

**RICARDO MAGNAVACA**  
ENGENHEIRO AGRÔNOMO  
Instituto de Pesquisa Agropecuária do Centro-Oeste

**APLICAÇÃO DO MÉTODO DOS HÍBRIDOS CRÍPTICOS PARA  
OBTENÇÃO DE LINHAGENS DE MILHO (*Zea mays, L.*)**

Orientador : Prof. Dr. Roland Vencovsky

Dissertação apresentada à Escola Superior de  
Agricultura "Luiz de Queiroz" da Universidade  
de São Paulo, para obtenção do título de  
Mestre.

**PIRACICABA**  
Est. de São Paulo - Brasil  
1973

À minha esposa,  
nossos pais e  
nossa filha

OFEREÇO

Aos

Prof. Dr. Roland Vencovsky, pela eficiente orientação dada para realização deste trabalho;

Prof. Dr. Ernesto Paterniani, pelas sugestões propostas durante a redação;

Prof. Dr. Almiro Blumenschein, Diretor do Instituto de Genética, pelas facilidades concedidas;

Eng<sup>os</sup> Agr<sup>os</sup> Jairo Silva, Antônio Miguel Murad e Luiz André Corrêa, pela valiosa ajuda na execução dos trabalhos de campo;

Diretores do Instituto de Pesquisa Agropecuária do Centro-Oeste, pela oportunidade de aperfeiçoamento concedida;

Conselho Nacional de Pesquisas, pela bolsa de estudos recebida durante o curso de pós-graduação;

Sr. Walter Antonio Cocco, José Broglio, Walter Benedicto Bortolazzo, pela execução dos serviços de datilografia, impressão e desenho;

os meus agradecimentos.

## ÍNDICE

	<u>Página</u>
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. REVISÃO DA LITERATURA .....	3
2.1. Métodos tradicionais de obtenção e avaliação de linhagens .....	3
2.2. Método dos híbridos crípticos .....	6
3. MATERIAL .....	11
4. MÉTODOS .....	14
4.1. Polinizações do primeiro ciclo .....	14
4.2. Ensaios de competição do primeiro ciclo .....	15
4.3. Polinizações do segundo ciclo .....	16
4.4. Ensaios de competição do segundo ciclo .....	16
4.5. Tratamento estatístico dos dados .....	17
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	20
5.1. Cruzamentos $S_0 \times S_0$ .....	20
5.2. Cruzamentos $S_1 \times S_1$ .....	23
5.3. Considerações gerais .....	26
6. RESUMO E CONCLUSÕES .....	31
7. SUMMARY AND CONCLUSIONS .....	34
8. BIBLIOGRAFIA CITADA .....	36
TABELAS .....	38
FIGURAS .....	51

## 1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de híbridos de linhagens de milho (Zea mays, L.), tem sido feito principalmente pelo chamado método "standard". As populações base, constituídas de variedades adaptadas de polinização aberta, são autofecundadas. A seleção é praticada entre e dentro das linhagens até que elas atinjam um bom nível de homozigose. Estas linhagens são selecionadas em "top-crosses" e posteriormente avaliadas para capacidade específica de combinação. A fixação gênica nas linhagens é aleatória e nada se sabe da capacidade combinatória até que sejam obtidas. O tempo gasto na obtenção e avaliação das linhagens é muito grande, tornando o método clássico longo e dispendioso.

Várias tentativas têm sido sugeridas para tornar mais eficiente a obtenção de linhagens de boa capacidade combinatória. Muitos métodos de melhoria de linhagens têm sido usados com relativo sucesso, mas sempre dependentes da pré-existência de linhagens superiores. A contínua reutilização das variedades de polinização aberta para obtenção de novas linhagens não tem sido bem sucedida. Como consequência tem sido sugerido e realizado, o melhoramento de populações para torná-las melhores fontes de linhagens. Entretanto, o método convencional ainda é o mais empregado, apesar de ser considerado geneticamente ineficiente. O sucesso conseguido com este método, no entanto, tem sido considerável principalmente pela avançada técnica utilizada.

Recentemente, um novo método de obtenção de linhagens foi sugerido por LONNQUIST e WILLIAMS (1967) e HALLAUER (1967 a, 1967 b, 1973). O método é baseado no comportamento de híbridos crípticos, e requer populações prolíficas para sua execução. Isto porque são necessárias autofecundações e cruzamentos simultaneamente em uma mesma planta, utilizando-se duas de suas espigas. É dado o máximo de ênfase na seleção de linhagens que apresentam alta capacidade específica de combinação, a qual é testada a cada geração de autofecundação. Ao final do programa, são obtidas as linhagens em combinações simples, podendo estas posteriormente ser utilizadas na síntese de diferentes tipos de híbridos.

O presente trabalho relata resultados de duas gerações

(S<sub>0</sub> e S<sub>1</sub>) de obtenção de linhagens pelo método dos híbridos crípticos, em duas populações de milho, Cateto Colômbia Composto e Dentado Composto A. Este programa de melhoramento está sendo realizado na sede do Instituto de Pesquisa Agropecuária do Centro-Oeste (IPEACO), Sete Lagoas, e Estação Experimental de Patos de Minas, ambas em Minas Gerais.

Este estudo tem, pois, os seguintes objetivos:

1. Verificar a viabilidade da aplicação do método dos híbridos crípticos, nas condições do IPEACO.
2. Avaliar o comportamento do Cateto Colômbia Composto e Dentado Composto A, como germoplasma básico para a obtenção de linhagens, pelo método mencionado.

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

O milho híbrido corresponde essencialmente à primeira geração do cruzamento entre linhagens selecionadas. O melhoramento para obtenção de híbridos de linhagens envolve a aplicação de três etapas bem definidas (RICHEY, 1950): (a) A obtenção, por autofecundação e seleção, de linhagens melhoradas para certas características; (b) A identificação das linhagens mais satisfatórias para determinados propósitos; (c) A utilização prática destas linhagens em alguns dos tipos de híbridos.

Para a obtenção de linhagens existem vários métodos, sendo que o método dos híbridos crípticos é o proposto mais recentemente. Nesta revisão será citado um bom número de métodos mais antigos, procurando-se ressaltar algumas de suas deficiências e as principais diferenças destes métodos com relação ao dos híbridos crípticos. Como o método dos híbridos crípticos é um processo que leva à obtenção de linhagens e também permite a avaliação das mesmas quanto à capacidade combinatória, serão também mencionadas as técnicas tradicionais de avaliação que se seguem, após elas terem sido obtidas.

### 2.1. Métodos tradicionais de obtenção e avaliação de linhagens

Existem vários métodos para a obtenção de linhagens; sobre o assunto há revisões detalhadas, realizadas por RICHEY (1958), SPRAGUE (1955), SPRAGUE e TAVCAR (1956), JUGENHEIMER (1958) e PATERNIANI (1966). Estes autores citam os seguintes métodos:

Método "standard" : São feitas autofecundações sucessivas em plantas selecionadas entre e dentro de progênies. Este método é dos mais utilizados até hoje. São feitas milhares de autofecundações anualmente, para aumentar as chances de se obterem linhagens superiores.

Método da cova simples : É muito similar ao método "standard", exceto que cada espiga selecionada é representada na próxima geração por somente uma cova com duas ou três plantas.

Diplóides homozigóticas : Consiste na obtenção de indivíduos haplóides e em seguida, por duplicação deste número, em se conseguir uma planta diplóide e homozigótica para todos os genes. Dois procedimen-

-4-

tos diferentes foram sugeridos para a obtenção destes diplóides homozigóticos, ou seja: (a) o de BURHAN (1946), que se baseia no uso de estoques com translocações múltiplas e (b) o de CHASE (1952), que utiliza genes marcadores para identificação dos haplóides. Nenhum dos dois métodos chegou a ter aplicação intensa, devido às dificuldades na aplicação. O do segundo autor chegou a ser utilizado, mas logo se mostrou de pouco valor para o melhoramento.

