIRAL (1976) estudou o efeito do gene braquítico br_2 na produtividade de híbridos de milho e verificou que os híbridos duplos braquíticos produziram, em média, 95,3% dos normais, com uma amplitude de variação para a produção de grãos entre 79,2% e 112,6%. Resultados significativos foram obtidos para a interação híbrido x versão, sugerindo que o "background" genético pode afetar a magnitude da diferença entre híbridos normais e braquíticos. Em geral a versão braquítica produziu menos espigas por planta do que a normal. SINGH e RAY (1979) obtiveram, para cinco linhagens e seus respectivos híbridos, uma produção relativamédia, respectivamente de 67% e 86%. Existem trabalhos em que as versões braquíticas foram su-

periores às versões normais em até 20% (ANDERSON e CHOW, 1963; ARBOLEDA *et alii*, 1974).

Recentemente, CASTRO (1983) conduziu trabalhos entre populações de milho normais e braquíticas, verificando que as populações de milho braquíticas foram tão produtivas quanto as correspondentes de porte normal. Este resultado é extremamente importante e compensador, mostrando que os trabalhos de melhoramento realizados nas populações braquíticas por PATERNIANI nos últimos anos tem sido altamente significativos.

Os trabalhos da "Illinois Exp. Estation" (USA) parecem ter sido um dos primeiros programas realizados com o gene braquítico (LENG, 1957). O autor considerou estes resultados iniciais desencorajadores devido à redução de produção de grãos das formas braquíticas além de uma menor competição com as plantas daninhas.

ANDERSON e CHOW (1963) estudaram o efeito do gene braquítico nos componentes da produção de grãos. Verificaram que um dos híbridos testados apresentava grãos mais pesados. Não ocorreram diferenças para o comprimento da espiga nas duas versões, porém houve uma tendência das formas braquíticas apresentarem menor número de fileiras com um maior número de grãos por fileira. Estas diferenças não foram significativas.

SHINGH e RAY (1979) consideram que a maior frequência de plantas estéreis nas formas braquíticas foi um dos fatores responsáveis pela menor produtividade destas. Em alguns híbridos testados, obtiveram uma frequência média de plantas estéreis de 23,3% e 12% para as versões braquíticas e normais, respectivamente. Esta tendência, entretanto, não é generalizada. Trabalhos conduzidos por GALVÃO, (1974) mostraram

que, dependendo da densidade populacional, há uma maior ou menor frequência de plantas estéreis. PENDLETON e SEIF (1961) e POEY (1973) consideram que existe uma maior dificuldade na emissão dos estilos-estigmas das formas braquíticas, o que conduz a uma menor produtividade. Esta dificuldade de emissão se deve à pressão exercida pelas bainhas e se torna mais evidente quando há um exagerado encurtamento dos entrenós. Esta observação não está de acordo com aquela obtida por CAMPBELL (1965). Em seu trabalho este autor verificou que as falhas de grãos nos materiais braquíticos não eram superiores às encontradas nos materiais normais.

Alguns autores têm atribuído uma maior tolerância à seca às formas braquíticas. Em condições adversas de umidade, as plantas braquíticas mantêm-se mais túrgidas que as variedades altas (POEY, 1973; TREGUBENKO e NEPOMNJASCIJ, 1971; SOLONENKO e CHALIK, 1975; FILLIPPOV e VISHNEVSKII, 1982). CASTRO (1983) relata que tal tolerância pode ser condicionada por um sistema radicular mais abundante e que se estabelece mais rapidamente. As raízes adventícias das plantas altas nascem de nós acima do solo enquanto que nas formas braquíticas, devido ao encurtamento dos entrenós, estas raízes já nascem sob o solo.

Atualmente tem-se dado muita ênfase aos trabalhos de melhoramento envolvendo caracteres ligados à fisiologia e arquitetura da planta. Uma modificação na arquitetura das plantas permitirá uma maior produção de grãos/ha, desde que esta modificação diminua o grau de competição entre as plantas nas condições atuais de plantio, e permita aumentar a densidade de plantio sem tornar crítico o nível de competição (ZINSLY e VENCovsky, 1970).

Vários são os caracteres ligados à eficiência da planta de milho, e entre eles podem ser citados: o porte da planta; a área foliar, o ângulo de inserção das folhas, o número de ramificação do pendão, etc.

A comparação entre versões normais e braquíticas de milho com relação ao número de folhas por planta já foi objeto de estudo. STEIN (1955) verificou que a formação de folhas durante a embriogênese não diferiu entre as versões normais e braquíticas estudadas. Observações feitas em diferentes fases do ciclo da planta mostraram não ter havido diferenças entre plantas de porte alto e baixo. Porém, aos 95 dias observou-se um número maior de folhas ativas nas formas braquíticas. Este resultado foi interpretado como sendo devido a uma maior persistência das folhas nas plantas de porte baixo.

Embora as plantas braquíticas de milho apresentem, geralmente, folhas mais largas que as versões de porte normal, SINGH e RAY (1979) avaliaram a área foliar de cinco linhagens de milho e seus respectivos híbridos nas versões braquíticas e normais e verificaram não ter havido diferenças entre as médias das mesmas.

Outros genes maiores também já foram estudados e entre estes o que condiciona o caráter folhas erectas em milho. PENDLETON *et alii* (1968) publicaram um dos primeiros trabalhos sobre o comportamento de plantas com folhas erectas em milho. Para tanto utilizaram as formas isogênicas do híbrido C 103 x Hy para o caráter "liguleless-2" (lg_2). Neste caso, o gene lg_2 , além de alterar o conjunto foliar, altera também as ramificações do pendão, produzindo pendões menos ramificados. Outros pesquisadores compararam as versões "liguleless-1" e "liguleless-2" com a

versão de folhas normais e constataram que a forma "liguleless-2" foi superior à normal apenas em densidades superiores a 75.000 plantas/ha (LAMBERT, 1971; LAMBERT e JOHNSON, 1978). Estes autores verificaram ainda que a forma "liguleless-1" em nenhum caso se sobressaiu em relação à forma normal. ARIYANAYAGAM *et alii* (1974), após conduzirem uma seleção bidirecional, desenvolveram duas populações, sendo uma de folhas erectas e outra com folhas mais flácidas, apresentando respectivamente um ângulo de 25° e 50° com a vertical. Avaliações feitas em várias densidades de plantio não mostraram diferenças entre elas. POZAR (1981) comparou uma população de folhas normais com populações que se caracterizavam por apresentarem o caráter "liguleless-2", "liguleless-3" e folhas espetadas em quatro densidades populacionais. Os resultados indicaram uma tendência de superioridade para os tipos com arquitetura modificada sobre o tipo normal nos espaçamentos mais estreitos, e uma relação inversa nos espaçamentos mais largos. Tais resultados indicaram uma maior tolerância dos tipos com folhas verticais à diminuição do espaçamento e/ou ao aumento na densidade de plantio, quando comparados com o tipo normal.

Outro aspecto que vale a pena ser lembrado, como comenta CASTRO (1983), é que a introdução de um gene, como o lg_2 , o qual provoca uma mudança acentuada na fisiologia da planta, dificilmente encontrará uma condição de harmonia num genótipo selecionado durante muito tempo sem a sua presença e por consequência é de se esperar que a falta de equilíbrio entre os caracteres da planta resultem em prejuízo para a mesma.

Ultimamente o tamanho do pendão tem sido objeto de muito estudo por estar ligado à eficiência da planta (DUNCAN *et alii*, 1967;

HUNTER *et alii*, 1973; BUREN *et alii*, 1974; MOCK e SCHUETZ, 1974). De grande interesse são os trabalhos desenvolvidos com os milhos adaptados às nossas condições, e entre estes destacam-se os estudos realizados por GERALDI *et alii* (1975), GERALDI *et alii* (1976), GERALDI *et alii* (1977), ANDRADE e MIRANDA FILHO (1979), PATERNIANI e GERALDI (1980), PATERNIANI (1981) e SOUZA JUNIOR e ZINSLY (1981).

BUREN *et alii* (1974) relatam que as variedades mais produtivas de milho tem uma tendência de apresentarem pendões menores ou menos pesados e, portanto, deve-se praticar seleção para redução deste caráter nas populações de milho. GERALDI (1977), após estimar alguns parâmetros genéticos de caracteres do pendão em milho, verificou que o número de ramificações do pendão apresenta uma herdabilidade muito mais alta que o peso do pendão, o que vem facilitar enormemente os trabalhos de seleção.

A literatura estrangeira é rica em trabalhos relacionados à braquitização de linhagens e suas consequências. Porém, nas condições brasileiras, os trabalhos comparando versões normais e braquíticas de milho estão restritos às populações. Num País, onde o comércio de milho é predominantemente realizado às custas de híbridos de linhagens, é fundamental que se angarie o maior número possível de informações sobre o comportamento de linhagens braquitizadas e seus respectivos híbridos.

3. MATERIAL E MÉTODO

3.1. Material

No presente trabalho foram utilizadas cinco linhagens de milho de porte normal e suas correspondentes versões braquíticas (br_2br_2), oriundas do banco de germoplasmas da Empresa Sementes Agrocere S/A. A seguir é apresentada uma descrição destas linhagens.

Linhagem A: Derivada da variedade Azteca, variedade esta que foi desenvolvida pelo Instituto Agrônômico de Campinas. Apresenta grãos dentados amarelos, sabugo branco e com nível de endogamia superior a 20 autofecundações. Para a obtenção da versão braquítica desta linhagem foram realizados cinco ciclos de retrocruzamentos.

Linhagem B: Derivada de material oriundo de San Luiz de Potosi, México. Apresenta grãos dentados amarelos e sabugo branco e com nível de endogamia superior a vinte autofecundações. A versão braquítica desta linhagem conta com cinco ciclos de retrocruzamentos.

Linhagem C: Derivada da variedade gaucha Passo Fundo. Apresenta sabugo vermelho, grãos dentados e amarelos; nível de endogamia

superior a vinte ciclos de autofecundações. Sua versão braquítica apresenta seis ciclos de retrocruzamentos para a linhagem original.

Linhagem D: Derivada da variedade Tuxpan, de grãos dentados amarelos e sabugo branco; grau de endogamia superior a 20 autofecundações. A forma braquitizada conta com seis ciclos de retrocruzamentos.

Linhagem E: Derivada da variedade Cateto, de grãos alaranjados e duros e sabugo branco. Conta com mais de vinte autofecundações. A versão braquítica foi obtida após quatro ciclos de retrocruzamentos para a linhagem original.

A partir destas linhagens foram sintetizados os dez híbridos simples possíveis e quinze híbridos duplos tanto na forma normal quanto braquítica. Foram sintetizados ainda mais quinze híbridos duplos de porte normal, sendo utilizados como fêmeas, híbridos simples braquíticos e como progenitores masculinos, híbridos simples de porte normal.

No total foram sintetizados vinte híbridos simples e quarenta e cinco híbridos duplos.

Visando avaliar a capacidade de combinação das linhagens e híbridos simples, as versões braquíticas e normais destes materiais foram cruzadas com dois testadores, a saber: um híbrido triplo e um híbrido simples, todos de porte normal e apresentando machoesterilidade do tipo genético-citoplasmática. A seguir é descrita a constituição de cada testador.

Híbrido Triplo (HT): Este híbrido é constituído pelas linhagens F, G e H. A linhagem F é originária da variedade Azteca, com grãos

moles e amarelos, e sabugo branco. A linhagem G é oriunda da população IAC com grãos semi-duros, amarelados e sabugo branco. A linhagem H é derivada do composto JAC MOLE, sintetizado em Jacarezinho (Pr) pelo Departamento de Pesquisa da Sementes Agrocere S/A, a partir das populações WP-2, WP-13, Maia II, IPEACO e Piramex.

Em todos os ensaios realizados, quatro híbridos participaram como testemunhas, a saber: um híbrido simples (HS-testador), um híbrido triplo (HT-testador), e dois híbridos duplos comerciais (Ag 301 e Ag 403).

Para completar a estrutura de látice quadrado, quando necessário, foram incluídas testemunhas adicionais.

O gene braquítico br_2 foi introduzido nas linhagens a partir da variedade Piramex braquítico-2, hoje conhecida como Piranão.

Foram obtidos 30 "top-crosses" com cada um dos testadores, perfazendo no total 60 "top-crosses". Todos esses materiais entraram no ensaio. Todavia, no presente trabalho consideraram-se apenas os resultados referentes aos "top-crosses" com o testador HT.

3.2. Método

No ano agrícola 1983/84 os materiais foram avaliados em ensaios conduzidos em três localidades a saber: Capinópolis-MG, Santa Helena de Goiás-GO e Bandeirantes-PR.

Os delineamentos experimentais empregados em cada local foram em látice triplo, com parcelas contendo uma fileira de cinco metros,

espaçadas de um metro entre si. O espaçamento entre plantas dentro da parcela foi de 0,20 metros, sendo plantadas duas sementes por cova e posteriormente, aos 30 dias, feito o desbaste para uma planta por cova, correspondendo a uma densidade de 50.000 plantas por hectare.

Os tratos culturais envolvendo adubação de plantio, de cobertura e controle de ervas daninhas foram realizados de acordo com as exigências de cada local.

O ensaio envolvendo os 60 tratamentos "top-cross" e as quatro testemunhas foi avaliado num látice triplo 8 x 8. A avaliação de per si dos dez híbridos simples e 30 híbridos duplos de porte normal foi feito num látice triplo 7 x 7. Neste caso, além das quatro testemunhas comuns a todos os ensaios, mais cinco testemunhas complementares foram empregadas para perfazer os 49 tratamentos. Os dez híbridos simples braquíticos e os 15 híbridos duplos braquíticos foram avaliados num látice retangular 5 x 6 tendo-se utilizado as quatro testemunhas comuns e uma complementar num total de 30 tratamentos.

Todos os ensaios foram inicialmente analisados na estrutura de blocos ao acaso. Os que apresentaram o maior coeficiente de variação foram, em seguida, analisados como látice. Tendo-se empregado o critério de que a análise em látice somente seria feito se a sua eficiência fosse superior a 110%, resultou que todas as análises foram feitas em blocos ao acaso, já que a maior eficiência não ultrapassou os 103%.

Para se comparar as linhagens e híbridos de porte normal com suas versões braquíticas, foram considerados os seguintes caracteres:

peso de grãos (PG), altura da planta (AP), altura da espiga (AE), índice AE/AP, índice de espigas (IE), porcentagem de plantas quebradas, porcentagem de plantas acamadas e número de ramificações do pendão. A seguir é dada descrição do processo de tomadas de dados.

- Peso de grãos: cada parcela foi colhida individualmente e imediatamente foi debulhada, pesada e tomada uma amostra para avaliação do teor de umidade. Posteriormente os dados de teor de umidade foram desprezados por apresentarem valores muito próximos entre os tratamentos e praticamente em torno de 14% de umidade. Não foram feitas correções para "stand" considerando que o "stand" final praticamente não variou, fixando-se em 25 plantas por parcela.

- Altura da planta: este valor foi obtido de dez plantas competitivas, tomadas ao acaso, e medidas do solo até o ponto de inserção da última folha. Os valores foram obtidos em centímetros. Esta avaliação foi realizada aos 110 dias após a emergência.

- Altura da espiga: esta avaliação foi realizada nas mesmas dez plantas competitivas em que se avaliou a altura da planta. Considerou-se como altura da espiga a medida que vai do solo até o ponto de inserção da espiga mais alta. Este valor também foi obtido em centímetros.