Seleção por "pedigree" : Similar ao método "standard", exceto que o material parental escolhido é uma geração  $F_2$  de um cruzamento entre linhagens selecionadas. Depende do isolamento prévio de uma série de boas linhagens.

Teste precoce : É uma combinação de autofecundações sucessivas pelo procedimento "standard", mais uma avaliação para capacidade geral de combinação em cada geração de autofecundação. Como a avaliação da capacidade combinatória é feita com base no comportamento de "top-crosses" em ensaios de competição, o tempo requerido para a obtenção de linhagens aumenta demasiadamente.

Seleção gamética : Foi sugerida por STADLER (1944), e se baseia na seleção de gametas superiores de uma população. Requer o cruzamento de plantas da população com uma linhagem elite. É um método que apenas melhora linhagens pré-existentes.

Melhoramento convergente e retrocruzamento : Também são métodos para melhoria de linhagens já existentes, pela incorporação de genes favoráveis presentes em outras linhagens. O primeiro utiliza o duplo retrocruzamento e o segundo apenas o retrocruzamento simples.

Dos métodos citados para obtenção de linhagens, alguns dependem da existência prévia de boas linhagens e outros levam propriamente à extração de novas linhagens a partir de variedades. Como o método dos híbridos crípticos também conduz à obtenção de linhagens, seria conveniente ressaltar os métodos "standard", da cova simples, dos diplóides homozigóticos e o teste precoce, para fins de comparação. Dentre estes últimos, o dos diplóides homozigóticos não se tem mostrado geneticamente viável para o melhoramento. O teste precoce, por sua vez, requer demasiado tempo para a extração das linhagens. O "standard" e da cova simples tem sido os mais



utilizados, mas apresentam também a desvantagem de exigirem de 5 a 6 anos somente para se obterem as linhagens. Neste mesmo período de tempo, conforme será visto mais adiante, o método dos híbridos crípticos permite não só a obtenção como a própria avaliação da capacidade combinatória das linhagens. Além disso, no método dos híbridos crípticos, a heterose dos cruzamentos é avaliada a cada geração, o que não acontece com os métodos tradicionais. Nestes últimos, realmente, as linhagens são obtidas de modo aleatório, ficando incerta a heterose que as mesmas mostrarão nos cruzamentos futuros.

Nos tópicos seguintes, desta revisão, será feito um apanhado sobre a importância dos testes das linhagens e as dificuldades que os mesmos apresentam nos métodos tradicionais. Pretende-se, desse modo, novamente confrontá-los com o método utilizado no presente trabalho.

O valor das linhagens em cruzamento é dado pela sua capacidade geral de combinação e capacidade específica de combinação, expressões estas conceituadas por SPRAGUE e TATUM (1942). Normalmente as linhagens são primeiro testadas quanto à sua capacidade geral de combinação, por meio dos "top-crosses". Estes consistem no cruzamento das linhagens com um testador comum. Pelo menos dois anos são necessários neste teste, um para os cruzamentos e outro para os ensaios de competição. Mais recentemente, tem sido sugerida a avaliação "per se", em substituição ao método dos "top-crosses". LONNQUIST (1966) comenta que o método "per se" não apresenta correlações muito altas com o método dos "top-crosses", embora estas tenham sido sempre positivas e geralmente significativas. O último método, porém, economiza tempo, em relação ao método tradicional, e seleciona linhagens mais vigorosas.

Em sequência, as linhagens selecionadas na avaliação da capacidade geral de combinação são avaliadas com relação à capacidade específica de combinação. Esta é feita pela utilização de cruzamentos simples em todas as combinações possíveis entre um grupo de linhagens selecionadas. Pelo menos dois anos são necessários e os cruzamentos têm de ser feitos manualmente. Com os resultados dos cruzamentos simples, podem-se fazer predições dos híbridos duplos ou triplos. Além desta predição, todavia, ainda é necessária a avaliação, em campo, dos melhores híbridos previstos.

Verifica-se portanto que, somando-se o tempo gasto na extração das linhagens ao de suas avaliações quanto à capacidade combinatória, pelo menos dez anos seriam necessários para se obter um híbrido de linhagem pelos métodos tradicionais. Isto, aliado ao fato de a heterose ser explorada de modo aleatório, reforça ainda mais a possível importância do método dos híbridos crípticos.

## 2.2. Método dos híbridos crípticos

PATERNIANI (1969) comenta o sucesso do melhoramento para milho híbrido em todo o mundo, diz porém que, a partir de 1930, os novos híbridos obtidos eram pouco superiores aos anteriores, apesar da apurada técnica e esforço despendido. Ocorreu que o material disponível para a produção de novas linhagens já tinha produzido o melhor possível com os métodos utilizados. Para avançar mais nos níveis de produtividade, entre outros fatores, sabe-se hoje ser necessário obter populações de alta produtividade e com capacidade geral de combinação. Além disso resta a tarefa de extrair linhagens superiores destas populações.

Como consequência do melhoramento de populações, novas idéias e métodos surgiram, procurando melhorar a eficiência na obtenção de linhagens e híbridos, bem como diminuir o tempo requerido na sua obtenção. Este é o caso do método dos híbridos crípticos.

LONNQUIST e WILLIAMS (1967) relatam trabalho no qual avaliam o comportamento de famílias de irmãos germanos interpopulacionais, derivadas de duas variedades sintéticas melhoradas. Conceituam este tipo de famílias de irmãos germanos como sendo híbridos duplos crípticos. Isto porque, sendo uma planta de uma população, provavelmente heterozigótica num grande número de locos e portanto produto da união de dois gametas diferentes, pode-se imaginar duas linhagens homozigóticas que, produzindo estes mesmos gametas, reconstituiriam a referida planta. Esta seria, portanto, um híbrido simples, oriundo do cruzamento entre duas linhagens que o melhorista ainda não tem, e que portanto são linhagens ocultas ou crípticas. Cruzando-se duas plantas de populações diferentes, as quais se consideram híbridos simples crípticos, obtém-se um híbrido duplo críptico. A essência do

método dos híbridos crípticos consiste pois na identificação dos híbridos duplos crípticos superiores, e posterior tentativa de isolamento das linhagens crípticas que poderiam reconstituir este cruzamento. Desse modo, o método dos híbridos crípticos pode ser considerado como o reverso do método tradicional, com a ressalva de que o teste e obtenção das linhagens são feitos simultaneamente.

Neste estudo LONNQUIST e WILLIAMS (1967) utilizaram as populações SSS<sub>III</sub> e B<sub>IV</sub>, nos ciclos III e IV de seleção recorrente para capacidade geral de combinação. Esta seleção foi feita para produção, tendo melhorado um pouco a prolificidade. Foram plantadas linhas pareadas das duas populações, em espaçamento maior para facilitar a prolificidade. No florescimento, a espiga inferior de cada planta foi autofecundada. Dois dias mais tarde, a espiga superior foi polinizada com pólen do par apropriado. Assim procedendo, evitaram a inibição da espiga inferior, causada pela dominância apical.

Um total de 102 híbridos crípticos foram obtidos e avaliados em dois anos consecutivos. Foi encontrada grande variação entre as 102 famílias de irmãos germanos interpopulacionais. A heterose média foi de 31%, com uma amplitude de -8% a 51%. Dos 5 melhores híbridos crípticos selecionados ( $S_0 \times S_0$ ), foi obtido, dentro de cada par, um bom número de cruzamentos  $S_1 \times S_1$ . Em ensaios de competição, a produção de grãos dos dois tipos ( $S_0 \times S_0$  vs  $S_1 \times S_1$ ) foi essencialmente igual. Foi encontrada variação entre cruzamentos feitos dentro de cada família, em relação à média da família. Os autores concluíram ser conveniente aplicar o referido método em populações previamente selecionadas para bons caracteres agrônômicos, pois isto levará a uma diminuição do tempo requerido para o desenvolvimento de híbridos superiores. Como este melhoramento prévio das populações é feito às custas da variabilidade genética aditiva, o desenvolvimento preliminar de grande número de linhagens, e sua avaliação para capacidade geral de combinação, tornam-se desnecessários. A seleção para capacidade específica de combinação pode ser feita imediatamente, poupando muito tempo e esforço no desenvolvimento de híbridos. O aumento da prolificidade, como consequência do melhoramento das populações, é a chave para a produção de híbridos duplos crípticos.

Desde que as plantas das populações usadas para fazer os cruzamentos são "híbridos simples", as progênes  $S_1$ , resultantes da autofecundação, liberarão o máximo de variabilidade dentro das famílias. A produção de novos ciclos de cruzamentos, a partir das progênes  $S_1$ , possibilita uma oportunidade de melhorar os cruzamentos. Os melhores cruzamentos originam diretamente híbridos simples, que podem ser usados para síntese também de híbridos duplos e híbridos simples modificados.

HALLAUER (1967 a, 1967 b, 1973) propõe e apresenta resultados de um método para obtenção de híbridos simples, bastante semelhante ao proposto, ao mesmo tempo, por LONNQUIST e WILLIAMS (1967). Segundo o autor, o procedimento possibilita maximizar a seleção para efeitos genéticos não aditivos, na obtenção de híbridos simples, pela utilização de populações prolíficas. O método também é baseado na obtenção de híbridos cripticos e na autofecundação das plantas parentais. Considera que o isolamento de linhagens pelos métodos tradicionais não constitui problema. No entanto, o teste destas linhagens em combinações híbridas, e a identificação de combinações particulares que sejam superiores em produção, em uma série de ambientes, é que torna caro os métodos. O procedimento proposto pode isolar os melhores pares de linhagens durante o processo de autofecundação, levando à obtenção direta de híbridos simples. Um par de indivíduos, e não um genótipo individual, é selecionado em cada geração de autofecundação, avaliando-se sempre cada par para capacidade específica de combinação.

A seguir é dada uma descrição do método dos híbridos cripticos, como foi originalmente proposto, acrescidos de modificações posteriores, sugeridas pelo próprio autor. Consiste ele das seguintes fases:

Fase I : Cruzamento de plantas individuais  $S_0$  entre as duas populações prolíficas. As plantas usadas em cruzamento são também autofecundadas para se manter o genótipo. O cruzamento é feito na espiga inferior e as autofecundações na espiga superior, sendo estas polinizações feitas em dois dias separados, o cruzamento primeiro e as autofecundações dois dias depois.

FASE II : Os híbridos produzidos,  $S_0 \times S_0$ , são avaliados em ensaios de competição, e as espigas autofecundadas de cada planta ( $S_1$ ) são guardadas. São selecionados apenas 30 a 50% dos cruzamentos, pois o teste

de competição não é muito rigoroso, pela limitação de sementes.

FASE III : Os pares de linhagens  $S_1$ , que representam as plantas  $S_0$  cruzadas e selecionadas, são plantados pareados. O mesmo procedimento usado em  $S_0$  para cruzamento e autofecundação é repetido. Aconselham-se 4 a 6 cruzamentos dentro de cada par; obtêm-se assim cruzamentos  $S_1 \times S_1$  e sementes autofecundadas  $S_2$ . Esta fase pode ser feita ao mesmo tempo da anterior, em que são avaliados os cruzamentos  $S_0 \times S_0$ . Isto permite concluir um ciclo por ano, mas resulta em considerável esforço extra, porque são feitos cruzamentos em todos os pares e posteriormente somente 30 a 50% serão mantidos.

FASE IV : Ensaio dos cruzamentos  $S_1 \times S_1$ . As sementes  $S_2$ , obtidas por autofecundação, são usadas para continuar o programa, utilizando-se o mesmo procedimento, até que as linhagens tenham boa homozigose e homogeneidade.

HALLAUER (1973) descreve os resultados obtidos pela utilização deste método proposto, após 6 gerações de teste. O trabalho foi feito com as populações "Iowa Two-ear Synthetic" (BSTE) e "Pioneer Two-ear Composite" (PHPRC). Foi utilizado o procedimento que permite uma geração por ano, e testaram-se inicialmente 144 cruzamentos  $S_0 \times S_0$ . Somente dois dos cruzamentos excederam os 6 híbridos testemunhas, e em  $S_5 \times S_5$ , todos os 14 híbridos simples selecionados excederam a média das testemunhas. Destes, 7 foram significativamente superiores à melhor das testemunhas. Os híbridos experimentais obtidos mostraram grande prolificidade. Do total da produção de grãos, destes 7 híbridos simples mais produtivos, 36% provieram das espigas inferiores, mostrando que a capacidade de produção destas últimas é um fator importante. Por sua vez as espigas inferiores foram responsáveis por 31% da produção de grãos dos 14 híbridos simples selecionados. Nos híbridos testemunhas, estas espigas produziram apenas 4% do total de grãos.

SILVA (1970), utilizando a metodologia descrita por LONNQUIST e WILLIAMS (1967), obteve progênicos pareadas de populações de milho. As populações foram Cateto PG e Azteca PG, selecionadas previamente para prolificidade e produtividade, e também Maya V e IAC<sub>1</sub> IV, selecionadas para produção. Utilizou também a população não melhorada WP-12. O autor co-

que, apesar do número bastante reduzido de cruzamentos (o Cateto PG x Azteca PG foi o que originou maior número de cruzamentos num total de 51), constataram-se ganhos genéticos altamente expressivos em quase todos os grupos de cruzamentos individuais. Houve uma tendência geral para maior produtividade quando o índice de espiga foi elevado. O autor obteve cruzamentos específicos em grande número, com produções que excediam em 40 a 50% as testemunhas (o híbrido de variedade Maya IV x IAC<sub>1</sub> III). Alguns poucos excediam-na em até 50%. Estes resultados, com um número bastante reduzido de cruzamentos, dá forte evidência da capacidade do método de detectar e aproveitar efeitos genéticos altamente específicos.

### 3. MATERIAL

Foram utilizadas neste trabalho duas populações de ampla base genética, denominadas Cateto Colômbia Composto e Dentado Composto A, ambas sintetizadas no Instituto de Genética da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".

PATERNIANI (1964) descreve e avalia a capacidade combinatória de linhagens que posteriormente entraram na composição do Cateto Colômbia Composto. A relação das linhagens e os cruzamentos entre as mesmas, que entraram na constituição deste composto, é relatado por SILVA (1969). Em sua composição, entraram as seguintes linhagens:

a) Linhagens do tipo duro e alaranjadas, extraídas da variedade Cateto.