- Índice AE/AP: este valor foi obtido dividindo-se a altura da espiga pela altura da planta e indica a posição relativa da espiga em relação ao comprimento da planta.

- Índice de espiga: corresponde ao número médio de espigas por planta, o qual obtém-se dividindo-se o número total de espigas da parcela pelo número total de plantas desta mesma parcela.

- Porcentagem de plantas quebradas: foi contado o número de plantas quebradas abaixo da espiga e posteriormente este número foi dividido pelo total de plantas da parcela.

- Porcentagem de acamamento de raiz: refere-se àquelas plantas cuja inclinação compromete a colheita mecânica. Seu valor foi obtido dividindo-se o número de plantas acamadas pelo total de plantas da parcela. Consideram-se acamadas aquelas plantas cuja inclinação forma um ângulo igual ou superior a 45° com a perpendicular.

- Número de ramificações do pendão: a tomada destes dados foi realizada apenas em dois locais, Capinópolis e Santa Helena de Goiás. Corresponde ao número médio de ramificações contadas em dez plantas competitivas e amostradas aleatoriamente.

Com relação à análise dos dados referentes à porcentagem de plantas quebradas e acamadas os dados foram transformados para $\sqrt{x + 0,5}$ conforme sugerido por STEEL e TORRIE (1960).

Para a análise conjunta referente aos "top-crosses", tanto quanto aquela envolvendo as comparações de per si, entre híbridos simples e duplos de porte normal e suas respectivas versões braquíticas, considerou-se um modelo fixo para os efeitos de tratamentos (linhagens e híbridos), efeito de versões (braquíticas e normais) e efeitos de ambientes (Capinópolis, Santa Helena de Goiás e Bandeirantes), tomando-se como

aleatório apenas o erro experimental.

As Tabelas 1 e 2, apresentam o esquema básico das análises da variância utilizadas, destacando-se as fontes de variação essenciais e de interesse para o trabalho. Apresentam também o processo utilizado para obtenção da estatística F, apropriados para os modelos fixos admitidos. Mostram, igualmente, as esperanças matemáticas dos quadrados médios adequados para os casos, conforme STEEL e TORRIE (1960).

Na avaliação do comportamento do material de per si, as versões normais e braquíticas foram dispostas em ensaios separados, conforme já enfatizado. A fim de comparar as médias dessas versões, adotou-se processo de ajustamento das mesmas, através das testemunhas comuns, conforme recomendado por PIMENTEL GOMES (1973).

Utilizando-se o processo de previsão de híbridos duplos, proposto por JENKINS (1934), foram calculados os valores esperados da produção de grãos tanto para os híbridos de porte normal quanto para as versões braquíticas.

Para avaliar o grau de concordância entre os rendimentos de grãos observados e esperados, calculou-se o coeficiente de correlação linear r . Foram obtidos três destes coeficientes a saber: para os híbridos braquíticos e para os híbridos duplos de porte normal nas versões homo e heterozigótica para o alelo Br_2 . Aplicou-se também o teste de χ^2 para verificar a homogeneidade destes três coeficientes, conforme STEEL e TORRIE (1960).

Com base na esperança matemática dos quadrados médios, e a fim de se poder mensurar a importância dos efeitos de versões e de suas respectivas interações com outros efeitos, estimaram-se os componentes de variação V , especificados nas tabelas 1 e 2.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Capacidade de Combinação

4.1.1. Produção de grãos

Nas Tabelas 3 e 4 encontram-se respectivamente os resultados da análise da variância e produção média de grãos para as linhagens e híbridos simples em cruzamento com o testador. Os valores de F foram altamente significativos para todas as fontes de variação estudadas. A única exceção ocorreu para a interação versões por ambientes para os híbridos simples, que não foi significativa. A capacidade de combinação das linhagens de porte normal diferiu significativamente das suas versões braquíticas. As comparações dentro de linhagens feitas pelo teste t mostraram que para todas as linhagens as formas normais diferiram significativamente das respectivas versões braquíticas. Em média, as linhagens braquíticas produziram 91,9% em relação às linhagens de porte normal em cruzamento com testador. Os resultados mostraram ainda que, para as cinco linhagens ensaiadas a capacidade de combinação das normais foi superior em quatro delas. Apenas a linhagem B apresentou uma produção de

grãos de 11,9% inferior à forma braquítica. A produção relativa das linhagens braquíticas em relação às linhagens normais teve uma amplitude de variação entre 82,0 e 111,9%.

Se partirmos do princípio de que o porte de plantas em milho com base no gene braquítico-2 é controlado por uma ação de dominância, no caso, dominância completa, os resultados obtidos com relação à capacidade de combinação das cinco linhagens estão em desacordo com a teoria. Há três hipóteses possíveis para o caso e todas elas carecem de maiores estudos. A primeira delas se refere à teoria da dominância completa. Neste caso teria que se admitir uma dominância incompleta para o gene braquítico-2, teoria essa que teria suporte nos resultados obtidos das linhagens A, C, D e E cujas produções foram inferiores às respectivas versões de porte normal. Porém, esta teoria da dominância incompleta é colocada em dúvida pelo resultado da capacidade de combinação da linhagem B cuja versão normal produziu menos que a sua forma braquítica. Uma segunda hipótese poderia ser dada em função do número de retrocruzamentos realizados para a transferência do gene braquítico-2. Neste caso teria que se admitir que seis retrocruzamentos são insuficientes para que todo o genótipo da linhagem normal seja recuperado. Uma terceira hipótese poderia ser dada em função da transferência de blocos gênicos juntamente com o gene braquítico-2 para a linhagem recorrente (normal). Estes blocos gênicos portando genes desfavoráveis à produção de grãos e estando estreitamente ligados ao gene braquítico não teriam essa ligação quebrada durante os processos de autofecundação, contribuindo assim para a baixa capacidade de combinação das linhagens braquíticas quando comparadas com as normais. Considerando-se ainda esta possibilidade ter-se-ia

que admitir que a recíproca também é verdadeira, porém, em menor escala. Assim, pode-se notar que a linhagem B, que apresentou capacidade de combinação superior para a versão braquítica, teria herdado blocos gênicos favoráveis ligados ao gene braquítico. Parece que a segunda e terceira hipótese conjuntamente é que melhor explicam as diferenças observadas nas capacidades de combinação entre as linhagens normais e suas correspondentes versões para o gene braquítico-2. Quando se trabalha com macho estérilidade do tipo genético-citoplasmática em milho, os resultados tem mostrado que, na prática, seis retrocruzamentos são mais que suficientes para a recuperação da linhagem original. Na verdade, em muitos casos, após quatro retrocruzamentos a versão macho estéril já pode ser usada sem se notar diferenças com relação à versão não estéril.

Os híbridos simples de porte normal e suas correspondentes versões para o gene braquítico-2 apresentaram um comportamento médio diferente quanto às suas capacidades de combinação. Em média os híbridos simples braquíticos produziram 97,1% dos normais. As comparações entre formas normais e braquíticas dentro de híbridos simples, realizados pelo teste t, mostraram que apenas três dos dez híbridos testados diferiram significativamente. E, como aconteceu com as linhagens, as diferenças favoreceram as formas de porte normal. Neste caso as formas braquíticas destes três híbridos produziram 86,7%, 91,1% e 90,1% dos normais respectivamente para os híbridos AB, BC e CE. Para os dez híbridos simples testados houve uma amplitude de variação entre 86,7% e 103,5% da produção dos braquíticos em relação aos normais. Há uma concordância no resultado da capacidade de combinação das linhagens com aqueles obtidos para os

híbridos simples. Esta concordância se refere ao fato de que tanto nas linhagens como nos híbridos simples as versões normais foram superiores às respectivas versões braquíticas. Houve casos em que as versões braquíticas apresentaram uma melhor capacidade de combinação do que as respectivas versões normais, mas estas diferenças não foram significativas. Percentualmente estes valores variaram de 1,0 a 3,5%. As explicações para as diferenças observadas seriam as mesmas discutidas para as linhagens. Porém, apenas 30% dos híbridos simples diferiram quanto à capacidade de combinação, enquanto 100% das linhagens diferiram entre suas versões. É interessante salientar que em dois dos três híbridos que diferiram, quanto à sua capacidade de combinação com relação às formas braquíticas, a linhagem B estava presente. Esta linhagem foi a única cuja forma normal apresentou capacidade de combinação inferior à versão braquítica. No entanto, em todos os híbridos onde participou a versão de porte normal foi superior à sua correspondente versão braquítica.

Tanto as linhagens quanto os híbridos simples interagiram significativamente com as versões (normal e braquítica) o que mostra que a capacidade de combinação variou com as versões, isto é, os efeitos simples de linhagens e híbridos variaram com as duas versões testadas.

Outra interação de interesse no presente estudo se refere àquela existente entre versões e ambientes. Para as linhagens ela se mostrou significativa enquanto para híbridos simples não houve significância. Este resultado ocorrido com a capacidade de combinação dos híbridos simples é extremamente interessante do ponto de vista da síntese de híbridos duplos, pois o que realmente interessa são os híbridos simples.

Estes é que são testados em grande escala e finalmente selecionadas para a síntese dos duplos.

A interação tripla também se mostrou significativa e esta é a mais problemática de todas. Cada linhagem ou híbrido simples testado teve um comportamento singular de acordo com cada versão e em cada ambiente.

4.1.2. Altura da planta e da espiga

Os resultados da análise da variância referentes à capacidade de combinação para altura de planta e de espiga estão na Tabela 5. Os valores médios para estes caracteres estão nas Tabelas 6 e 7. Os efeitos de versões foram significativos tanto para altura de planta como para altura de espiga entre linhagens. Entre híbridos simples a significância ocorreu apenas para a altura de plantas. A capacidade de combinação das linhagens foi seriamente alterada nas linhagens A e E, respectivamente com 5 e 4 retrocruzamentos. Neste caso o teste foi significativo para ambas as linhagens que apresentaram uma altura de 93,4% e 92,2% das normais, respectivamente para as linhagens A e E. Em média os híbridos simples braquíticos apresentaram uma capacidade de combinação para a altura de plantas, de 97,5% das normais e uma amplitude de variação entre os híbridos entre 94,3% e 104,1%. Para as linhagens, em média, a capacidade de combinação foi de 96% das normais com uma amplitude variando entre 92,2% e 102,7%.

A altura de espiga se mostrou menos afetada pelo número de retrocruzamentos do que a altura de plantas. Neste caso, apenas a linhagem

D teve sua capacidade de combinação alterada e o cruzamento da versão braquítica com o testador apresentou uma altura de espiga de 89,2% da normal. Da mesma forma a capacidade de combinação dos híbridos simples foi alterada naqueles cruzamentos em que a linhagem D teve participação. A única diferença significativa ocorrida nos híbridos refere-se ao cruzamento entre as linhagens B e D. O híbrido simples braquítico apresentou uma altura de espiga de 91,8% do correspondente híbrido simples de porte normal. Em média a capacidade de combinação dos híbridos simples braquíticos para a altura de espiga foi de 98,3% dos normais e uma amplitude de variação de 91,8% a 107,3%. Para as linhagens a altura média foi de 96,6% das braquíticas em relação às normais e uma variação de 89,2% a 99,0%. É interessante ressaltar que nenhuma interação foi significativa tanto para altura de plantas como para altura de espigas, fato este que favorece os programas de melhoramento visando introduzir o gene braquítico br_2 em linhagens.

4.1.3. Índice AE/AP e Índice de espiga

A análise da variância destes quocientes estão na Tabela 8 e os valores médios referentes à capacidade de combinação para os mesmos caracteres estão nas Tabelas 9 e 10. Para a relação AE/AP não houve nenhum efeito significativo para as fontes de variação envolvendo versões, como também os quadrados médios para versões não foram significativos. Isto é válido para os efeitos de versões tanto entre linhagens como entre híbridos. Na média geral a capacidade de combinação das linhagens braquíticas foi exatamente a mesma obtida com as respectivas

versões normais, ou seja, as versões braquíticas apresentaram um índice AE/AP correspondente a 100% das normais. No entanto, para a linhagem E houve diferenças na capacidade de combinação entre a versão normal e a forma braquítica. Este resultado já era esperado considerando-se que esta linhagem apresentou diferenças na sua capacidade de combinação entre versões para a altura de plantas e nenhuma diferença ocorreu para a altura de espiga. Neste caso a posição relativa da espiga resultante do cruzamento da linhagem braquítica com o testador foi superior ao da correspondente versão normal, resultando num valor de 108,3% da braquítica sobre a normal. A amplitude de variação para as linhagens variou de 93,1% a 108,3%. Para os híbridos simples nenhuma diferença foi constatada entre as formas braquíticas e normais. Na média geral a capacidade de combinação para ambas as formas normais e braquíticas, foi a mesma, apresentando um índice AE/AP de 0,58.

O índice de espiga é um caráter de bastante interesse dando uma idéia da prolificidade dos materiais em estudo, e, por conseguinte do número de plantas sem espigas. Os quadrados médios para versões tanto no grupo de linhagens como no dos híbridos não foram significativos. A capacidade de combinação das versões braquíticas para o índice de espiga em relação às normais foi de 99,0%. A comparação das versões dentro de cada linhagem realizada pelo teste t não mostrou diferenças nas suas capacidades de combinação para o caráter em questão. Verificou-se uma variação de 96,0% a 103,0% das braquíticas em relação às normais. Em relação à capacidade de combinação dos híbridos simples de porte normal e braquíticos, em média, os índices de espigas foram os mesmos, com um valor de 0,97 espigas por planta. A comparação das versões normal e

braquítica dentro de cada híbrido simples mostrou que, apenas para o cruzamento B x E, houve diferença na capacidade de combinação em favor do híbrido simples braquítico que apresentou um índice de 109,6% em relação à versão normal. Para todos os dez híbridos simples testados em duas versões os valores relativos dos braquíticos sobre os normais variaram entre 95,9% e 109,6%.

A presença da interação tripla significativa mostra claramente um comportamento totalmente adverso da capacidade de combinação para índice de espiga das linhagens com versões (normal e braquítica) e com ambientes. As demais interações envolvendo versões por linhagens, versões por ambientes e linhagens por ambientes não foram significativas. Com relação aos híbridos simples todas as interações foram significativas. A interação versão por híbrido indica que a capacidade de combinação dos híbridos braquíticos não foram as mesmas dos híbridos normais e não foram as mesmas para porte da planta. A interação versões por ambientes mostra que o comportamento das versões não foram as mesmas para todos os ambientes. Enquanto em Capinópolis a versão braquítica superou a normal, nas demais localidades houve inversão deste comportamento com superioridade das formas normais. Finalmente, a mais complexa destas interações, a interação tripla (V x H x A) também apresentou-se significativa indicando que o índice de espiga variou com o porte da planta, com os híbridos e com os ambientes. Para o índice de espiga não houve uma concordância entre capacidade de combinação das linhagens e dos híbridos simples no que diz respeito às interações simples. Para os demais caracteres estudados o comportamento das linhagens foi semelhante ao dos híbridos.