Cat. 1 : Cat. 483

Cat. 2 : Cat. 278-1-1

Cat. 3 : Cat. 278-1-2

Cat. 4 : Cat. 606 B

Cat. 5 : Cat. 2725

Cat. 6 : Brasil 7 PI-1-2-1-2-~~£-£-£~~

As linhagens de Cat. 1 a Cat. 5, foram desenvolvidas pelo Instituto Agronômico de Campinas. A Cat. 6 foi desenvolvida em um programa de melhoramento na Colômbia, a partir de material brasileiro.

b) Linhagens colombianas

Col. 1 : L 2803 (linea 1)

Col. 2 : Ven. 1-1-2-1-~~£-£-£~~

Col. 4 : Ven. 25 HS-1-1-1-1- mez - ~~£~~

Col. 11 : Desc. 2-~~£~~57-2-1-~~£-£-£~~

Col. 12 : Nariño 330 -~~£~~3 A-~~£~~ a-~~£-£-£~~ a

Col. 15 : Eto 185 C -1-~~£~~6-£

Col. 17 : Eto 190 C -4-2-~~£-£-£~~

Observação : ~~£~~ = 1 geração de cruzamento entre plantas irmãs ("Sib")  
 £ = 5 gerações de cruzamento entre plantas irmãs ("Sib")

Col. 18 : Eto 210 C ~~-1-1-1-1~~  
Col. 19 : Eto 211 C ~~-1-1-1-1-1-1-1-1-1-1~~  
Col. 45 : Col. 2-237 A - ~~1-1-1-1-1-1-1-1~~  
Col. 55 : Nariño 330 ~~-1-1-1-1-1-1-1-1-1-1~~ ~~G-1-1-1-1~~

As linhagens Col. 1 a Col. 19 são do tipo de grãos duros e cor alaranjada. Col. 45 e Col. 55 são linhagens com grãos do tipo duro e de cor branca. Todas estas linhagens foram desenvolvidas em um programa colombiano de melhoramento.

c) Linhagens mexicanas.

Mex. 7 : Cuba 23-7-2

Mex. 8 : Cuba 23-7-1

Estas duas linhagens são do tipo semi-dentado, oriundas de algum tipo duro coletado em Cuba, e desenvolvidas em um programa mexicano de melhoramento.

Para a formação do composto, entraram 80 sementes de cada um dos 131 cruzamentos disponíveis entre as 19 linhagens.

QUEIROZ (1969) e CARMO (1969) descrevem a constituição do Dentado Composto A. Pode-se verificar a seguir que, na sua constituição predominam os milhos dentados originários principalmente da raça "tuxpeño":

a) Variedades V-520 C, VS-550 A, VS-551, H-503, todas de origem "tuxpeño", apresentando grãos brancos e dentados.

b) WP-2 : Dentado amarelo. População composta de amostras de "tuxpeño" amarelo (Ver. Gpo. 48, Ver. 168, S.L.P. 15), coletadas em Vera Cruz, México.

c) WP-6 : População de sementes brancas, dentadas e semi-dentadas, resultante dos cruzamentos entre raças de milho "tuxpeño", e de "tuxpeño" x eto blanco.

d) WP-9 : Apresenta grãos semi-dentados brancos. Mistura de cruzamentos de germoplasmas da raça "tuxpeño" (Mlx. 1, Colime Gpo. 1 x eto blanco).

e) WP-10 : Apresenta sementes dentadas e de coloração amarela. Composta de uma mistura dos milhos Cuba 40, Hawaii 5, S.L.P. 164.

f) WP-27 : Capitein. Variedade da raça "tuxpeño", de sementes brancas e dentadas. É originária do Estado de Vera Cruz, México.



- g) WP-29 : Carmem. É um milho dentado branco, da raça mexicana "tuxpeño", cultivado na parte baixa do Estado de Vera Cruz, México.
- h) WP-32 : Mix. 1. População de milho dentado branco da raça "tuxpeño" oriunda de programa de melhoramento da Costa Rica.
- i) WP-37 : Venezuela 3. Variedade de milho branco dentado, oriunda de um programa de seleção na Venezuela.
- j) Piramex : Sintético oriundo do México, pela combinação de linhagens da raça "tuxpeño" amarelo. Introduzido em 1956 e, a partir de 1962, tem sido melhorado por seleção intrapopulacional no Instituto de Genética da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".
- k) Azteca : Variedade sintética formada de germoplasma da raça "tuxpeño" amarelo. Foi desenvolvida pela Seção de Cereais do Instituto Agrônomo de Campinas.
- l) Maya : Variedade sintética, formada de germoplasma de origem mexicana, principalmente de São Luiz Potosi. Desenvolvida pela Seção de Cereais do Instituto Agrônomo de Campinas, e tem sido melhorada por seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos.
- m) América Central : Variedade de milho dentado amarelo, com predominância de germoplasma da raça "tuxpeño", acrescida de amostra de milhos da América Central. Melhorada por seleção recorrente recíproca para capacidade geral de combinação, no Instituto de Genética da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".

O Cateto Colômbia Composto tem sido selecionado em Sete Lagoas, Minas Gerais, por seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos, conforme SILVA (1969). Um total de 240 espigas, selecionadas dentro das melhores progênes do 2º ciclo desta seleção, e colhidas em 1971, foi o material inicial desta população para este trabalho. O Dentado Composto A tem sido selecionado por seleção massal, também em Sete Lagoas. Um total de 240 espigas, dentre as selecionadas no 4º ciclo de seleção, colhidas em 1971, foi o material inicial desta população.

## 4. MÉTODOS

### 4.1. Polinizações do primeiro ciclo

Um total de 240 pares de progênies de meios irmãos do Cateto Colômbia Composto (C.C.C.) e Dentado Composto A (D.C.A.), foram plantadas em 24/10/1971, em Sete Lagoas, na sede do IPEACO. O pareamento das progênies para o plantio foi ao acaso, sendo cada par constituído de uma progênie de cada população. O plantio foi em fileiras de 15 m, no espaçamento de 1 m entre fileiras e 0,50 m entre plantas, com duas plantas por cova. Foi feita uma adubação média e aplicaram-se as irrigações necessárias para um bom desenvolvimento das plantas.

No florescimento, procedeu-se à proteção das espigas de modo usual. Neste processo escolheram-se as plantas prolíficas. Em cada par de plantas foram realizadas as seguintes etapas e polinizações: (a) autofecundação da espiga inferior, de uma das plantas que irá constituir o par (p. ex., uma planta do C.C.C.). Para controle das polinizações posteriores marcou-se no saco de polinização a data em que se realizou esta autofecundação; (b) no dia imediato, procura da planta polinizadora do outro composto (p. ex., o D.C.A.), para constituir o par com a planta autofecundada anteriormente (do C.C.C.); proteção do pendão desta planta polinizadora; (c) após mais um dia, autofecundação da planta escolhida como polinizadora (do D.C.A.) e cruzamento desta com a planta do outro composto, que havia sido autofecundada no primeiro dia. No cruzamento utilizou-se a espiga superior desta última planta. Portanto em cada par foram obtidas duas espigas autofecundadas e uma espiga cruzada.

Este processo foi aplicado nos dois compostos indistintamente, isto é, iniciando-se pela autofecundação de uma planta do C.C.C. e usando-se como polinizadora uma planta do D.C.A. como foi exposto, ou vice-versa. Para melhor identificação das espigas na colheita e para controle do número de polinizações feitas e por fazer, adotou-se o seguinte critério de anotações: cada saco de polinização recebeu uma etiqueta contendo o número da fileira e uma letra para identificar o par. Na colheita as espigas de cada par foram mantidas juntas, desprezando-se as que não tinham se

mentos suficientes para prosseguir os trabalhos.