4.1.4. Plantas quebradas e acamadas

A Tabela 11 apresenta a análise da variância destes dois caracteres. Os valores médios de quebramento de colmo e acamamento de raiz estão nas Tabelas 12 e 13. Como se pode observar não houve alteração na capacidade de combinação entre linhagens de porte normal e suas respectivas formas braquitizadas, tanto para quebramento como para acamamento. Os mesmos resultados observaram-se com relação à capacidade de combinação dos híbridos, havendo concordância com as linhagens. As interações não foram significativas para nenhum dos dois caracteres estudados. Em média as linhagens braquíticas apresentaram um quebramento de colmo 0,1% superior às normais. Para o acamamento da raiz os braquíticos, em média, acamaram 1,5% a mais que as linhagens normais. De uma maneira geral, embora as diferenças entre normais e braquíticas não sejam significativas, a capacidade de combinação das linhagens braquitizadas foram piores, apresentando um quebramento superior às normais variando entre 1,8 a 7,6%. Para o acamamento da raiz foram obtidos resultados semelhantes, embora não significativos. A capacidade de combinação das linhagens braquitizadas para este caráter foi levemente inferior às normais com variações entre 0,5% e 5,3%. A capacidade de combinação dos híbridos simples de porte normal e braquíticos não se alterou com o processo de braquitização. Isto é válido tanto para plantas quebradas como para acamadas. Na média geral os híbridos simples de porte normal quebraram 2,1% a mais que os correspondentes híbridos simples braquíticos. Para acamamento este valor foi de 1,5% a mais para as normais.

Os resultados da capacidade de combinação envolvendo linhagens e híbridos de porte normal e suas correspondentes versões para o gene braquítico br_2 mostraram que, para quatro dos sete caracteres estudados (AE/AP, índice de espiga, quebramento e acamamento), a introdução do gene braquítico não alterou a capacidade de combinação das linhagens e híbridos testados. Porém, para a produção de grãos, altura de planta e de espiga houve alteração na capacidade de combinação. Para a produção de grãos todas as linhagens tiveram suas capacidades combinatórias alteradas com prejuízo das formas braquíticas. Em relação aos híbridos simples apenas três deles sofreram alterações significativas desfavorecendo as versões braquíticas.

A parte mais problemática da interpretação dos resultados está relacionada com as interações significativas encontradas para a produção de grãos e índice de espigas. Para facilitar a visualização da importância destas interações a Tabela 14 apresenta as estimativas dos componentes destas variações.

É interessante notar que nas comparações entre os materiais de porte normal e braquitizados as linhagens apresentam uma maior diversidade genética (0,02179) do que os híbridos simples (0.00244). A introdução do gene braquítico br_2 nas linhagens alterou muito mais a sua capacidade de combinação quando comparado com os híbridos. Isto é realmente verdadeiro se verificarmos que na média geral as linhagens normais produziram 424 kg de grãos/ha a mais que as versões braquíticas. No entanto, para os híbridos simples esta superioridade foi de apenas 150 kg/ha.

Dentre as interações simples aquela que mais se destaca, tanto para a produção de grãos como para o índice de espiga, é a variação devida à interação de versões (normal e braquítica) por tratamento (linhagens e híbridos). Novamente, para a produção de grãos, esta variação também é maior para linhagens, resultado que se repete para todas as outras interações, inclusive a variação devida a interação tripla. A variação devida a interações de versões por ambientes é a que menor participação apresenta. O que chama a atenção nestes dados, é o valor extremamente alto das variações devido às interações triplas, os quais são aproximadamente da mesma magnitude da variância do erro, mas bem maiores que as variações entre versões.

4.2. Comparação entre Híbridos Normais e Braquíticos

4.2.1. Peso de grãos

Os resultados da análise da variância e valores médios para o peso de grãos encontram-se nas Tabelas 15, 16 e 17. Todas as fontes de variação foram significativas tanto para híbridos simples quanto para híbridos duplos. Todos os dez híbridos simples de porte normal foram superiores às suas versões de porte braquítico. Em média os híbridos simples normais produziram 922 kg/ha a mais que os braquíticos, o que equivale a uma produção dos braquíticos de 80,5% dos normais. As diferenças dentro dos híbridos simples entre normais e braquíticos se mostraram todas significativas e indicando a superioridade dos híbridos de porte normal. Os híbridos simples braquíticos tiveram uma produção variando

entre 62,9% e 94,7% em relação aos híbridos de porte normal. Esta inferioridade das formas braquíticas vem confirmar os dados obtidos com a baixa capacidade de combinação obtidas nas linhagens braquitizadas. Estes dados são concordantes com aqueles obtidos por LENG (1957) e CAMPBELL (1965). SING e RAY (1979) obtiveram valores de 86% para a produção dos braquíticos em relação às normais. Com relação aos híbridos duplos obtiveram-se resultados semelhantes àqueles obtidos para híbridos simples. As versões de porte normal foram superiores às suas correspondentes formas braquíticas. Na média os braquíticos produziram 972 kg/ha a menos que os normais, correspondendo a uma produção relativa de 78,9% dos normais. As comparações dos genótipos dentro de cada híbrido mostraram que dos 15 híbridos testados apenas um não diferiu significativamente da forma normal, porém produziu 95,9% da produção desta. Para os híbridos duplos ocorreu uma amplitude de variação entre 66,7 e 95,9%. Estes resultados não varáveis dos híbridos duplos braquíticos também estão de acordo com aqueles obtidos para a capacidade combinatória dos híbridos simples, onde as formas braquíticas tiveram uma pior capacidade de combinação.

Uma comparação extremamente interessante é aquela entre híbridos duplos normais sendo um na condição homozigótica e outro na forma heterozigótica para o gene braquítico. A forma heterozigótica é bastante útil quando se utiliza de um híbrido simples braquítico como progenitor feminino e como progenitor masculino um híbrido simples de porte normal. Sua utilidade prática está ligada ao uso de híbridos duplos que são feitos às custas de despendoamento. Neste caso o emprego de uma fêmea braquítica facilitará muito o trabalho de despendoamento além de se

poder realizar um melhor controle do próprio despendoamento e consequentemente uma melhor qualidade genética das sementes produzidas. Com esse objetivo foram sintetizados os quinze híbridos duplos heterozigóticos correspondentes ao homozigoto para o gene Br_2 . Na coluna B da Tabela 16 estão os híbridos duplos normais e homozigotos (Br_2Br_2) e na coluna C da mesma tabela as correspondentes versões heterozigóticas (Br_2br_2). Entre os quinze híbridos heterozigóticos testados nove deles diferiram significativamente do homozigoto normal. Porém, para alguns híbridos essa diferença favoreceu a versão homozigótica normal e para outros híbridos favoreceu a versão heterozigótica. Em seis híbridos não houve diferenças estatísticas. Portanto, os resultados em média, não mostraram predominância de uma forma sobre outra. Na média geral a forma heterozigótica produziu 100,3% da forma homozigótica. A amplitude de variação esteve entre 86% e 113,3%. De maneira geral estes resultados favoreceram o emprego da versão heterozigótica, pois dos 15 híbridos duplos testados dez deles ou foram superiores ou iguais à versão homozigótica.

Para a produção de grãos as interações envolvendo híbridos, versões (braquítica, normal) e ambientes foram todas significativas. A Tabela 36 apresenta as estimativas dos componentes da variação para as principais interações. Tanto para híbridos simples quanto para híbridos duplos as estimativas da variação entre versões são superiores às aquelas obtidas para as interações versões por híbridos e versões por ambientes, porém este valor é bastante inferior às estimativas da variação da interação tripla. A interação entre o gene braquítico-2 com linhagens e

híbridos já foi estudada por THOMPSON e EVERETT (1963) e SINGH e RAY (1979). Para todos os casos em que a interação tripla é significativa ela tem se mostrado a mais importante dentre as outras, por apresentar estimativas da variância bem superiores às demais. Este resultado também ocorreu para a capacidade de combinação. Embora as interações triplas significativas indiquem que o gene braquítico atua de maneira particular em cada híbrido simples ou duplo e em cada ambiente, e, considerando ainda que as versões braquitizadas foram inferiores às normais para os híbridos testados, a braquitização de linhagens ainda é aconselhável. Esta braquitização é interessante quando se tem em mente a utilização da linhagem em outros cruzamentos e não em braquitização de um determinado híbrido simples ou duplo. A braquitização de um híbrido duplo se torna interessante quando este for extremamente produtivo e apresentar alta percentagem de quebraimento e acamamento. Neste caso, a diminuição na produção será compensada pelo menor índice de perda de espigas pelo quebraimento e tombamento.

Os ensaios realizados durante os últimos seis anos pela Sementes Agrocereis vem demonstrando que os programas de melhoramento e seleção de linhagens braquíticas estão apresentando progressos satisfatórios. Em 1978 a produção dos vinte melhores híbridos braquíticos em relação às testemunhas correspondiam a 100%. Esta relação vem sendo aumentada ano após ano e nos resultados do ano agrícola 1983/84 os melhores híbridos braquíticos superaram a média das testemunhas em 9%. Este resultado é altamente promissor se se considerar que neste mesmo período de seis anos a produção de grãos dos vinte melhores híbridos de porte normal em relação à média das testemunhas permaneceu constante, com um valor de

114%. A comparação realizada dentro de cada ano entre os vinte melhores híbridos braquíticos e normais mostra que em 1978 os braquíticos produzem cerca de 89% dos normais. Durante os seis últimos anos esta relação foi aumentando gradativamente e em 1984 os melhores híbridos braquíticos se igualaram aos melhores híbridos de porte normal (101%). Embora, no presente trabalho, os resultados não tenham favorecido a versão braquítica, os resultados obtidos pela Sementes Agrocerees mostram que é possível a obtenção de híbridos braquíticos tão bons quanto aqueles de porte normal. Os resultados obtidos no presente trabalho indicam que, para as linhagens testadas, a braquitização não é de interesse quando se tem por objetivo a conversão completa de um híbrido de porte normal na sua versão braquítica. Porém, isto não quer dizer que a braquitização não seja vantajosa; ela é de grande interesse, desde que se tenha em mente o uso destas linhagens braquitizadas na formação de variedades sintéticas, as quais após passarem por um processo de melhoramento, venham a se constituir em fontes de novas linhagens braquíticas. Estas linhagens braquitizadas poderão ser usadas diretamente na constituição de híbridos braquíticos desde que tenha sua capacidade de combinação testada amplamente.

4.2.2. Altura de planta e de espiga

Os resultados da análise da variância para altura de planta e de espiga estão na Tabela 18 e os valores médios para estes mesmos caracteres se encontram nas Tabelas 19, 20, 21 e 22. Os efeitos de versões foram significativos para ambos os caracteres tanto a nível de híbridos simples como a nível de híbridos duplos. Os híbridos simples

braquíticos apresentaram uma altura média de 149cm contra 213cm dos híbridos simples de porte normal, o que equivale a dizer que as versões braquíticas atingiram uma altura de 70% do normal. Todos os híbridos simples braquíticos diferiram significativamente das suas correspondentes versões para porte normal com uma diferença de altura variando entre 45cm e 78cm. Percentualmente os braquíticos apresentaram uma altura variando entre 66,2% e 77,7% dos normais. Resultados semelhantes foram obtidos para os híbridos duplos braquíticos que em média atingiram uma altura de 71,4% dos normais. Todos os 15 híbridos duplos braquíticos diferiram da forma normal e a amplitude de variação para altura de plantas variou entre 68,7% e 75,6% dos braquíticos em relação aos normais. Não houve uma grande variação de altura entre os híbridos, embora seja sabido que o percentual de redução do porte da planta varia muito de genótipo para genótipo (ANDERSON e CHOW, 1963; RISSI *et alii* (1976, SINGH e RAY, 1979).

Outra comparação importante e já discutida anteriormente em produção de grãos, diz respeito às versões homozigótica e heterozigótica para porte normal. Os trabalhos encontrados na literatura traçam comparações entre híbridos simples mostrando que a versão heterozigótica, em média, é mais baixa que a versão homozigótica (Br_2Br_2). As reduções no porte em favor do heterozigoto variaram entre 10% e 12% (SCOTT e CAMPBELL, 1969; SINGLETON, 1959). Os dados do presente trabalho mostraram uma variação muito pequena de altura. Em média os híbridos duplos heterozigóticos foram apenas 2,3% mais baixos que a versão homozigótica. Dentre os híbridos duplos três deles diferiram significativamente da versão normal com altura variando entre 93,3% a 94,9% da altura do homozigoto normal. Portanto, para estes híbridos houve uma redução média de 6,07%.

Para todos os quinze híbridos duplos heterozigóticos para o porte da planta a variação foi de 93,3% e 100,9%. Este resultado favorece o emprego da forma heterozigótica levando-se em conta as vantagens citadas anteriormente no item 4.2.1.

Com relação a híbridos simples as interações foram todas significativas. Para os híbridos duplos apenas as interações versões por ambientes e a interação tripla foram significativas. A Tabela 36 apresenta as estimativas dos componentes da variância para estas interações. A variância entre versões (entre porte de plantas dentro do mesmo híbrido) foi extremamente elevada quando comparada com a variância do erro. As interações para porte de planta dentro dos híbridos simples foram todas da mesma magnitude, resultado que não ocorreu com os híbridos duplos. A interação tripla vem apresentando, de modo geral, para as estimativas da variância, valores bastante elevados. No caso dos híbridos duplos seu valor é relativamente pequeno e a interação principal envolvendo comportamento de versões (braquítica, normal) por ambientes foi extremamente alta, quando comparada com as demais.

A altura de espiga nas formas braquíticas, em média, ficou localizada 48cm mais baixa que as versões normais, o que corresponde a 59,7% da altura alcançada pelas normais. A altura da espiga sofreu uma maior redução nos híbridos simples braquíticos quando comparada com a redução sofrida pela altura da planta nas versões normais (redução de 30% na altura da planta contra 40,3% na altura da espiga). Portanto, houve uma redução de 10,3% a mais na altura das espigas. Para os híbridos duplos verificou-se o mesmo percentual de redução: 28,6% na altura da planta

contra 39,2% na altura da espiga. Houve, portanto, um abaixamento na altura da espiga de 10,6% a mais que na altura da planta. Estes resultados são compatíveis com aqueles obtidos na literatura e se deve ao fato de que em plantas braquitizadas os internódios abaixo da espiga sofrem uma maior redução quando comparados com aqueles situados acima da espiga (TOMPSON e EVERETT, 1963; SCOTT e CAMPBELL, 1929). A altura da espiga alcançada pelos híbridos simples braquíticos em relação aos normais variou entre 51,6% e 69,3%. A mesma comparação realizada para os híbridos duplos (braquíticos versus normal) apresenta uma variação de 57,1% a 60,8%. Todas as diferenças verificadas entre braquíticos e normais foram significativas. Os resultados obtidos com a versão heterozigótica (Br_2br_2) mostraram que a altura da espiga nestes híbridos, em média, alcançaram 96,7% da altura obtida pelos homozigóticos normais (Br_2Br_2). Dos 15 híbridos testados, cinco deles diferiram da versão homozigótica e esta diferença foi em favor de uma menor altura de espiga, na versão heterozigótica. Em média, esta menor altura significativa corresponde a uma diminuição de 7,8% na altura da espiga. De maneira geral, em todos os quinze híbridos duplos heterozigóticos para o gene Br_2 , a variação na altura da espiga esteve entre 91% e 101,8% em relação à versão homozigótica (Br_2Br_2). Tanto para a altura da planta quanto para a altura da espiga, as variações ocorridas na versão heterozigótica podem ser consideradas desprezíveis, uma vez que as diferenças que ocorreram são em favor de uma menor altura.

Com relação à altura da espiga foram significativas apenas as interações versões por ambientes e versões por híbridos por ambientes.

Embora para os híbridos simples a interação tripla referentes a altura da espiga tenha apresentado uma variação alta em relação às demais interações, este valor é relativamente pequeno comparado com a variação entre versões, representando cerca de 10% desta. A variação da interação versões por ambientes reflete apenas 3% da variação entre versões. Com relação aos híbridos duplos as mesmas interações se mostraram significativas indicando uma constância destas duas interações em relação ao caráter altura da espiga. Porém, neste caso, a interação tripla representa apenas 2% da interação entre versões, enquanto a interação versões por ambientes representa 5%.

4.2.3. Índice AE/AP e Índice de espigas

O índice AE/AP apresentado pelas formas braquíticas indicou que a redução na altura da espiga foi maior. Esta maior redução é representada por um menor índice AE/AP nas formas braquíticas. A Tabela 23 apresenta resultados da análise da variância para este caráter. Os valores médios obtidos se encontram nas Tabelas 24 e 25.

O menor índice AE/AP encontrado para as formas braquíticas está de acordo com os dados da literatura que justificam estes resultados como devido ao maior encurtamento dos entrenós abaixo da espiga (TOMPSON e EVERETT, 1963). Em média, os híbridos simples tiveram as espigas mais baixas que as normais cerca de 14,3%. Apenas o híbrido A x C não diferiu da versão de porte normal, embora tenha sua espiga posicionada 4% mais baixa. Entre os híbridos simples testados os braquíticos apresentaram uma posição relativa da espiga inferior à de porte normal

variando entre 17,5% e 4%. Resultados semelhantes foram obtidos para os híbridos duplos onde os híbridos na versão braquítica (br_2br_2) tiveram a posição de suas espigas abaixadas em 14,5% a mais do que as normais. Esta diferença na posição relativa da espiga entre braquíticos e normais foi significativa para todos os 15 híbridos duplos estudados. Esta maior redução da altura das espigas nos braquíticos variou entre 19% e 7,5%. CASTRO (1983) comparando populações de milho de porte normal e braquítico verificou que, em média, os braquíticos tiveram a altura da espiga reduzidas em 15,9% a mais que as populações de porte normal.

A comparação entre os híbridos duplos de porte normal, homozigóticas e heterozigóticas para o gene Br_2 , mostrou não haver nenhuma diferença entre eles. Ambos apresentaram a mesma relação AE/AP de 0,55 e percentualmente os valores obtidos para os heterozigóticos em relação aos homozigóticos variaram entre 96,4 e 103,7.

A interação versões por híbridos simples significativa indica que a introdução do gene braquítico alterando o porte da planta não apresentou o mesmo efeito para todos os híbridos simples com relação ao índice AE/AP. A estimativa obtida para a variação versões por híbridos representa 10% da variação entre versões, enquanto a variação da interação tripla contribui com 8%. Em relação aos híbridos duplos a interação versões por ambientes foi significativa e representa apenas 8% da variação entre versões. O comportamento dos híbridos duplos braquíticos e normais variou de ambiente para ambiente.

Os índices de espigas obtidos para os híbridos simples não diferiram com relação às formas braquíticas e normais como pode ser

observado pela análise da variância na Tabela 23. Os valores médios encontrados nas Tabelas 26 e 27 indicam que, em média, os híbridos simples braquíticos apresentaram um índice de espigas 1,1% inferior aos híbridos de porte normal. Quando se compararam formas braquíticas e normais dentro do mesmo híbrido observou-se que três dos dez híbridos diferiram com relação a este índice. Em dois dos híbridos as formas braquíticas foram inferiores às normais e apenas o híbrido B x C, na sua versão braquítica, teve um índice de espigas 12,2% superior ao normal. A comparação braquítica/normal apresentou valores variando entre 79,3% e 112,2%.

O índice de espigas apresentado pelos híbridos duplos braquíticos, ao contrário do que aconteceu com os híbridos simples braquíticos foi inferior à versão normal e, na média geral a diferença foi significativa, com 3,3% a menos para os braquíticos. Enquanto 30% dos híbridos simples braquíticos diferiram da versão normal, para os duplos este valor aumentou para 40%, uma vez que seis dos quinze híbridos duplos na forma braquítica diferiram da normal. A maior discrepância ocorreu para o híbrido AB x CE que teve um índice de 14,1% inferior à versão normal. Percentualmente, o índice de espigas dos híbridos duplos braquítico/normal variaram entre 85,9% e 109%. O índice de espigas por ser um caráter relacionado à produção de grãos apresentou, como no rendimento de grãos, interações altamente significativas. Tanto para os híbridos simples quanto para os híbridos duplos a interação tripla apresentou estimativas da variação superiores às demais interações (tabela 36) e estes valores foram extremamente superiores às estimativas da variação entre versões para o caráter índice de espigas. Entre as interações simples, a interação

versões por tratamentos foi a que mais contribuiu. Esta alta interação indica que a braquitização não se comporta de maneira semelhante para todos os híbridos. Resultado semelhante é observado para a interação versões (normal, braquítica) por ambientes. Neste caso, os híbridos normais e suas correspondentes versões braquíticas não estão se comportando de maneira semelhante tanto entre ambientes como dentro dos mesmos ambientes. Vários trabalhos tem demonstrado que a maior variação da interação tripla em relação às interações simples significa que a resposta diferencial de genótipo em diferentes ambientes não parece estar associada com locais particulares ou anos. Fatores permanentes de locais, tais como tipos de solos, não parecem ser tão importantes como fatores de variação quando comparados com quantidade e distribuição de chuvas, as quais causam sérios estresses de umidade e temperatura nestes experimentos.

4.2.4. Quebramento de colmo e acamamento de raiz

Os trabalhos têm demonstrado claramente a grande vantagem que as formas braquíticas levam quando comparadas com as plantas de porte normal em relação ao quebramento e acamamento de plantas. Essa superioridade dos braquíticos ocorre principalmente com relação a plantas quebradas. A Tabela 28 apresenta os resultados dos quadrados médios para quebramento e acamamento e seus respectivos níveis de significância. Os valores médios para esses caracteres, expresso em percentagens, se encontram nas Tabelas 29, 30, 31 e 32. Os resultados relativos a comparação entre formas braquíticas e normais foram altamente significativas, fato já bastante comprovado pela literatura (ANDERSON e CHOW, 1963; BULOW,

1971; PATERNIANI, 1980). Em média os híbridos simples braquíticos apresentaram um quebramento de colmo 59,9% a menos que suas correspondentes versões normais, enquanto para os híbridos duplos braquíticos este valor foi de 60,5%. Os híbridos simples braquíticos tiveram um quebramento inferior aos normais variando entre 20,9% e 87,3%. Com relação aos híbridos duplos resultados semelhantes foram obtidos. Neste caso as formas braquíticas tiveram uma porcentagem de quebramento inferior às versões normais variando entre 40,6% a 87,0%.

O acamamento de raiz é um caráter em que as diferenças não são marcantes quando se compara braquíticos e normais. Os resultados obtidos para os braquíticos mostram que seu acamamento foi inferior aos normais, em média, apenas 12,1% e 51,9%, respectivamente para os híbridos simples e duplos. A influência do ambiente sobre as versões (braquítica, normal) foi bastante intensa, o que pode ser verificado pelo alto valor da interação. Isto significa que a redução do quebramento e acamamento das plantas através da introdução do gene br_2 não é a mesma para todos os ambientes.

A comparação entre os híbridos duplos de porte normal, nas versões homozigótica (Br_2Br_2) e heterozigótica (Br_2br_2), indica que o heterozigótico foi superior, com uma taxa de quebramento 16% menor. Há casos em que esta diferença é bastante marcante: 66,4% menor. Porém, em outros a versão homozigótica foi superior à heterozigótica em 28,3%. Os dados obtidos para acamamento são favoráveis à versão homozigótica. Na média geral os heterozigóticos apresentaram um acamamento 13,4% superior aos homozigóticos.

4.2.5. Número de ramificações do pendão .

Recentemente tem-se dado ênfase ao melhoramento da eficiência fotossintética do milho visando à obtenção de plantas mais produtivas e fisiologicamente mais eficientes na conversão de nutrientes em grãos. Entre os vários caracteres relacionados à eficiência da planta em milho, o tamanho do pendão tem sido objeto de vários estudos. Considera-se que os pendões influem negativamente na produção de grãos devido a problemas fisiológicos (competição para nutrientes entre o pendão e a espiga) e físicos (sombreamento) (GROGAN, 1956; BUREN *et alii*, 1974; MOCK e SCHUETZ, 1974; GERALDI *et alii*, 1975; GERALDI *et alii*, 1976; PATERNIANI, 1981). Baseado nestes problemas, estes autores sugerem, entre outras coisas, a seleção de plantas com pendões menores como medida para se obter plantas mais eficientes. No presente estudo não foi realizado nenhum trabalho de seleção neste sentido, mas sim, um trabalho de comparação entre formas normais e braquíticas. Pelos resultados da análise da variância contidos na Tabela 33 verifica-se não ter havido diferenças no número de ramificações do pendão quando se comparou o porte da planta. Os híbridos simples braquíticos apresentaram um número de ramificações correspondentes a 100,2% da versão normal, em média (tabela 35). Para os híbridos duplos braquíticos este valor foi de 98,3% (tabela 34). No entanto, entre os dez híbridos simples testados, verifica-se que para quatro deles as diferenças foram altamente significativas. Os híbridos A x D e C x D sofreram uma diminuição do número de ramificações em relação aos normais de 20,9% e 16,3% respectivamente, enquanto os híbridos braquíticos C x E e D x E foram superiores aos normais, respectivamente

em 23,3% e 28,8%. Estas diferenças de comportamentos se refletiram no alto valor da interação versões por híbridos, mostrando que a braquiti-zação de linhagens alterou o comportamento de alguns híbridos simples. Com relação aos híbridos duplos braquíticos apenas dois deles diferiram significativamente dos normais: o híbrido AB x CD com 11,7% a menos que a versão normal e o cruzamento AC x DE com 9,4% a mais em favor do híbrido de porte normal. As comparações realizadas entre os dois genótipos de porte normal mostraram que, na média, não houve diferenças entre eles. Porém, para os mesmos dois híbridos citados anteriormente ocorreram as mesmas diferenças com valores da mesma magnitude. Além dos dois híbridos citados, um terceiro híbrido (AD x CE) apresentou um número de ramificações 10,0% superior à forma braquítica. Em relação aos híbridos duplos apenas a interação versões por ambientes foi significativa, indicando que a alteração no porte da planta provocado pelo gene br_2 não foi o mesmo nos diversos ambientes, para o caráter número de ramificações do pendão.

4.2.6. Predição de médias de híbridos duplos

Os primeiros estudos sobre predição de cruzamentos duplos foram conduzidos por JENKINS (1934). Entre os quatro métodos de predição propostos por Jenkins, aquele baseado na média dos quatro híbridos simples não parentais foi considerado o melhor pelo fato de ter uma base genética mais firme, e proporcionar informações sobre o desempenho das três possíveis combinações de cruzamentos duplos envolvendo quatro linhagens. Este método permite ainda o reconhecimento de efeitos gênicos

não aditivos oriundos da dominância e vários tipos de epistasias. Este método é melhor quando a variância genética é devida unicamente aos efeitos de dominância, mas não deixa de ser um método imparcial tanto na presença de efeitos de dominância ou de efeitos gênicos aditivos (sem epistasia).

A Tabela 37 apresenta os resultados das médias esperadas calculadas segundo este método proposto por Jenkins. Para os híbridos duplos braquíticos a correlação entre os valores observados e esperados foi altamente significativa ($r = 0,734^{**}$). Com relação aos híbridos duplos de porte normal, homozigóticos para o gene que controla o porte (Br_2Br_2), obteve-se uma correlação de 0,493, porém, este valor se encontra bem próximo do limite de 5% de probabilidade. Para os híbridos duplos de porte normal, porém heterozigóticos para o caráter braquítico (Br_2br_2), a correlação encontrada foi menor ($r = 0,448$). Mesmo neste caso, este valor de r se encontra entre os limites de 5 e 10% de probabilidade. OTSUKA *et alii* (1972), STUBER *et alii* (1973) e STUBER e MOLL (1974) demonstraram que as correlações mais baixas entre médias observadas e esperadas em híbridos duplos resultaram muito mais devido às interações de genótipos com ambientes do que devido a epistasias, a não ser que os ensaios sejam conduzidos em um número muito grande de ambientes. Portanto, o método de seleção para se desenvolver híbridos triplos e duplos é mais eficiente se as predições de médias forem obtidas pelo julgamento de híbridos simples, e apenas híbridos simples e duplos elites forem avaliados. No presente trabalho os híbridos simples não foram selecionados previamente e, portanto não são materiais elites. Estes

híbridos foram resultados de cinco linhagens cujas capacidades combinatórias específicas entre elas não foram testadas. Todavia, o teste de homogeneidade entre estes coeficientes de correlação lineares mostrou que as diferenças ocorridas entre eles não foram significativas. Obteve-se ainda um coeficiente de correlação linear médio de 0,574, significativo a 5%. Espera-se, portanto, que a produção de grãos nos híbridos duplos braquíticos possa ser prevista com a mesma eficiência daquela obtida para os híbridos duplos de porte normal.

5. CONCLUSÕES

Dos resultados obtidos no presente trabalho, referentes à linhagens e híbridos nas versões normais e braquítica, puderam ser tiradas as seguintes conclusões:

a. A capacidade de combinação das linhagens e híbridos simples, avaliadas através do cruzamento com um testador, foi inferior para a versão braquítica. As maiores diferenças foram verificadas a nível de linhagens.

b. Não seria aconselhável a conversão de linhagens de porte normal em braquíticas quando se visa obter a versão braquítica de um híbrido duplo de porte normal, pois a produção de grãos foi aquém daquelas obtidas para as versões de porte normal.

c. O processo de previsão de híbridos duplos aplicados aos milhos de porte normal mostrou-se também perfeitamente viável para os híbridos duplos braquíticos.

d. Os resultados obtidos com as linhagens de porte normal que foram convertidas para a forma braquítica através de um número de retrocruzamentos que variou de quatro a seis foram bastante concordantes entre si, não se podendo afirmar que houve uma superioridade das linhagens com cinco ou seis retrocruzamentos. Este resultado é importante, pois na prática, geralmente não se vai além de seis retrocruzamentos.

e. A conversão de linhagens de porte normal em braquíticas é importante e deve ser feita quando se visa a obtenção de variedades sintéticas braquíticas as quais após seleção se constituirão em fontes de linhagens braquíticas superiores. Por outro lado, as linhagens braquíticas podem também ser utilizadas na síntese de híbridos simples que servirão como genitores femininos na formação do híbrido duplo de porte normal, sem prejuízo para a produção de grãos.

LITERATURA CITADA

- ACOSTA, A.E. e P.L.CRANE, 1972. Further selection for lower ear height in maize. Crop Science, Madson, 12:165-167.
- ANDERSON, J.C. e P.N.CHOW, 1963. Phenotypes and yield associated with brachytic-2 gene in single-cross hybrids of dent corn. Crop Science, Madson, 3:111-113.
- ANDRADE, J.A.C. e J.B.MIRANDA FILHO, 1979. Estimativas de parâmetros genéticos para caracteres do pendão na população ESALQ-PB-1 de milho. Rel.Cient.IGen. 13:15-21.
- ARIYANAYAGAM, R.P., C.L.MOORE e V.R.CARANGAL, 1974. Selection for leaf angle in maize and its effects on grain yields and other characters. Crop Science. Madson, 14:551-556.
- BANDEL, G. 1978. Genética. In: Paterniani, E., Coord. Melhoramento e produção do milho no Brasil. Piracicaba, Parprint, p.97-121.