#### 4.2. Ensaio de competição do primeiro ciclo

Foram planejados ensaios para avaliação do comportamento dos cruzamentos  $S_0 \times S_0$ , para dois locais. Em Sete Lagoas, foram avaliados 104 híbridos crípticos e em Patos de Minas 84, estes últimos comuns aos dois ensaios. Entraram como testemunhas nos dois locais os seguintes cultivares: Cateto Colômbia II, Dentado Composto A IV M, IPEACO HV<sub>1</sub> 42, Phoenix 42, Piramex e Centralmex. Os dois primeiros são compostos melhorados pelo IPEACO, e forneceram as progênies para a síntese dos híbridos crípticos. O IPEACO HV<sub>1</sub> 42 é o híbrido de variedade entre os dois compostos parentais. O Phoenix 42 é um híbrido de variedade do Instituto Agrônomo de Campinas, sendo que as sementes foram obtidas da firma Sementes Vigor de Sete Lagoas, utilizando-se material básico do I.A.C. Piramex e Centralmex são populações melhoradas no Instituto de Genética da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". Todas as sementes utilizadas eram novas e apresentavam boa germinação.

Em Sete Lagoas, o delineamento utilizado foi em látice simples retangular de 10 x 11 tratamentos, empregando-se os arranjos x e y. Em Patos de Minas, o delineamento experimental foi um látice simples retangular com 9 x 10 tratamentos, também com os arranjos x e y. O sorteio dos experimentos foi realizado de acordo com COCHRAN e COX (1957).

A data de plantio em Sete Lagoas foi 26/10/1971, e em Patos de Minas, 28/10/1971. Por ocasião da colheita, foram feitas as seguintes anotações por parcela, em ambos os ensaios:

- Número de Plantas
- Número de plantas acamadas
- Número de plantas quebradas
- Número total de espigas
- Número de espigas doentes
- Peso das espigas despalhadas
- Peso dos grãos

As determinações da porcentagem de umidade dos grãos, foram feitas apenas

para o ensaio de Sete Lagoas. Em Patos de Minas, não há a aparelhagem necessária para estas determinações.

A seleção dos melhores híbridos cripticos foi feita com base no comportamento em dois locais, usando-se como critério a produção de grãos e o índice de espigas (ou seja, o número médio de espigas por planta nas parcelas). Relativa importância foi dada também ao acamamento e quebra-mento, bem como à incidência de doenças nas espigas.

#### 4.3. Polinizações do segundo ciclo

Juntamente com os ensaios de competição do primeiro ciclo, instalou-se um campo de polinização com as progênies  $S_1$ , obtidas no ano anterior. Neste plantio mantiveram-se adjacentes no campo as fileiras correspondentes aos pares  $S_0 \times S_0$ , em avaliação. O plantio foi feito em Sete Lagoas no dia 24/10/1971. Utilizando-se a mesma técnica já descrita para o primeiro ciclo, foram feitos os cruzamentos possíveis dentro de cada par, bem como as necessárias autofecundações. Dessa forma obtiveram-se sementes de progênies  $S_1 \times S_1$  e sementes autofecundadas,  $S_2$ . Com base nos resultados dos ensaios de avaliação do primeiro ciclo, mantiveram-se somente os cruzamentos  $S_1 \times S_1$  correspondentes aos melhores  $S_0 \times S_0$ . Os demais foram eliminados.

#### 4.4. Ensaio de competição do segundo ciclo

Os ensaios de competição do segundo ciclo feitos para avaliar os cruzamentos  $S_1 \times S_1$  também foram realizados em dois locais. Em Sete Lagoas, o ensaio foi delineado em lâttice simples de 10 x 10 tratamentos, com emprego dos arranjos x e y. Em Patos de Minas, o delineamento foi de lâttice simples de 9 x 9 tratamentos, usando-se também os arranjos x e y. Ambos os sorteios foram realizados de acôrdo com GLEM e FEDERER (1950). Em Sete Lagoas foram avaliados 89 híbridos cripticos e em Patos de Minas 67, sendo estes comuns ao ensaio do primeiro local. Nestes ensaios utilizaram-se as mesmas testemunhas que as do primeiro ciclo. Contudo, em Patos de Minas, elas foram plantadas em duas parcelas, por repetição, a fim de se au-

mentar as precisões das comparações. Em Sete Lagoas, apenas três delas receberam duas parcelas por repetição, ou seja: o Dentado Composto A IV M, o Cateto Colômbia Composto e o IPEACO HV<sub>1</sub> 42. Neste ciclo também entraram, como tratamentos, os híbridos duplos Agroceros 257 da Sementes Agroceros S/A e o híbrido Cargill 111 da Cargill Agrícola S/A, em ambos os locais - mas repetidos somente uma vez, por repetição. A mesma técnica experimental utilizada no ano anterior foi repetida, exceto na seleção, em que também - foi dada muita importância ao vigor das sementes. O plantio em Sete Lagoas foi no dia 5/12/1972 e em Patos de Minas em 2/12/1972.

#### 4.5. Tratamento estatístico dos dados

Para todos os ensaios realizados, os dados referentes ao número de plantas por parcela na colheita foram transformados para raiz quadrada, para fins de análise, segundo indicação de FEDERER (1955). As análises da variância dos dados transformados foram realizadas no esquema de blocos casualizados.

Os dados de produção de grãos, por parcela, dos ensaios realizados em Sete Lagoas, foram corrigidos para umidade de 15,5%. Para os dois locais, foram feitas correções para o número ideal de plantas por parcela, utilizando-se a fórmula desenvolvida por ZUBER (1942):

$$PCC = PC \left( \frac{H - 0,3 F}{H - F} \right)$$

onde

PCC é o peso de campo corrigido para o número ideal de plantas por parcela

PC é o peso de campo

H é o número ideal de plantas (30 plantas, nestes ensaios)

F é o número de falhas.

A análise da variância dos dados de produção de grãos, após as correções, foram realizadas segundo o esquema proposto por COCHRAN e COX (1957) para cada ano e local. No caso em que o delineamento em látice mostrou eficiência, o teste F aproximado foi feito segundo indicações de FEDERER (1955), usando-se o quadrado médio dos totais ajustados dos tratamentos e a variância do erro efetivo, esta última com o número de graus de

liberdade do erro intra-bloco. Não havendo eficiência, procedeu-se a uma análise por blocos casualizados, sem ajuste. O quadrado médio de tratamentos foi decomposto, para separar os efeitos de híbridos crípticos e das testemunhas. Subtraindo-se do quadrado médio para híbridos crípticos, o quadrado médio do resíduo (de blocos casualizados ou do erro efetivo do látice, conforme houve ou não eficiência), e dividindo-se o valor assim obtido pelo número de repetições (dois, no caso), foi possível isolar a variância genética de híbridos crípticos ( $\sigma^2_{HC}$ ). Com esta estimativa, calculou-se o coeficiente de variação genético para híbridos crípticos, ou seja:

$$C.V. \text{ gen} = \frac{\sqrt{\sigma^2_{HC}} \times 100}{\bar{X}}$$

onde  $\bar{X}$  é a média geral de produção de grãos dos híbridos crípticos.

Para cada ano, foram feitas as análises conjuntas dos ensaios realizados nos dois locais. Estas análises foram realizadas apenas para os híbridos crípticos comuns aos dois locais, excluindo-se as testemunhas, a fim de avaliar a magnitude das interações de híbridos crípticos x locais. A partir destas análises, também foram estimados os coeficientes de variação genética para híbridos crípticos. As estimativas da variância de híbridos crípticos foram obtidas, deduzindo-se do quadrado médio para híbridos crípticos o valor do quadrado médio para a interação híbridos crípticos x locais, e dividindo-se o valor obtido pelo número de repetições e locais (quatro).

A análise da variância dos dados referentes ao índice de espigas foi realizada segundo o esquema de blocos casualizados, decompondo-se o quadrado médio para tratamentos nos seus componentes.