- BÜLOW, J.F.W. 1971. Efeitos do gene braquítico-2 em populações análogas de milho (*Zea mays* L.). Pesquisa Agropecuária Brasileira. Rio de Janeiro, 6:155-161.
- BUREN, L.L., J.J.MOCK e I.C.ANDERSON, 1974. Morphological and physiological traits in maize associated with tolerance to high plant density. Crop Science. Madson, 14:426-429.
- CAMPBELL, C.M. 1965. New dwarfs and modifiers. Proceedings of the 20th Annual Hybrid Corn Industry-Research Conference. Washington, 20:22-29.
- CASTRO, E.M. 1983. Competição entre populações de milho normais e braquíticas. Tese de Doutorado, ESALQ/USP, Piracicaba, SP. 155p.
- CIMMYT, 1970. Desarrollo de poblaciones de plantas bajas, resistentes a plagas y enfermedades, y agronomicamente deseables. Informe Anual del CIMMYT. p.74-77.
- CIMMYT, 1972. Maiz-Mejoramiento genético. Informe Anual del CIMMYT. p. 94-102.
- CIMMYT, 1978. Special projects. Informe Anual del CIMMYT. p.109-114.
- DUNCAN, W.G., W.A.WILLIAMS e R.S.LOOMIS, 1967. Tassel and the productivity of maize. Crop Science. Madson, 7:37-39.

- FILIPPOV, G.L. e N.V.VISHNEVSKII, 1982. Basis of an ecological and physiological model for a drought-resistance maize hybrid. Plant Breeding Abstract. Londres, 52:263.
- GALVÃO, J.D., 1974. Comportamento do milho Piranão e de milhos de porte normal em diferentes densidades de semeadura a níveis de nitrogênio. Tese de Mestrado, ESALQ/USP, Piracicaba, SP. 106 p.
- GERALDI, I.O., J.B.MIRANDA FILHO e E.PATERNIANI, 1975. Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos em caracteres de pendão de milho (*Zea mays* L.) Rel.Cient.IGen. 9:87-91.
- GERALDI, I.O., J.B.MIRANDA FILHO e E.PATERNIANI, 1976. Variabilidade genética do peso do pendão em três populações de milho (*Zea mays* L.) e implicações no melhoramento. Reunião Brasileira de milho e sorgo. Anais... Piracicaba, S.Paulo, ESALQ, p.211-215.
- GERALDI, I.O. 1977. Estimação de parâmetros genéticos de caracteres do pendão em milho (*Zea mays* L.) e perspectivas de melhoramento. Tese de Mestrado, ESALQ/USP, Piracicaba, SP. 103p.
- GROGAN, C.O. 1956. Detasseling responses in corn. Agronomy Journal. Madson, 48:247-249.
- HUNTER, R.B., T.B.DAYNARD, D.J.HUME, J.W. TANNER, J.D.CURTIS e L.W. KANNENBERG, 1972. Effect of tassel removal on grain yield of corn (*Zea mays* L.). Crop Science. Madson, 9:405-406.

- HUNTER, R.B., C.G.MORTIMORE e L.W.KANNENBERG, 1973. Inbred maize performance following tassel and leaf removal. Agron.Journal. 65:471-472.
- JENKINS, M.T. 1934. Methods of stimating the performance of double crosses in corn. J.Amer.Soc.Agron. 26:199-204.
- KEMPTON, J.H. 1920. Heritable characters of maize. III. Brachytic culms. Journal of Heredity. Washington, 11:111-115.
- KHERA, A.S., V.V.MALHOTRA, V.D.SAZENA e B.S.DHILLON, 1975. Role of brachytic cytology. Alexandria, 4:430-432.
- LAMBERT, R.J., 1963. Location of brachytic-2 dward. Maize Genetics Cooperation News Letter. Columbia, 37:41-42.
- LAMBERT, R.J. 1971. Corn plant geometry and the performance of maize hybrids. Proceedings of the 26th Hybrid Corn Industry Research Conference. Washington, 26:193-197.
- LAMBERT, R.J. e R.R.JOHNSON, 1978. Leaf angle, tassel morphology, and the performance of maize hybrids. Crop Science. Madson, 18:499-502.
- LEITE, D.R. e E.PATERNIANI, 1973. Comportamento do milho (*Zea mays* L.) em diferentes densidades de plantio. Rel.Cient.IGen. 7:74-82.

- LENG, E.R. e M.L.VINEYARD, 1951. Dwarf and short plants. Maize Genetics Cooperation News Letter. Columbia, 25:31-32.
- LENG, E.L. 1957. Genetic production of short stalked hybrids. Proceedings of the 12th Annual Hybrid Corn Industry-Research Conference. Washington, 12:81-87.
- MIRANDA FILHO, J.B. 1974. Cruzamentos dialélicos e síntese de compostos de milho (*Zea mays* L.) com ênfase na produtividade e no porte da planta. Tese de Doutorado. 115 p.
- MOCK, J.J. e S.H.SCHUETZ, 1974. Inheritance of tassel branch number in maize. Crop Science. Madson, 14:885-888.
- OTSUKA, Y., S.A.EBERHART e W.A.RUSSELL, 1972. Comparison of prediction formulae for maize hybrids. Crop Science. Madson, 12:325-331.
- PATERNIANI, E. 1971. Comportamento de milhos de porte baixo em duas densidades de plantio. Rel.Cient.IGen. 5:133-135.
- PATERNIANI, E. 1973. Origem e comportamento do milho Piranão. Rel. Cient.IGen. 7:148-160.
- PATERNIANI, E. 1974. Seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos no milho Piranão. Rel.Cient.IGen. 6:174-179.

- PATERNIANI, E. e R.RISSI, 1976. Seleção entre e dentro de famílias de meios-irmãos nas populações de Piranão-A e Piranão-B. Rel.Cient.IGen. 10:167-173.
- PATERNIANI, E. 1980. Avaliação de cultivares de milhos braquíticos. Rel.Cient.IGen., ESALQ/USP, Piracicaba, 14:61-68.
- PATERNIANI, E. 1978. Avaliação de cultivares de milho de plantas baixas. Rel.Cient.IGen., ESALQ/USP, Piracicaba, 12:162-167.
- PATERNIANI, E. e I.O.GERALDI, 1980. Seleção para redução do tamanho do pendão em duas variedades de milho braquítico. Rel.Cient.IGen, ESALQ/USP, Piracicaba, 14:97-102.
- PATERNIANI, E. 1981. O tamanho do pendão e suas relações com o índice altura da espiga/altura da planta e com a produtividade no ensaio nacional de milho normal. Rel.Cient.IGen., ESALQ/USP, Piracicaba, 15:135-151.
- PEIXOTO, T.C., L.A.N.LOSCHIAVO e E.PATERNIANI, 1976. O efeito da introdução de poligenes para a redução do porte das plantas de milho (*Zea mays* L.). Reunião Brasileira de Milho e Sorgo. Anais... Piracicaba, S.Paulo, ESALQ, p.161-170.
- PENDLETON, J.W. e R.D.SEIF, 1961. Plant population and row spacing studies with brachytic-2 dwarf corn. Crop Science. Madson, 1:433-435.

- PENDLETON, J.W., G.E.SMITH, S.R.WINTER e T.J.JOHNSTON, 1968. Field investigations of the relationships of the leaf angle in corn (*Zea mays* L.) to grain yield and apparent photosynthesis. Agron. Journal. Madson, 60:422-424.
- PIMENTEL GOMES, F. 1973. Curso de Estatística Experimental. São Paulo, Nobel, 430p.
- POEY, F.R.D. 1973. Otra jornada en la revolution verde: Maices enanos en México. Agricultura de las Americas. Kansas City, 22:20-38.
- POZAR, G. 1981. Interação da arquitetura da planta e espaçamento na produtividade do milho (*Zea mays* L.). Tese de Mestrado, ESALQ/USP, Piracicaba, SP, 75p.
- RIBEIRAL, U.C. 1976. Efeito do gene braquítico br_2 na produtividade e outras características fenotípicas de híbridos de milho. Reunião Brasileira de Milho e Sorgo. Anais... Piracicaba, São Paulo, ESALQ. p.115-118.
- RISSI, R., G.P.VIEGAS, E.PATERNIANI e J.B.MIRANDA FILHO, 1976. Comportamento de híbridos de milho (*Zea mays* L.) de porte baixo, em duas densidades de plantio e em quatro locais. Rel.Cient.IGen. ESALQ/USP, Piracicaba, 10:186-196.

- SCOTT, G.E. e C.M.CAMPBELL, 1969. Internode lenght in normal and brachytic-2 maize inbred and single crosses. Crop Science. Madson, 9:293-295.
- SINGH, H. e B.RAY, 1979. Differences in morphological characters and yield of important maize genotypes and their recovered brachytic versions. Indian Journal of Agricultural Science. New Delhi, 49(10): 758-763.
- SINGLETON, W.R. 1959. Height potential in brachytic-2 dwarf hybrids. Maize Genetics Cooperation News Letter. Columbia, 33:3-4.
- SOLOMENKO, T.A. e T.S.CHALIK, 1975. A study of dwarf maize hybrids. Plant Breeding Abstracts. Londres, 45:279.
- SOUZA JR., C.L. e J.R.ZINSLY, 1981. Avaliação de variedades de milho (*Zea mays* L.) braquítico-2 em cruzamentos dialélicos. Rel.Cient.IGen. ESALQ/USP, Piracicaba, 15:271-284.
- STEEL, R.G.D. e J.H.TORRIE, 1960. Principles and procedures of statistics. New York, McGraw-Hill. 481p.
- STEIN, O.L. 1955. Rates of leaf initiation in two mutants of *Zea mays* L., dwarf-1 and brachytic-2. American Journal of Botany. Baltimore, 42:885-892.

- STUBER, C.W., W.P.WILLIAMS e R.H.MOLL, 1973. Epistasis in maize (*Zea mays* L.). III. Significance in prediction of hybrid performance Crop Science. Madson, 13:195-200.
- STUBER, C.W. e R.H.MOLL, 1974. Epistasis in maize (*Zea mays* L.) IV. Crosses among lines selected for superior intervariety cross performance. Crop Science. Madson, 14:314-317.
- THOMPSON, J.C. e H.L.EVERETTI, 1963. Brachytic-2 dwarf hybrids. Maize Genetics Cooperation News Letter, Columbia, 37:20.
- TREGUBENKO, M.J. e V.I.NEPOMNJASCIJ, 1971. The water consumption of brachytic maize hybrids in relation to their yield. Plant Breeding Abstracts. Londres, 41:340.
- VERA, G.A. e P.L.CRANE, 1970. Effects of selection for lower ear height in synthetic populations of maize. Crop Science. Madson, 10:286-288.
- ZINSLY, J.R. e R.VENKOVSKY, 1970. Arquitetura da planta. Rel.Cient. IGen., ESALQ/USP, Piracicaba, 5:229-232.

T A B E L A S

Tabela 1. Esquema da análise conjunta da variância, referente aos dados dos "top-crosses" ressaltando-se as principais fontes de variação, a esperança matemática dos respectivos quadrados médios e o teste F

F.V.	G.L.	Q.M.	F	E(QM)
Linhagens(L)	$\ell - 1$	Q_1	Q_1/Q_{15}	$\sigma^2 + rvaV_L$
Versões(V)/L	$v - 1$	Q_2	Q_2/Q_{15}	$\sigma^2 + r\ell av_{V/L}$
Ambientes(A)/L	$a - 1$	Q_3	Q_3/Q_{15}	$\sigma^2 + r\ell vV_{A/L}$
V x L	$(v - 1)(\ell - 1)$	Q_4	Q_4/Q_{15}	$\sigma^2 + raV_{VL}$
V x A/L	$(v - 1)(a - 1)$	Q_5	Q_5/Q_{15}	$\sigma^2 + r\ell vV_{VA/L}$
L x A	$(\ell - 1)(a - 1)$	Q_6	Q_6/Q_{15}	$\sigma^2 + rvV_{LA}$
V x L x A	$(v - 1)(\ell - 1)(a - 1)$	Q_7	Q_7/Q_{15}	$\sigma^2 + rV_{VLA}$
Híbridos Simples(H)	$h - 1$	Q_8	Q_8/Q_{15}	$\sigma^2 + rvaV_H$
Versões(V)/H	$v - 1$	Q_9	Q_9/Q_{15}	$\sigma^2 + rhaV_{V/H}$
Ambientes(A)/H	$a - 1$	Q_{10}	Q_{10}/Q_{15}	$\sigma^2 + rhvV_{A/H}$
V x H	$(v - 1)(h - 1)$	Q_{11}	Q_{11}/Q_{15}	$\sigma^2 + raV_{VH}$
V x A/H	$(v - 1)(a - 1)$	Q_{12}	Q_{12}/Q_{15}	$\sigma^2 + rhvV_{VA/H}$
H x A	$(h - 1)(a - 1)$	Q_{13}	Q_{13}/Q_{15}	$\sigma^2 + rvV_{HA}$
V x H x A	$(v - 1)(h - 1)(a - 1)$	Q_{14}	Q_{14}/Q_{15}	$\sigma^2 + rV_{VHA}$
Erro médio	$a(t - 1)(r - 1)$	Q_{15}		σ^2

onde:

V na coluna E(QM) representa a componente da variação do efeito fixo correspondente ao respectivo índice;

$r = 3$ repetições, $\ell = 5$ linhagens, $v = 2$ versões, $a = 3$ ambientes,

$h = 10$ híbridos simples e $t = 64$ tratamentos.

Tabela 2. Esquema da análise conjunta da variância, referente aos dados de per si dos híbridos simples e duplos de porte normal e suas correspondentes versões braquíticas, ressaltando-se as principais fontes de variação, a esperança matemática dos respectivos quadrados médios e o teste F

F.V.	G.L.	Q.M.	F	E(QM)
Híbridos Simples(H)	$h-1$	Q_1	Q_1/Q_{15}	$\sigma^2 + rvaV_H$
Versões(V)/H	$v-1$	Q_2	Q_2/Q_{15}	$\sigma^2 + rhaV_{V/H}$
Ambientes(A)/H	$a-1$	Q_3	Q_3/Q_{15}	$\sigma^2 + rvaV_{A/H}$
V x H	$(v-1)(h-1)$	Q_4	Q_4/Q_{15}	$\sigma^2 + raV_{VH}$
V x A/H	$(v-1)(a-1)$	Q_5	Q_5/Q_{15}	$\sigma^2 + rhV_{VA/H}$
H x A	$(h-1)(a-1)$	Q_6	Q_6/Q_{15}	$\sigma^2 + rvV_{HA}$
V x H x A	$(v-1)(h-1)(a-1)$	Q_7	Q_7/Q_{15}	$\sigma^2 + rV_{VHA}$
Híbridos Duplos(D)	$d-1$	Q_8	Q_8/Q_{15}	$\sigma^2 + rv'aV_D$
Versões(V)/D	$v'-1$	Q_9	Q_9/Q_{15}	$\sigma^2 + rdaV_{V/D}$
Ambientes(A)/D	$a-1$	Q_{10}	Q_{10}/Q_{15}	$\sigma^2 + rdv'v_{A/D}$
V x D	$(v'-1)(d-1)$	Q_{11}	Q_{11}/Q_{15}	$\sigma^2 + raV_{VD}$
V x A/D	$(v'-1)(a-1)$	Q_{12}	Q_{12}/Q_{15}	$\sigma^2 + rdV_{VA/D}$
D x A	$(d-1)(a-1)$	Q_{13}	Q_{13}/Q_{15}	$\sigma^2 + rv'v_{DA}$
V x D x A	$(v'-1)(d-1)(a-1)$	Q_{14}	Q_{14}/Q_{15}	$\sigma^2 + rV_{VDA}$
Erro médio	$a(t-1)(r-1) +$ $a(t'-1)(r-1)$	Q_{15}		σ^2

onde:

V na coluna E(QM) representa a componente da variação do efeito fixo correspondente ao respectivo índice;

$r = 3$ repetições, $v = 2$ versões, $v' = 3$ versões, $a = 3$ ambientes, $h = 10$ híbridos simples, $d = 15$ híbridos duplos, $t = 30$ e $t' = 49$ tratamentos.

Tabela 3. Análise conjunta da variância da produção de grãos (Kg/5m), de "top-crosses" de linhagens e híbridos simples, em três locais (Capinópolis, Santa Helena de Goiás e Bandeirantes) no ano agrícola 1983/84

Fontes de Variação	G.L.	Quadrados Médios
Linhagens (L)	4	0,3420**
Versões (V)/L	1	1,0112**
Ambientes (A)/L	2	5,6548**
V x L	4	0,4454**
V x A/L	2	0,2998**
L x A	8	0,4180**
V x L x A	8	0,1343**
Híbrido Simples (H)	9	0,3119**
Versões (V)/H	1	0,2501**
Ambientes (A)/H	2	8,8916**
V x H	9	0,1234**
V x A/H	2	0,0837
H x A	18	0,2845**
V x H x A	18	0,1158**
Erro médio	378	0,0307
Média (Kg/5m)		2,496
C.V. %		7,02

** Significância a 1% pelo teste F

Tabela 4. Valores médios da produção de grãos (Kg/5m) obtidos do cruzamento de linhagens e híbridos simples nas versões normais e braquíticas com testador normal, em três locais (Capinópolis, Santa Helena de Goiás e Bandeirantes) no ano agrícola 1983/84

Linhagens	Versões		Braq/Norm ⁽⁺⁾ %	N - B ⁽⁺⁺⁾ kg/ha
	Normais (N)	Braquíticas (B)		
A	2,742	2,249	82,0	986**
B	2,522	2,822	111,9	-600**
C	2,488	2,276	91,5	424**
D	2,817	2,371	84,2	892**
E	2,451	2,242	91,5	418**
Média Geral (Kg/5m)	2,604	2,392	91,9	424**
Híbrido Simples				
A x B	2,830	2,453	86,7	754**
A x C	2,262	2,294	101,4	- 64
A x D	2,300	2,352	102,3	-104
A x E	2,344	2,421	103,3	-154
B x C	2,621	2,389	91,1	464**
B x D	2,611	2,701	103,5	-180
B x E	2,616	2,610	99,8	12
C x D	2,607	2,456	94,2	302
C x E	2,590	2,334	90,1	512**
D x E	2,547	2,571	101,0	- 48
Média Geral (Kg/5m)	2,533	2,458	97,1	150**

(+) Quociente entre as médias das versões br-quílica e normal, em percentagem.

** significância a 1% da diferença entre as médias das versões, pelo teste t.

Tabela 5. Análise conjunta da variância da altura da planta(cm) e da altura da espiga(cm) de "top-crosses" de linhagens e híbridos simples, em três locais (Capinópolis, Santa Helena de Goiás e Bandeirantes) no ano agrícola 1983/84

Fontes de Variação	G.L.	Quadrados Médios	
		Altura da planta	Altura da espiga
Linhagens (L)	4	445,90**	648,05**
Versões (V)/L	1	866,40**	281,66*
Ambientes (A)/L	1	3.808,06**	2.720,26**
V x L	4	204,48	83,95
V x A/L	1	224,26	8,06
L x A	4	96,81	20,72
V x L x A	4	59,93	18,69
Híbridos Simples (H)	9	161,39	380,87**
Versões (V)/H	1	616,53**	128,13
Ambientes (A)/H	1	4.662,53**	3.876,03**
V x H	9	140,42	90,39
V x A/H	1	6,53	0,83
H x A	9	151,53	78,62
V x H x A	9	84,16	76,05
Erro médio	252	90,41	51,92
Média		199,70	115,96
C.V. %		4,76	6,21

*, ** significância a 5% e 1% pelo teste F.

Tabela 6. Valores médios da altura da planta(cm) obtidos do cruzamento de linhagens e híbridos simples nas versões normal e braquítica com testador normal, em dois locais (Capinópolis e Santa Helena de Goiás) no ano agrícola 1983/84

Linhagens	Versões		Braqu./Norm. (+) %
	Normais	Braquíticas	
A	213	199	93,4
B	196	193	98,5
C	188	193	102,7
D	206	197	95,6
E	206	190	92,2
Média Geral	202	194	96,0**
Híbrido Simples			
A x B	207	202	97,6
A x C	194	202	104,1
A x D	193	199	103,1
A x E	207	197	95,2
B x C	200	190	95,0
B x D	206	198	96,1
B x E	206	195	94,7*
C x D	203	204	100,5
C x E	200	197	98,5
D x E	212	200	94,3*
Média Geral	203	198	97,5**

(+) Quociente entre as médias das versões braquítica e normal, em percentagem.

*, ** Significância a 5% e 1% da diferença entre as médias das versões, pelo teste t.

Tabela 7. Valores médios da altura da espiga(cm) obtidos do cruzamento de linhagens e híbridos simples nas versões normal e braquítica com testador normal, em dois locais (Capinópolis e Santa Helena de Goiás) no ano agrícola 1983/84

Linhagens	Versões		Braq./Norm. (+) %
	Normais	Braquíticas	
A	117	112	95,7
B	122	120	98,4
C	105	104	99,0
D	120	107	89,2**
E	124	123	99,2
Média Geral	117	113	96,6*
Híbrido Simples			
A x B	121	119	98,3
A x C	109	110	100,9
A x D	110	118	107,3
A x E	123	120	97,6
B x C	108	104	96,3
B x D	122	112	91,8*
B x E	126	121	96,0
C x D	113	118	104,4
C x E	117	112	95,7
D x E	126	119	94,4
Média Geral	117	115	98,3

(+) Quociente entre as médias das versões braquítica e normal, em percentagem.

*, ** Significância a 5% e 1% da diferença entre as médias das versões, pelo teste t.

Tabela 8. Análise conjunta da variância para o índice de espiga(IE) e posição relativa da espiga(AE/AP) de "top-crosses" de linhagens e híbridos simples, em três locais (Capinópolis, Santa Helena de Goiás e Bandeirantes) para IE e em dois locais (Capinópolis e Santa Helena de Goiás) para AE/AP no ano agrícola 1983/84

Fontes de Variação	G.L.	Quadrados Médios	G.L.	Quadrados Médios
		Índice da Espiga		AE/AP
Linhagens (L)	4	0,0119**	4	0,0159**
Versões (V)/L	1	0,0012	1	0,0000
Ambientes (A)/L	2	0,0527**	1	0,0075*
V x L	4	0,0038	4	0,0031
V x A/L	2	0,0068	2	0,0004
L x A	8	0,0030	4	0,0017
V x L x A	8	0,0079**	4	0,0005
Híbridos Simples (H)	9	0,0154**	9	0,0058**
Versões (V)/H	1	0,0009	1	0,0002
Ambientes (A)/H	2	0,0199**	1	0,0161**
V x H	9	0,0073**	9	0,0008
V x A/H	2	0,0089*	2	0,0000
H x A	18	0,0097**	9	0,0005
V x H x A	18	0,0095**	9	0,0005
Erro médio	378	0,0025	252	0,0018
Média		0,97		0,58
C.V. %		5,15		6,90

*, ** Significância a 5% e 1% pelo teste F.

Tabela 9. Valores médios para o índice AE/AP obtidos do cruzamento de linhagens e híbridos simples nas versões normal e braquítica com testador normal em duas localidades (Capinópolis e Santa Helena de Goiás) no ano agrícola 1983/84

Linhagens	AE/AP		Braq./Normais ⁽⁺⁾ %
	Normais	Braquíticas	
A	0,56	0,57	101,8
B	0,62	0,63	101,6
C	0,56	0,54	96,4
D	0,58	0,54	93,1
E	0,60	0,65	108,3*
Média Geral	0,58	0,58	100,0
Híbridos Simples			
A x B	0,59	0,59	100,0
A x C	0,56	0,55	98,2
A x D	0,59	0,60	101,7
A x E	0,59	0,62	105,1
B x C	0,54	0,55	101,9
B x D	0,59	0,57	96,6
B x E	0,61	0,62	101,6
C x D	0,56	0,58	103,6
C x E	0,58	0,57	98,3
D x E	0,60	0,59	98,3
Média Geral	0,58	0,58	100,0

(+) Quociente entre as médias das versões braquítica e normal, em percentagem.

* Significância a 5% da diferença entre as médias das versões, pelo teste t.

Tabela 10. Valores médios de índice de espiga(IE) obtidos do cruzamento de linhagens e híbridos simples nas versões normal e braquítica com testador normal em três locais (Capinópolis, Santa Helena de Goiás e Bandeirantes) no ano agrícola 1983/84

Linhagens	Índice de Espiga		Braq./Normais ⁽⁺⁾ %
	Normais	Braquíticas	
A	0,99	0,95	96,0
B	0,97	0,95	97,9
C	0,97	0,97	100,0
D	0,94	0,95	101,1
E	1,00	1,03	103,0
Média Geral	0,98	0,97	99,0
Híbridos Simples			
A x B	0,98	0,94	95,9
A x C	0,95	0,93	97,9
A x D	1,00	1,00	100,0
A x E	0,99	1,02	103,0
B x C	0,95	0,93	97,9
B x D	0,96	0,94	97,9
B x E	0,94	1,03	109,6**
C x D	0,93	0,96	103,2
C x E	0,98	0,94	95,9
D x E	1,04	1,00	96,2
Média Geral	0,97	0,97	100,0

(+) Quociente entre as médias das versões braquítica e normal, em percentagem.

** Significância a 1% da diferença entre as médias das versões, pelo teste t.

Tabela 11. Análise conjunta da variância para percentagem de plantas quebradas e acamadas de "top-crosses" de linhagens e híbridos simples, em três locais (Capinópolis, Santa Helena de Goiás e Bandeirantes) no ano agrícola 1983/84

Fontes de Variação	G.L.	Quadrados Médios	
		Quebradas	Acamadas
Linhagens (L)	4	1,7357**	0,0553
Versões (V)/L	1	0,0221	0,3192
Ambientes (A)/L	2	7,5700**	7,7368**
V x L	4	0,2133	0,0924
V x A/L	2	0,3369	0,1620
L x A	8	0,4121	0,3934
V x L x A	8	0,2330	0,3507
Híbridos Simples (H)	9	1,3346**	0,3304
Versões (V)/H	1	0,1927	0,2785
Ambientes (A)/H	2	10,6312**	11,4540**
V x H	9	0,0789	0,2327
V x A/H	2	0,4101	0,0987
H x A	18	0,1390	0,3307
V x H x A	18	0,2560	0,1532
Erro médio	378	0,4469	0,3982
Média %		18,50	6,45
C.V. %		18,82	26,0

* Significância a 1% pelo teste F

Tabela 12. Valores médios da percentagem de plantas quebradas obtidos do cruzamento de linhagens e híbridos simples nas versões normal e braquítica com testador normal, em três locais (Capinópolis, Santa Helena de Goiás e Bandeirantes) no ano agrícola 1983/84

Linhagens	Versões		Braq./Normais ⁽⁺⁾ %
	Normais	Braquíticas	
A	15,6	8,9	57,1
B	17,3	24,9	143,9
C	19,6	13,8	70,4
D	27,6	31,1	112,7
E	12,0	13,8	115,0
Média geral %	18,4	18,5	100,5

Híbridos Simples

A x B	15,6	13,8	88,5
A x C	27,6	24,0	87,0
A x D	14,7	16,0	108,8
A x E	25,3	20,9	82,6
B x C	9,3	10,2	109,7
B x D	31,1	23,1	74,3
B x E	22,2	21,3	95,9
C x D	20,0	24,9	124,5
C x E	22,2	15,1	68,0
D x E	8,9	7,1	79,8
Média Geral %	19,7	17,6	89,3

(+) Quociente entre as médias das versões braquítica e normal, em percentagem.

Tabela 13. Valores médios da percentagem de acamamento obtidos do cruzamento de linhagens e híbridos simples nas versões normal e braquítica com testador normal, em três locais (Capiñópolis, Santa Helena de Goiás e Bandeirantes) no ano agrícola 1983/84

Linhagens	Versões		Braqu./Normais ⁽⁺⁾ %
	Normais(N)	Braquíticas(B)	
A	7,1	8,4	118,3
B	5,3	5,8	109,4
C	5,8	7,6	131,0
D	8,4	7,6	90,5
E	7,6	12,9	163,3
Média geral	6,3	7,8	123,8
Híbridos Simples			
A x B	4,0	8,9	222,5
A x C	2,2	3,6	163,6
A x D	3,6	1,8	50,0
A x E	12,0	8,0	66,7
B x C	10,7	2,7	25,2
B x D	4,0	3,1	77,5
B x E	9,3	2,7	29,0
C x D	9,8	7,6	77,6
C x E	4,9	6,2	126,5
D x E	5,3	6,2	117,0
Média Geral	6,6	5,1	77,3

(+) Quociente entre as médias das versões braquítica e normal, em percentagem.