Os dados de acamamento e quebramento por parcela, foram transformados em

$$\text{arc sen } \sqrt{p/100}$$

sendo p a porcentagem de acamamento, segundo indicação de FEDERER (1955). O mesmo autor aconselha que as parcelas, onde o acamamento e quebramento foram nulos, tivessem seu valor substituído por

$$\frac{1}{2n},$$

onde  $n$  é o número total de plantas na parcela. As análises de variância destes dados transformados, foram feitas segundo o esquema de blocos casualizados, e o quadrado médio de tratamento decomposto nos seus componentes, conforme já descrito.

Observa-se no relato deste item que, somente os dados de produção de grãos foram analisados segundo esquema de látice. Os demais caracteres foram analisados segundo esquema de blocos casualizados, pois estes são sabidamente pouco influenciados pela possível heterogeneidade do terreno.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1. Cruzamentos $S_0 \times S_0$

A tabela 1 apresenta as análises da variância como blocos casualizados, dos dados referentes ao número de plantas por parcela, nos dois locais onde foram avaliados os híbridos crípticos ( $S_0 \times S_0$ ). Em Patos de Minas, não detectaram-se diferenças significativas entre os tratamentos, e o coeficiente de variação foi de 3,9%, que se considera baixo. O número médio de plantas por parcela foi de 27, o que equivale a 90% do número ideal de plantas. Em Sete Lagoas, detectaram-se diferenças significativas entre os tratamentos ao nível de 5% de probabilidade, e o coeficiente de variação, também baixo, foi de 5,0%. O número médio de plantas por parcela foi de 27, equivalendo a 90% de sobrevivência. Mesmo tendo ocorrido esta significância, optou-se pela correção das produções para o número ideal de plantas por parcela. Assim procedendo procurou-se obter mais precisão na comparação dos híbridos crípticos, com "stand" observado próximo do ideal. Os de "stand" baixos, artificialmente favorecidos por esta correção, foram posteriormente desprezados na seleção, mesmo se as produções corrigidas eram elevadas.

As tabelas 2 e 3 apresentam as análises da variância dos dados de produção de grãos, em quilograma por  $6 m^2$ , dos experimentos de Patos de Minas e Sete Lagoas. No primeiro local, o valor da eficiência do látice retangular em relação a blocos casualizados foi 119,9%. Em decorrência, foi feito ajustamento das médias dos tratamentos. O coeficiente de variação do látice foi de 23,3%, que se considera apenas razoável. O teste F indicou diferenças significativas entre tratamentos ajustados, ao nível de 1% de probabilidade. O efeito de tratamentos ajustados foi decomposto, isolando-se o efeito dos híbridos crípticos do efeito das testemunhas. Para híbridos crípticos, o teste mostrou diferenças significativas ao nível de 1% de probabilidade. Não foram detectadas diferenças significativas entre as testemunhas e também na comparação do grupo destas contra o grupo dos híbridos crípticos.

Neste ensaio de Patos de Minas, o coeficiente de variação ge



nética para híbridos crípticos foi de 17,3%, mostrando que o experimento, apesar do número reduzido de repetições e das parcelas pequenas, mostrou precisão suficiente para detectar diferenças genéticas entre os híbridos crípticos avaliados. A amplitude de variação dos tratamentos em  $\text{kg}/6 \text{ m}^2$  é mostrada na tabela 4. As médias dos híbridos crípticos variaram de 0,10 a 3,90  $\text{kg}/6 \text{ m}^2$ . Como somente um dos híbridos apresentou produção na classe de 0,25  $\text{kg}$ , provavelmente devido a doenças, a variação mais real seria a partir de 1,32  $\text{kg}/6 \text{ m}^2$ . Considerando-se os 84 híbridos crípticos avaliados, 43 foram superiores à média das populações parentais e 36 superiores à média das quatro populações testemunhas. A média do ensaio equivaleu a 4,048  $\text{kg}/\text{ha}$  de grãos de milho, e do híbrido críptico mais produtivo a 6,497  $\text{kg}/\text{ha}$ .

Em Sete Lagoas, o valor da eficiência do látice retangular em relação a blocos casualizados, foi de 101,9%. Como praticamente não houve eficiência, utilizou-se a análise como blocos casualizados. O coeficiente de variação foi de 29,7%, valor considerado alto. O teste F indicou diferenças significativas entre tratamentos ao nível de 1% de probabilidade. Quando da decomposição deste efeito, o mesmo teste mostrou diferenças significativas entre híbridos crípticos ao nível de 1% de probabilidade. Não detectaram-se diferenças significativas entre as testemunhas e também na comparação do grupo das testemunhas contra o grupo dos híbridos crípticos.

O coeficiente de variação genética para híbridos crípticos foi de 18,8%, em Sete Lagoas. A amplitude de variação dos tratamentos em  $\text{kg}/6 \text{ m}^2$  é mostrado na tabela 4. As médias dos híbridos crípticos variaram de 0,23 a 5,13  $\text{kg}/6 \text{ m}^2$ , sendo que foi mais frequente a partir de 1,24  $\text{kg}/6 \text{ m}^2$ . Dos 104 híbridos crípticos avaliados, 82 foram superiores à média das populações parentais e 32 superiores à média das quatro populações testemunhas. A média do ensaio equivaleu a 5,348  $\text{kg}/\text{ha}$  de grãos de milho, e do híbrido críptico mais produtivo a 8,547  $\text{kg}/\text{ha}$ .

A tabela 5 mostra os resultados da análise conjunta da variância para produção de grãos nos dois locais, relativa apenas aos híbridos crípticos em comum. Foram detectadas diferenças significativas, pelo teste F ao nível de 1%, para a variação entre híbridos crípticos, não ten

do havido significância para a interação híbridos crípticos x locais. Provavelmente, o alto resíduo desta análise não permitiu que se detectasse diferenças significativas para esta interação. Mesmo assim, a seleção dos híbridos crípticos foi feita com base no comportamento médio nos dois locais, mas dando preferência aos de comportamento mais estável. O coeficiente de variação genética foi de 15,9%. Foram selecionados 39 dos 104 híbridos crípticos, o que correspondeu a uma intensidade de seleção de 37,5%.

As figuras 1 e 2 (parte superior) mostram a distribuição e amplitude de variação das produções dos cruzamentos  $S_0 \times S_0$ , nos dois locais, em relação à média das quatro testemunhas (consideradas igual a 100). Em Patos de Minas a amplitude foi de 4,0% a 155,9%, e em Sete Lagoas de 6,3% a 140,9%. Estes resultados concordam muito bem com a grande variação verificada nos cruzamentos  $S_0 \times S_0$  nos trabalhos de LONNQUIST e WILLIAMS (1967), HALLAUER (1967 a) e SILVA (1970).

As análises da variância do número médio de espigas por planta, segundo esquema de blocos casualizados, são apresentados na tabela 6, para Patos de Minas e Sete Lagoas. No primeiro local, o teste F não detectou diferenças significativas para qualquer das fontes de variação. Em Sete Lagoas, o teste mostrou diferenças significativas, ao nível de 1%, para a variação entre híbridos crípticos. Os coeficientes de variação para os ensaios foram respectivamente 18,5% e 18,2%, valores considerados apenas razoáveis. No ensaio de Patos de Minas, o índice médio de espigas foi de: 0,91 para os híbridos crípticos, de 0,93 para as duas populações parentais, de 0,97 para as quatro populações testemunhas e, de 0,95 para os híbridos crípticos selecionados. Em Sete Lagoas o índice médio dos híbridos crípticos foi de 0,85, nas duas populações parentais este índice foi de 0,81, nas quatro populações testemunhas de 0,88, e nos híbridos crípticos selecionados de 0,94. Verifica-se, por estes índices, que tanto os híbridos crípticos como as testemunhas, na densidade de plantio de 50.000 plantas por hectare utilizada neste ensaio, apresentaram um número baixo de espigas por planta, ocorrendo muitas plantas sem espiga. Verifica-se também que a seleção baseada mais em produção de grãos, afetou favoravelmente o número médio de espigas por planta.