Tabela 14. Estimativas dos componentes de variação para peso de grãos (PG) e índice de espiga (IE) relativos ao "top-crosses" de linhagens e híbridos simples nas versões normal e braquítica, em três locais (Capinópolis, Santa Helena de Goiás e Bandeirantes) no ano agrícola 1983/84

Caráter	Tratamentos	Componentes de variação				
		$\hat{V}_V$	$\hat{V}_{VT}$	$\hat{V}_{VA}$	$\hat{V}_{VTA}$	$\hat{V}_E$
PG	Linhagens	0,02179	0,04608	0,01794	0,03453	0,03070
	H.Simples	0,00244	0,01030	0,00177	0,02837	0,03070
IE	Linhagens	0,00000	0,00029	0,00014	0,00180	0,00250
	H.Simples	0,00000	0,00053	0,00021	0,00233	0,00250

onde:

$\hat{V}_V$ = variação genotípica entre as versões normal e braquítica

$\hat{V}_{VT}$ = variação da interação versões por tratamentos (linhagens ou híbridos simples)

$\hat{V}_{VA}$ = variação da interação versões por ambientes

$\hat{V}_{VTA}$ = variação da interação versões por tratamentos por ambientes

$\hat{V}_E$ = variância do erro

Tabela 15. Análise conjunta da variância da produção de grãos (Kg/5m), de híbridos simples e duplos de porte normal e suas versões braquíticas, em três locais (Capinópolis, Santa Helena de Goiás e Bandeirantes) no ano agrícola 1983/84

Fontes de Variação	G.L.	Quadrados Médios
		Peso de Grãos
Híbridos Simples (H)	9	1,5782**
Versões (V)/H	1	3,0707**
Ambientes (A)/H	2	27,1239**
V x H	9	0,1403**
V x A/H	2	0,4431**
H x A	18	1,6381**
V x H x A	18	0,3194**
Híbridos Duplos (D)	14	0,5294**
Versões (V)/D	2	3,2028**
Ambientes (A)/D	2	63,2613**
V x D	28	0,1893**
V x A/D	4	0,2091**
D x A	28	0,3062**
V x D x A	56	0,1093**
Erro médio	462	0,0192
Média Geral (Kg/5m)		2,085
C.V. %		6,65

** Significância a 1% pelo teste F.

Tabela 16. Valores médios da produção de grãos (Kg/5m) referentes a híbridos duplos de porte normal em duas versões (Br_2Br_2 e Br_2br_2) e braquíticos (br_2br_2), em três locais (Capiñópolis, Santa Helena de Goiás e Bandeirantes) no ano agrícola 1983/84

Híbridos Duplos	Versões			A/B ⁽⁺⁾	C/B ⁽⁺⁺⁾
	A	B	C		
	br_2br_2	Br_2Br_2	Br_2br_2	%	%
AB x CD	1,774	2,344	2,145	75,7**	91,5**
AB x CE	1,688	2,530	2,321	66,7**	91,7**
AB x DE	1,852	2,429	2,660	76,2**	109,5**
AC x BD	1,728	2,411	2,521	71,7**	104,6
AC x BE	1,891	2,325	2,000	81,3**	86,0**
AC x DE	1,724	2,392	2,357	72,1**	98,5
AD x BC	2,046	2,417	2,517	84,7**	104,1
AD x BE	2,219	2,313	2,313	95,9	100,0
AD x CE	1,717	2,149	2,406	79,9**	112,0**
AE x BC	1,849	2,449	2,246	75,5**	91,7**
AE x BD	2,052	2,283	2,396	89,9**	104,9
AE x CD	1,877	2,252	2,477	83,3**	110,0**
BC x DE	1,582	1,929	2,185	82,0**	113,3**
BC x CE	1,666	2,031	2,043	82,0**	100,0
BE x CD	1,534	2,236	2,011	68,6**	89,9**
Média Geral	1,813	2,299	2,307	79,9**	100,3

(+) Quociente entre as médias das versões braquítica e normal homozigótica, em percentagem.

(++) Quociente entre as médias das versões normais hetero e homozigótica, em percentagem.

** Significância a 1% da diferença entre as médias das versões normal homozigótica e braquítica (coluna A/B) e normal homozigótica e normal heterozigótica (coluna C/B), pelo teste t.

Tabela 17. Valores médios da produção de grãos (Kg/5m) referentes a híbridos simples de porte normal (Br_2Br_2) e suas correspondentes versões braquíticas (br_2br_2), em três locais (Capi-nópolis, Santa Helena de Goiás e Bandeirantes), no ano agrícola 1983/84

Híbridos Simples	Versões		A/B ⁽⁺⁾ %
	A	B	
	br_2br_2	Br_2Br_2	
A x B	2,579	2,724	94,7*
A x C	2,128	2,417	88,0**
A x D	2,031	2,614	77,7**
A x E	1,990	2,316	85,9**
B x C	1,788	2,310	77,4**
B x D	2,209	2,511	88,0**
B x E	1,722	2,296	75,0**
C x D	1,720	2,283	75,3**
C x E	1,197	1,904	62,9**
D x E	1,691	2,299	73,6**
Média Geral	1,906	2,367	80,5**

(+) Quociente entre as médias das versões braquítica e normal, em percentagem.

*, ** Significância a 5% e 1% da diferença entre as médias das versões, pelo teste t.

Tabela 18. Análise conjunta da variância da altura da planta (AP) e da espiga (AE) em cm de híbridos simples e duplos de porte normal e suas versões braquíticas, em três localidades (Capi-
pinópolis, Santa Helena de Goiás e Bandeirantes) no ano a-
grícola 1983/84

Fontes de Variação	G.L.	Quadrados Médios	
		AP	AE
Híbridos Simples (H)	9	524,77**	1.236,42**
Versões	1	180.753,42**	103.296,35**
Ambientes (A)/H	2	12.436,77**	3.280,20**
V x H	9	614,65**	1,46
V x A/H	2	1.967,20**	1.228,17**
H x A	18	284,56**	9,48
V x H x A	18	319,40**	435,78**
Híbridos Duplos (D)	14	350,78**	286,27**
Versões (V)/D	2	158.339,95**	92.504,15**
Ambientes (A)/D	2	17.514,26**	5.423,02**
V x D	28	129,96	116,00
V x A/D	4	2.313,60**	1.534,38**
D x A	28	140,49	98,25
V x D x A	56	193,27*	131,54*
Erro médio	462	138,12	91,09
Média Geral (cm)		189	101
C.V. %		6,22	9,48

*,** Significância a 5% e 1% pelo teste F.

Tabela 19. Valores médios da altura das plantas referentes a híbridos duplos de porte normal em duas versões (Br_2Br_2 e Br_2br_2) e braquíticos (br_2br_2), em três locais (Capinópolis, Santa Helena de Goiás e Bandeirantes), no ano agrícola 1983/84

Híbridos Duplos	Versões			A/B ⁽⁺⁾	C/B ⁽⁺⁺⁾
	A	B	C		
	br_2br_2	Br_2Br_2	Br_2br_2	%	%
AB x CD	155	205	200	75,6**	97,6
AB x CE	153	219	205	69,9**	93,6*
AB x DE	156	221	216	70,6**	97,7
AC x BD	149	216	211	69,0**	97,7
AC x BE	155	211	212	73,5**	100,5
AC x DE	155	213	214	72,8**	100,5
AD x BC	156	219	211	71,2**	96,3
AD x BE	155	225	210	68,9**	93,3**
AD x CE	162	213	212	76,1**	99,5
AE x BC	147	213	209	69,0**	98,1
AE x BD	159	225	220	70,7**	97,8
AE x CD	148	211	213	70,1**	100,9
BC x DE	158	216	210	73,1**	97,2
BC x CE	149	217	206	68,7**	94,9*
BE x CD	155	218	210	71,1**	96,3
Média Geral	154	216	211	71,4**	97,7**

(+) Quociente entre as médias das versões braquítica e normal homozigótica, em percentagem.

(++) Quociente entre as médias das versões normais hetero e homozigótica, em percentagem.

*,** Significância a 5% e 1% da diferença entre as médias das versões normal homozigótica e braquítica (coluna A/B) e normal homozigótica e normal heterozigótica (coluna C/B), pelo teste t.

Tabela 20. Valores médios da altura das plantas referentes a híbridos simples de porte normal (Br_2Br_2) e suas correspondentes versões braquíticas (br_2br_2), em três locais (Capinópolis, Santa Helena de Goiás e Bandeirantes), no ano agrícola 1983/84

Híbridos Simples	Versões		A/B ⁽⁺⁾ %
	A	B	
	br_2br_2	Br_2Br_2	
A x B	149	218	68,3**
A x C	146	203	71,9**
A x D	158	217	72,8**
A x E	157	222	70,7**
B x C	146	205	71,2**
B x D	142	220	64,5**
B x E	141	219	64,4**
C x D	157	202	77,7**
C x E	150	198	75,8**
D x E	147	222	66,2**
Média Geral	149	213	70,0**

(+) Quociente entre as médias das versões braquítica e normal, em porcentagem.

** Significância a 1% da diferença entre as médias das versões, pelo teste t.

Tabela 21. Valores médios da altura das espigas referentes a híbridos duplos de porte normal em duas versões (Br_2Br_2 e Br_2br_2) e braquíticos (br_2br_2), em três locais (Capinópolis, Santa Helena de Goiás e Bandeirantes), no ano agrícola 1983/84

Híbridos Duplos	Versões			A/B ⁽⁺⁾	C/B ⁽⁺⁺⁾
	A	B	C		
	br_2br_2	Br_2Br_2	Br_2br_2	%	%
AB x CD	73	113	108	64,6**	95,6
AB x CE	72	122	111	59,0**	91,0*
AB x DE	76	123	123	61,8**	100,0
AC x BD	68	117	118	58,1**	100,9
AC x BE	75	117	118	64,1**	100,9
AC x DE	72	117	117	61,5**	100,0
AD x BC	70	119	112	58,8**	94,1
AD x BE	77	125	115	61,6**	92,0*
AD x CE	77	112	113	68,8**	100,9
AE x BC	68	119	115	57,1**	96,6
AE x BD	75	131	122	57,3**	93,1*
AE x CD	66	114	116	57,9**	101,8
BC x DE	74	119	120	62,2**	100,8
BD x CE	71	124	114	57,3**	91,9*
BE x CD	75	126	117	59,5**	92,9*
Média Geral	73	120	116	60,8**	96,7**

(+) Quociente entre as médias das versões braquítica e normal homozigótica, em percentagem.

(++) Quociente entre as médias das versões normais hetero e homozigótica, em percentagem.

*,** Significância de 5% e 1% da diferença entre as médias das versões normal homozigótica e braquítica (coluna A/B) e normal heterozigótica e normal homozigótica (coluna C/B), pelo teste t.

Tabela 22. Valores médios da altura das espigas referentes a híbridos simples de porte normal (Br_2Br_2) e suas correspondentes versões braquíticas (br_2br_2) em três locais (Capinópolis, Santa Helena de Goiás e Bandeirantes), no ano agrícola 1983/84

Híbridos Simples	Versões		A/B ⁽⁺⁾ %
	A	B	
	br_2br_2	Br_2Br_2	
A x B	73	123	59,3**
A x C	70	101	69,3**
A x D	73	117	62,4**
A x E	79	126	62,7**
B x C	68	116	58,6**
B x D	64	124	51,6**
B x E	69	133	51,9**
C x D	76	110	69,1**
C x E	70	108	64,8**
D x E	72	135	53,3**
Média Geral	71	119	59,7**

(+) Quociente entre as médias das versões braquítica e normal, em percentagem.

** Significância a 1% da diferença entre as médias das versões, pelo teste t.

Tabela 23. Análise conjunta da variância para o índice AE/AP e o índice de espiga(IE) de híbridos simples e duplos de porte normal e suas versões braquíticas, em três locais (Capinópolis, Santa Helena de Goiás e Bandeirantes) no ano agrícola 1983/84

Fontes de Variação	G.L.	Quadrados Médios	
		AE/AP	IE
Híbridos Simples (H)	9	0,0070**	0,0312**
Versões (V)/H	1	0,3397**	0,0006
Ambientes (A)/H	2	0,0443**	0,2034**
V x H	9	0,0045**	0,0300**
V x A/H	2	0,0018	0,0222**
H x A	18	0,0063**	0,0443**
V x H x A	18	0,0022*	0,0202**
Híbridos Duplos (D)	14	0,0023*	0,0261**
Versões (V)/D	2	0,2984**	0,0284**
Ambientes (A)/D	2	0,0689**	0,6145**
V x D	28	0,0012	0,0142**
V x A/D	4	0,0090**	0,0175**
D x A	28	0,0014	0,0129**
V x D x A	56	0,0016	0,0131**
Erro médio	462	0,0013	0,0037
Média Geral		0,53	0,90
C.V. %		6,83	6,76

*, ** Significância a 5% e 1% pelo teste F.

Tabela 24. Valores médios do índice AE/AP referentes a híbridos duplos de porte normal em duas versões (Br_2Br_2) e Br_2br_2) e braquíticos (br_2br_2), em três locais (Capinópolis, Santa Helena de Goiás e Bandeirantes), no ano agrícola 1983/84

Híbridos Duplos	Versões			A/B ⁽⁺⁾ %	C/B ⁽⁺⁺⁾ %
	A	B	C		
	br_2br_2	Br_2Br_2	Br_2br_2		
AB x CD	0,47	0,55	0,54	85,5**	98,2
AB x CE	0,47	0,56	0,54	83,9**	96,4
AB x DE	0,49	0,56	0,57	87,5**	101,8
AC x BD	0,45	0,54	0,56	83,3**	103,7
AC x BE	0,48	0,55	0,56	87,3**	101,8
AC x DE	0,47	0,55	0,55	85,5**	100,0
AD x BC	0,45	0,55	0,53	81,8**	96,4
AD x BE	0,50	0,56	0,55	89,3**	98,2
AD x CE	0,49	0,53	0,53	92,5*	100,0
AE x BC	0,46	0,56	0,55	82,1**	98,2
AE x BD	0,47	0,58	0,56	81,0**	96,6
AE x CD	0,45	0,54	0,55	83,3**	101,9
BC x DE	0,47	0,55	0,57	85,5**	103,6
BC x CE	0,47	0,56	0,56	83,9**	100,0
BE x CD	0,48	0,58	0,56	82,8**	96,6
Média Geral	0,47	0,55	0,55	85,5**	100,0

(+) Quociente entre as médias das versões braquítica e normal homozigótica, em percentagem.

(++) Quociente entre as médias das versões normais hetero e homozigótica, em percentagem.

** Significância a 5% e 1% da diferença entre as médias das versões normal homozigótica e braquítica (coluna A/B) e normal homozigótica e normal heterozigótica (coluna C/B), pelo teste t.

Tabela 25. Valores médios do índice AE/AP referentes a híbridos simples de porte normal (Br_2Br_2) e suas correspondentes versões braquíticas (br_2br_2), em três locais (Capinópolis, Santa Helena de Goiás e Bandeirantes), no ano agrícola 1983/84

Híbridos Simples	Versões		A/B ⁽⁺⁾ %
	A	B	
	br_2br_2	Br_2Br_2	
A x B	0,48	0,56	85,7**
A x C	0,48	0,50	96,0
A x D	0,46	0,57	80,7**
A x E	0,51	0,57	89,5**
B x C	0,47	0,57	82,5**
B x D	0,45	0,56	80,4**
B x E	0,49	0,61	80,3**
C x D	0,48	0,55	87,3**
C x E	0,46	0,55	83,6**
D x E	0,49	0,61	80,3**
Média Geral	0,48	0,56	85,7**

(+) Quociente entre as médias das versões braquítica e normal, em percentagem.

*, ** Significância a 5% e 1% da diferença entre as médias das versões, pelo teste t.

Tabela 26. Valores médios do índice de espiga referentes a híbridos duplos de porte normal em duas versões (Br_2Br_2 e Br_2br_2) e braquíticos (br_2br_2), em três locais (Capinópolis, Santa Helena de Goiás e Bandeirantes), no ano agrícola 1983/84

Híbridos Duplos	Versões			A/B ⁽⁺⁾	C/B ⁽⁺⁺⁾
	A	B	C		
	br_2br_2	Br_2Br_2	Br_2br_2	%	%
AB x CD	0,84	0,90	0,82	93,3*	90,1**
AB x CE	0,85	0,99	0,92	85,9**	92,9*
AB x DE	0,88	0,93	1,01	94,6	108,6**
AC x BD	0,87	0,85	0,91	102,4	107,1*
AC x BE	0,93	0,92	0,91	101,1	98,9
AC x DE	0,87	0,96	0,92	90,6**	95,8
AD x BC	0,89	0,90	0,90	98,9	100,0
AD x BE	0,90	0,94	0,87	95,7	92,6*
AD x CE	0,82	0,89	0,87	92,1*	97,8
AE x BC	0,89	0,98	0,91	90,8**	92,9*
AE x BD	0,94	0,90	0,85	104,4	94,4
AE x CD	0,89	0,91	0,93	97,8	102,2
BC x DE	0,85	0,78	0,89	109,0*	114,0**
BD x CE	0,87	0,83	0,86	104,8	103,6
BE x CD	0,85	0,90	0,90	94,4	100,0
Média Geral	0,88	0,91	0,90	96,7**	98,9

(+) Quociente entre as médias das versões braquítica e normal homozigótica, em percentagem.

(++) Quociente entre as médias das versões normais hetero e homozigóticas, em percentagem.

*,** Significância a 5% e 1% da diferença entre as médias das versões normal homozigótica e braquítica (coluna A/B) e normal homozigótica e normal heterozigótica (coluna C/B), pelo teste t.

Tabela 27. Valores médios do índice de espiga referentes a híbridos simples de porte normal (Br_2Br_2) e suas correspondentes versões braquíticas (br_2br_2) em três locais (Capinópolis, Santa Helena de Goiás e Bandeirantes), no ano agrícola 1983/84

Híbridos Simples	Versões		A/B ⁽⁺⁾ %
	A	B	
	br_2br_2	Br_2Br_2	
A x B	0,97	0,95	102,1
A x C	0,93	0,89	104,5
A x D	0,88	0,87	101,1
A x E	0,89	0,96	92,7*
B x C	1,01	0,90	112,2**
B x D	0,92	0,87	105,7
B x E	0,92	0,96	95,8
C x D	0,89	0,84	106,0
C x E	0,73	0,92	79,3**
D x E	0,89	0,90	98,9
Média Geral	0,90	0,91	98,9

(+) Quociente entre as médias das versões braquítica e normal, em percentagem.

*, ** Significância a 5% e 1% da diferença entre as médias das versões, pelo teste t.

Tabela 28. Análise conjunta da variância da percentagem de plantas quebradas e acamadas de híbridos simples e duplos de porte normal e suas versões braquíticas, em três locais (Capinópolis, Santa Helena de Goiás e Bandeirantes) no ano agrícola 1983/84

Fontes de Variação	G.L.	Quadrados Médios	
		Quebradas	Acamadas
Híbridos Simples (H)	9	1,2270**	0,7009*
Versões (V)/H	1	7,7958**	5,6215**
Ambientes (A)/H	2	11,6919**	32,9732**
V x H	9	0,4845	0,6355
V x A/H	2	1,9920**	5,1429**
H x A	18	0,4068	0,4122
V x H x A	18	0,1924	0,0389
Híbridos Duplos (D)	14	0,5512	0,2986
Versões (V)/D	2	8,8769**	1,8432**
Ambientes (A)/D	2	33,4295**	60,0213**
V x D	28	0,1956	0,1763
V x A/D	4	1,1220	2,7227**
D x A	28	0,2386	0,2537
V x D x A	56	0,1317	0,1823
Erro médio	462	0,4174	0,3500
Média %		13,22	6,77
C.V. %		19,92	16,05

*, ** Significância a 5% e 1% pelo teste F.

Tabela 29. Valores médios da percentagem de plantas quebradas referentes a híbridos duplos de porte normal em duas versões (Br_2Br_2 e Br_2br_2) e braquíticos (br_2br_2), em três locais (Capinópolis, Santa Helena de Goiás e Bandeirantes), no ano agrícola 1983/84

Híbridos Duplos	Versões			A/B ⁽⁺⁾ %	C/B ⁽⁺⁺⁾ %
	A	B	C		
	br_2br_2	Br_2Br_2	Br_2br_2		
AB x CD	11,1	20,4	21,8	54,4	106,9
AB x CE	2,2	16,9	14,7	13,0*	87,0
AB x DE	7,6	19,6	21,3	38,8*	108,7
AC x BD	8,4	22,2	7,6	37,8	33,6*
AC x BE	3,6	14,2	5,3	25,4	37,3
AC x DE	4,4	16,9	12,4	26,0*	73,4
AD x DC	10,7	22,7	17,3	47,1	76,2
AD x BE	9,8	15,6	15,6	62,8	100,0
AD x CE	4,0	14,7	18,2	27,2	123,8
AE x BC	5,8	16,9	10,2	34,3	60,4
AE x BD	9,3	20,4	16,4	45,6	80,4
AE x CD	7,1	20,4	15,6	34,8	76,5
BC x DE	8,4	27,1	20,4	31,0**	75,3
BD x CE	10,7	22,2	21,8	48,2	98,2
BE x CD	11,1	18,7	24,0	59,4	128,3
Média Geral	7,61	19,26	16,17	39,5**	84,0*

(+) Quociente entre as médias das versões braquítica e normal homozigótica, em percentagem.

(++) Quociente entre as médias das versões normais hetero e homozigóticas, em percentagem.

*,** Significância a 5% e 1% da diferença entre as médias das versões normal homozigótica e braquítica (coluna A/B) e normal homozigótica e normal heterozigótica (coluna C/B), pelo teste t.

Tabela 30. Valores médios da percentagem de plantas quebradas referentes a híbridos simples de porte normal (Br_2Br_2) e suas correspondentes versões braquíticas (br_2br_2), em três locais (Capinópolis, Santa Helena de Goiás e Bandeirantes), no ano agrícola 1983/84

Híbridos Simples	Versões		A/B ⁽⁺⁾ %
	A	B	
	br_2br_2	Br_2Br_2	
A x B	5,3	6,7	79,1
A x C	1,8	12,4	14,5*
A x D	7,6	12,4	61,3
A x E	4,0	2,7	148,1
B x C	4,9	24,4	20,1*
B x D	18,2	24,0	75,8
B x E	5,8	16,0	36,3
C x D	10,2	26,2	38,9
C x E	1,3	10,2	12,7
D x E	4,0	22,2	18,0**
Média Geral	6,3	15,7	40,1

(+) Quociente entre as médias das versões braquítica e normal, em percentagem.

*, ** Significância a 5% e 1% da diferença entre médias das versões, pelo teste t.

Tabela 31. Valores médios da percentagem de plantas acamadas referentes a híbridos duplos de porte normal em duas versões (Br_2Br_2 e Br_2br_2) e braquíticos (br_2br_2), em três locais (Capinópolis, Santa Helena de Goiás e Bandeirantes), no ano agrícola 1983/84

Híbridos Duplos	Versões			A/B ⁽⁺⁾	C/B ⁽⁺⁺⁾
	A	B	C		
	br_2br_2	Br_2Br_2	Br_2br_2	%	%
AB x CD	3,3	4,0	8,9	82,5	222,5
AB x CE	0,7	4,4	12,4	15,9	281,8
AB x DE	5,3	12,9	9,3	41,1	72,1
AC x BD	4,7	4,4	11,6	106,8	263,6
AC x BE	0,7	5,8	9,8	12,1	169,0
AC x DE	3,3	10,2	11,6	32,4	113,7
AD x BC	4,0	7,6	11,1	52,6	146,1
AD x BE	6,0	5,3	7,1	113,2	134,0
AD x CE	2,0	7,1	9,3	28,2	131,0
AE x BC	2,0	7,6	3,6	26,3	47,4
AE x BD	8,7	17,3	9,3	50,3	53,8
AE x CD	4,0	4,0	8,0	100,0	200,0
BC x DE	2,7	12,9	12,4	20,9	96,1
BD x CE	8,0	11,6	9,8	69,0	84,5
BE x CD	4,0	8,4	5,8	47,6	69,0
Média Geral	3,96	8,23	9,33	48,1	113,4

(+) Quociente entre as médias das versões braquítica e normal e homozigótica, em percentagem.

(++) Quociente entre as médias das versões normais hetero e homozigótica, em percentagem.

Tabela 32. Valores médios da percentagem de acamamento referentes a híbridos simples de porte normal (Br_2Br_2) e suas correspondentes versões braquíticas (br_2br_2), em três locais (Capi-nópolis, Santa Helena de Goiás e Bandeirantes), no ano agrícola 1983/84

Híbridos Simples	Versões		A/B ⁽⁺⁾ %
	A	B	
	br_2br_2	Br_2Br_2	
A x B	7,3	0,5	1.460,0
A x C	2,7	0,7	385,7
A x D	12,7	0,5	2.540,0
A x E	1,3	1,3	100,0
B x C	1,3	1,3	100,0
B x D	5,3	10,7	49,5
B x E	6,7	8,0	83,8
C x D	2,0	15,3	13,1
C x E	1,3	8,0	16,3
D x E	10,7	12,0	89,2
Média Geral	5,1	5,8	87,9

(+) Quociente entre as médias das versões braquítica e normal, em percentagem.

Tabela 33. Análise conjunta da variância do número de ramificações do pendão (NRP) de híbridos simples e duplos de porte normal e suas versões braquíticas, em dois locais (Capinópolis e Santa Helena de Goiás) no ano agrícola 1983/84

Fontes de Variação	G.L.	Quadrados Médios
		NRP
Híbridos Simples (H)	9	167,5483**
Versões (V)/H	1	0,0480
Ambientes (A)/H	1	18,5653**
V x H	9	25,0310**
V x A/H	1	4,1814
H x A	9	6,1972*
V x H x A	9	1,6087
Híbridos Duplos (D)	14	63,2029**
Versões (V)/D	2	5,6391
Ambientes (A)/D	1	23,2320**
V x D	28	3,3064
V x A/D	2	8,6638*
D x A	14	2,8207
V x D x A	28	3,3775
Erro médio	308	2,3558
Média Geral		16,94
C.V. %		9,06

*, ** Significância a 5% e 1% pelo teste F.

Tabela 34. Valores médios do número de ramificações do pendão referentes a híbridos duplos de porte normal em duas versões (Br_2Br_2 e Br_2br_2) e braquíticos (br_2br_2), em dois locais (Capinópolis e Santa Helena de Goiás), no ano agrícola 1983/84

Híbridos Duplos	Versões			A/B ⁽⁺⁾	C/B ⁽⁺⁺⁾
	A	B	C		
	br_2br_2	Br_2Br_2	Br_2br_2	%	%
AB x CD	14,3	16,2	14,4	88,3*	88,9*
AB x CE	19,0	18,4	17,0	103,3	92,4
AB x DE	16,2	16,9	15,4	95,9	91,1
AC x BD	16,1	16,6	15,9	97,0	95,8
AC x BE	16,8	17,2	17,8	97,7	103,5
AC x DE	22,2	20,3	22,2	109,4*	109,4*
AD x BC	15,2	15,8	16,0	96,2	101,3
AD x BE	15,5	15,9	16,0	97,5	100,6
AD x CE	21,4	20,0	22,0	107,0	110,0*
AE x BC	18,0	18,5	17,4	97,3	94,1
AE x BD	16,2	16,8	15,4	96,4	91,7
AE x CD	18,2	19,4	19,4	93,8	100,0
BC x DE	18,8	19,4	19,4	96,9	100,0
BD x CE	19,7	18,7	17,9	105,3	95,7
BE x CD	18,0	16,7	16,2	107,8	97,0
Média Geral	17,7	17,8	17,5	99,4	98,3

(+) Quociente entre as médias das versões braquítica e normal homozigótica, em percentagem.

(++) Quociente entre as médias das versões normais hetero e homozigótica, em percentagem.

* Significância a 5% da diferença entre as médias das versões normal homozigótica e braquítica (coluna A/B) e normal homozigótica e normal heterozigótica (coluna C/B), pelo teste t.

Tabela 35. Valores médios do número de ramificações do pendão referentes a híbridos simples de porte normal (Br_2Br_2) e suas correspondentes versões braquíticas (br_2br_2) em dois locais (Capinópolis e Santa Helena de Goiás), no ano agrícola 1983/84

Híbridos Simples	Versões		A/B ⁽⁺⁾ %
	A	B	
	br_2br_2	Br_2Br_2	
A x B	12,60	13,73	91,8
A x C	18,60	19,20	96,9
A x D	12,47	15,77	79,1**
A x E	19,30	19,90	97,0
B x C	16,93	16,53	102,4
B x D	10,73	12,40	86,5
B x E	18,40	18,00	102,2
C x D	15,77	18,83	87,7**
C x E	27,13	22,00	123,3**
D x E	21,67	16,83	128,8**
Média Geral	17,36	17,32	100,2

(+) Quociente entre as médias das versões braquítica e normal, em percentagem.

** Significância a 1% da diferença entre as médias das versões, pelo teste t.

Tabela 36. Estimativas dos componentes de variação para peso de grãos (PG), altura da planta (AP), altura da espiga (AE), quociente AE/AP e índice de espigas (IE) relativas a híbridos simples e duplos nas versões normal e braquítica, em três locais (Capinópolis, Santa Helena de Goiás e Bandeirantes) no ano agrícola 1983/84

Tratamento	Caráter	Componentes de variação				
		$\hat{V}_V$	$\hat{V}_{VT}$	$\hat{V}_{VA}$	$\hat{V}_{VTA}$	$\hat{V}_E$
H.S.	PG	0,03391	0,01346	0,01413	0,10007	0,0192
	AP	2006,8366	52,9484	60,9695	60,4272	138,1215
	AE	1146,7252	0,0000	37,9026	114,8965	91,0939
	AE/AP	0,00376	0,00036	0,00002	0,00030	0,0013
	IE	0,00000	0,00292	0,00062	0,0055	0,0037
H.D.	PG	0,02358	0,01890	0,00422	0,03003	0,0192
	AP	1171,8654	0,0000	48,3440	18,3848	138,1215
	AE	684,5412	2,7682	32,0731	13,4842	91,0939
	AE/AP	0,00220	0,00000	0,00017	0,0001	0,0013
	IE	0,00018	0,00117	0,00031	0,0094	0,0037

onde:

$\hat{V}_V$ = variação genotípica entre as versões normal e braquítica

$\hat{V}_{VT}$ = variação da interação versões por tratamentos (híbridos simples-HS ou híbridos duplos-HD)

$\hat{V}_{VA}$ = variação da interação versões por ambientes

$\hat{V}_{VTA}$ = variação da interação versões por tratamentos por ambientes

$\hat{V}_E$ = variância do erro

Tabela 37. Médias observadas e esperadas em Kg/5m referentes a híbridos duplos braquíticos e híbridos duplos de porte normal nas versões homo e heterozigótica para o gene Br_2 . Valores do coeficiente de correlação r e níveis de probabilidade p

Híbridos	Braquítico		Normal			
			Homozigótico		Heterozigótico	
	O	E	O	E	O	E
AB x CD	1,774	2,039	2,344	2,463	2,145	2,245
AB x CE	1,688	1,907	2,530	2,335	2,321	2,181
AB x DE	1,852	1,988	2,429	2,434	2,660	2,207
AC x BD	1,728	2,030	2,411	2,483	2,521	2,301
AC x BE	1,891	1,889	2,325	2,408	2,000	2,196
AC x DE	1,724	1,735	2,392	2,279	2,357	2,052
AD x BC	2,046	2,159	2,417	2,484	2,517	2,375
AD x BE	2,219	2,117	2,313	2,435	2,313	2,345
AD x CE	1,717	1,882	2,149	2,329	2,406	2,175
AE x BC	1,849	1,907	2,449	2,335	2,246	2,227
AE x BD	2,052	2,006	2,283	2,483	2,396	2,301
AE x CD	1,877	1,762	2,252	2,309	2,477	2,091
BC x DE	1,582	1,712	1,929	2,249	2,185	2,030
BD x CE	1,666	1,730	2,031	2,297	2,043	2,023
BE x CD	1,534	1,721	2,236	2,256	2,011	2,050
r	0,734		0,493		0,448	
p	$p > 0,01$		$0,10 < p < 0,05$		$0,10 < p < 0,05$	