A tabela 7, apresenta os resultados das análises da variân

cia como blocos casualizados, dos dados de acamamento e quebramento dos dois locais. Em Patos de Minas, o ensaio apresentou coeficiente de variação de 17,4% e o teste F não mostrou significância para nenhum efeito. Em termos médios, verifica-se que tanto os híbridos crípticos como as testemunhas apresentaram acamamento e quebramento equivalentes, e em uma porcentagem aproximada de 30%, que é bastante elevada. Em Sete Lagoas, o ensaio apresentou coeficiente de variação de 45,7%, indicando que o ambiente influencia de uma maneira muito irregular no ensaio com relação a estes caracteres. Isto não permitiu utilizá-los intensivamente na seleção.

## 5.2. Cruzamentos $S_1 \times S_1$

A tabela 8 mostra os resultados das análises da variância como blocos casualizados, dos dados referentes ao número de plantas por parcela ( $S_1 \times S_1$ ). Em Patos de Minas, o ensaio apresentou um coeficiente de variação de 5,8%, que se considera baixo. O teste F para tratamentos apresentou significância ao nível de 1% de probabilidade. Verificou-se entretanto que dos 81 tratamentos, apenas 5 apresentaram um número muito baixo de plantas por parcela. Isolando-se estes 5, por decomposição do efeito para tratamentos, verifica-se que o teste F não apresentou significância para os selecionados, em decorrência do bom vigor mostrado por estes últimos. Baseado nisto foi feita a correção para o número ideal de plantas para todos os tratamentos, eliminando-se desde já da seleção os híbridos crípticos de baixo vigor, e que foram favorecidos pela correção. Isto permitiu uma avaliação mais real da variação de produção entre os híbridos crípticos. O número médio de plantas por parcela foi de 26, equivalendo a 87% do número ideal de plantas.

Em Sete Lagoas, o ensaio apresentou um coeficiente de variação de 6,3%, e portanto baixo. O número médio de plantas por parcela foi de 27, equivalendo a uma sobrevivência de 90% das plantas. O teste F para tratamentos apresentou significância ao nível de 1% de probabilidade. Separando 14 dos tratamentos, observa-se que o teste F para os outros 66 tratamentos não apresentou significância. Pela mesma razão exposta no ensaio de Patos de Minas, foi feita a correção para o número ideal de plantas.

As análises da variância dos dados de produção de grãos, em quilograma por  $6 \text{ m}^2$ , dos mesmos ensaios, são apresentados na tabela 9. Em Patos de Minas, o valor da eficiência do látice em relação a blocos casualizados foi de 104,0%. Como praticamente não apresentou eficiência, foi utilizada a análise como blocos casualizados. O coeficiente de variação, apenas razoável, foi de 21,4%. O teste F indicou diferenças significativas ao nível de 1% de probabilidade para o efeito de tratamentos. Na decomposição deste efeito, mostrou diferenças significativas entre os híbridos cripticos, não tendo sido detectadas diferenças entre as testemunhas e nem na comparação entre os dois grupos.

O coeficiente de variação genética para híbridos cripticos foi de 15,5%, em Patos de Minas. A amplitude de variação dos tratamentos em  $\text{kg}/6 \text{ m}^2$  é mostrado na tabela 10. As médias dos híbridos cripticos variaram de 0,65 a 4,63  $\text{kg}/6 \text{ m}^2$ , sendo que a variação mais real seria provavelmente a partir de 1,68  $\text{kg}/6 \text{ m}^2$ . Dos 67 híbridos cripticos ensaiados, 38 foram superiores à média das populações parentais e 23 superiores à média das quatro populações testemunhas. A média do ensaio equivaleu a 4,765  $\text{kg}/\text{ha}$  de grãos de milho, e do híbrido criptico mais produtivo a 7,713  $\text{kg}/\text{ha}$ .

O valor da eficiência do látice para o ensaio de Sete Lagoas, em relação a blocos casualizados, foi de 102,6%. Devido a quase ausência de eficiência, foi analisado como blocos casualizados. O coeficiente de variação foi de 16,5%, apresentando um valor considerado bom. O teste F indicou diferenças significativas ao nível de 1% de probabilidade para o efeito de tratamentos. Em sua decomposição, mostrou diferenças entre híbridos cripticos e entre as testemunhas, ao nível de 1%, não se detectando diferenças significativas na comparação entre os dois grupos.

Neste ensaio de Sete Lagoas, o coeficiente de variação genética para híbridos cripticos foi de 17,2%. A amplitude de variação dos tratamentos em  $\text{kg}/6 \text{ m}^2$  é mostrado na tabela 10. As médias dos híbridos cripticos variaram de 0,70 a 4,33  $\text{kg}/6 \text{ m}^2$ . Dos 89 híbridos cripticos avaliados, 49 foram superiores à média das populações parentais e 44 superiores a média das 4 populações testemunhas. Tendo em vista o baixo vigor apresentado pelas populações parentais, possivelmente suas produções foram superestimadas pela correção do "stand". A média do ensaio equivaleu a

4.615 kg/ha, e do híbrido críptico mais produtivo a 7.214 kg/ha de grãos de milho.

A tabela 4 mostra os resultados da análise conjunta da variância da produção de grãos, para os híbridos crípticos que entraram nos dois locais. Foram detectadas diferenças significativas no teste F, ao nível de 1% de probabilidade, para a variação entre híbridos crípticos e para a interação de híbridos crípticos x locais. O coeficiente de variação genética foi de 15,6%. Com estes resultados, procurou-se selecionarem os híbridos crípticos cujos comportamentos foram bons nos dois locais, procurando-se eliminar aqueles que interagiram muito com os locais. Foram selecionados 33 dos 89 híbridos crípticos, o que correspondeu a uma intensidade de seleção de 37,2%. Os cruzamentos  $S_1 \times S_1$  selecionados representam 24% das famílias de cruzamentos  $S_0 \times S_0$  avaliados inicialmente, pois, dos 39 cruzamentos  $S_0 \times S_0$  selecionados, 25 forneceram cruzamentos  $S_1 \times S_1$  para dar prosseguimento ao trabalho.

As distribuições e amplitude de variação dos cruzamentos  $S_1 \times S_1$  nos dois locais, em porcentagem relativa à média das quatro populações testemunhas (tomadas como 100), podem ser observadas nas figuras 1 e 2 (parte inferior). Em Patos de Minas, a amplitude foi de 21,6% a 154,2%, e em Sete Lagoas, de 24,5% a 151,4%. Observa-se que a variação entre cruzamentos  $S_1 \times S_1$  foi de magnitude semelhante à dos cruzamentos  $S_0 \times S_0$ , apesar do menor número de cruzamentos avaliados. Provavelmente, um maior número de híbridos crípticos  $S_1 \times S_1$  superiores às testemunhas teriam sido obtidos se um maior número de cruzamentos tivessem sido testados.

As análises da variância do número médio de espigas por planta, segundo esquema de blocos casualizados, são apresentados na tabela 12, para os dois locais. Em Patos de Minas, o teste F não apresentou diferenças significativas para nenhuma das fontes de variação testadas. Em Sete Lagoas, apresentou diferenças significativas entre híbridos crípticos ao nível de 1%, e também na comparação do grupo dos híbridos crípticos contra o grupo de testemunhas (ao nível de 5%). No ensaio de Patos de Minas, o índice médio de espigas dos híbridos crípticos foi de 1,01; para as duas populações parentais este índice foi de 1,05, para as quatro populações testemunhas de 1,00, e para os híbridos crípticos selecionados de 1,06. Em Sete Lagoas, o índice médio dos híbridos crípticos foi de 0,90; nas duas popula-

ções parentais foi de 0,97, nas quatro populações testemunhas de 0,91, e nos híbridos crípticos selecionados de 0,99. De uma maneira geral, os dados indicam uma diminuição no número de plantas sem espiga, em relação aos cruzamentos  $S_0 \times S_0$ .

Na tabela 13, são apresentados os resultados das análises da variância para os dados de acamamento e quebramento. Em Patos de Minas, o coeficiente de variação foi de 68,9% e em Sete Lagoas, de 52,0%. Novamente o ambiente provocou uma variação desuniforme para estes caracteres, como ocorreria nos ensaios do ano anterior. Os altos erros experimentais não permitiram utilizar intensamente estes dados na seleção.

### 5.3. Considerações gerais

A viabilidade da aplicação deste método de obtenção de linhagens depende, em grande parte, da técnica utilizada no campo, para a obtenção de cruzamentos e autofecundações controlados. Neste trabalho, a técnica de cruzamentos foi um pouco diferente da sugerida por HALLAUER (1967 a, 1967 b, 1973) e LONNQUIST e WILLIAMS (1967). Assim, dentro de cada par, efetuaram-se as autofecundações possíveis, utilizando-se a espiga inferior. Dois dias após, fez-se o cruzamento, usando-se a espiga superior e, ao mesmo tempo, a autofecundação, utilizando-se a melhor das espigas da planta que serviu como polinizadora. Este método diferiu do proposto pelo primeiro autor, porque o cruzamento foi feito na espiga superior e não na inferior. Esta última, conforme já mencionado, foi utilizada para as autofecundações. Além disso as autofecundações foram realizadas primeiro, ao contrário do proposto. Introduziram-se também diferenças em relação à técnica dos dois outros autores, pois as plantas utilizadas como polinizadoras foram autofecundadas no mesmo dia em que foram feitos os cruzamentos. Deste modo não foi preciso ensacar duas vezes o mesmo pendão. Estas modificações visaram a adaptar melhor a técnica às populações utilizadas, nas quais a prolificidade não é muito grande mesmo em espaçamentos maiores. Optou-se por autofecundar a espiga inferior porque, sendo esta normalmente a menos produtiva das duas, menor número de sementes seriam obtidas. Como realmente precisasse de mais sementes para a avaliação dos cruzamentos em ensaios do que sementes autofecundadas, esta técnica se adaptou melhor ao trabalho. A outra

modificação, visando a não ensacar os pendões duas vezes, evita o risco de ter-se pouco polem para o cruzamento, considerando-se que estes já são retardados em dois dias, e evita-se também uma operação a mais no campo, pela eliminação de uma autofecundação isolada. Possibilita igualmente mais opções na seleção dentro das fileiras, quando da escolha da planta que servirá como polinizadora. Contudo, pode-se aumentar o risco de contaminações durante as polinizações, se cuidados especiais não forem tomados.

A técnica usada é bastante viável nas condições do trabalho, apesar de trabalhosa e de necessitar pessoal com bom treinamento para executá-la. Obtiveram-se 104 cruzamentos  $S_0 \times S_0$  e 89 cruzamentos  $S_1 \times S_1$  em condições de serem avaliados, com a disponibilidade de 4 homens. Caso se quisesse testar todos os cruzamentos  $S_1 \times S_1$  obtidos, porque os 89 cruzamentos mencionados foram somente os disponíveis dentro dos pares selecionados, ter-se-ia um total de 211 cruzamentos para serem avaliados em ensaios. Acredita-se que, se as populações disponíveis fossem mais prolíficas, o aproveitamento dos cruzamentos seria maior. Fez-se um grande número de cruzamentos a mais, os quais não produziram sementes suficientes para os ensaios.

Observando-se os dados das figuras 1 e 2, verifica-se que, em Patos de Minas, a porcentagem de híbridos crípticos superiores às quatro populações testemunhas passou de 42,8%, nos cruzamentos  $S_0 \times S_0$ , para 34,3% nos cruzamentos  $S_1 \times S_1$ . Em Sete Lagoas, esta porcentagem passou de 30,8% em  $S_0 \times S_0$ , para 49,4% em  $S_1 \times S_1$ . Nota-se nos gráficos que em todos os ensaios, sempre um grande número de híbridos crípticos produziram muito mais do que a geração  $F_1$  entre o cruzamento das duas populações parentais. Isto mostra as possibilidades deste método na seleção de cruzamentos específicos, que são procurados e avaliados a cada geração, diferindo fundamentalmente dos métodos de obtenção de linhagens citadas na revisão, onde a capacidade específica de combinação é aquela que por acaso existe dentro do grupo de linhagens selecionadas.

Estudando-se a tabela 14, nota-se a grande variação existente entre cruzamentos dentro do mesmo par. Quando o número dos cruzamentos é maior, aumenta a probabilidade de manter-se em  $S_1$  os bons cruzamentos específicos avaliados em  $S_0$ . Verifica-se também, na tabela, que alguns cruzamentos  $S_0 \times S_0$  só originaram um ou dois cruzamentos  $S_1 \times S_1$ , sendo que em alguns casos estes tiveram bom comportamento e em outros não. Provavelmente,

a pequena diminuição porcentual do número de híbridos crípticos superiores às testemunhas em Patos de Minas, seja devida ao pequeno número de cruzamentos obtidos dentro dos pares selecionados. Há de se considerar também a possível interação, tanto dos híbridos crípticos como das testemunhas, com o fator ano. Em ambos os casos, o aumento do número de cruzamentos dentro de cada par teria sido uma boa maneira de evitar estes problemas. Pelo menos 5 a 6 cruzamentos deveriam ter sido obtidos, como sugere HALLAUER (1967 a).

Observa-se nas tabelas 4 e 10, que os dois híbridos comerciais comparados com os cruzamentos  $S_1 \times S_1$ , foram sobrepujados por um bom número de híbridos crípticos. Isto indica a boa possibilidade de obterem-se híbridos superiores ao final do programa. Mostra que as duas populações usadas neste trabalho são bons germoplasmas para a obtenção de linhagens. As heteroses dos cruzamentos, salientadas na comparação dos híbridos crípticos com as duas populações parentais e a geração  $F_1$  do cruzamento destas, foram muito elevadas. Esta heterose pode provavelmente ser explicada pela grande diversidade genética entre as duas populações utilizadas. O Dentado Composto A é constituído predominantemente de germoplasmas da raça "tuxpeño" de origem mexicana, e o Cateto Colômbia Composto é constituído principalmente de milhos do tipo duro oriundos da Colômbia, América Central, e também da variedade Cateto do Brasil.

As intensidades de seleção utilizadas, 37,5% para  $S_0 \times S_0$  e 37,2 para  $S_1 \times S_1$ , que podem ser consideradas como fracas, parecem ter sido as mais corretas para este trabalho. Na tabela 14, os cruzamentos  $S_0 \times S_0$  foram colocados na ordem decrescente em que foram selecionados. No entanto, pode-se verificar que bons cruzamentos  $S_1 \times S_1$  puderam ser selecionados dentro dos cruzamentos no terço inferior da classificação, apesar da maior concentração nos dois terços superiores. Isto também permitiu que se selecionassem híbridos crípticos pertencentes a um maior número de cruzamentos originais, pois os  $S_1 \times S_1$  selecionados pertencem a 24% dos pares  $S_0 \times S_0$  avaliados inicialmente. Uma intensidade de seleção mais forte poderá ser utilizada nas gerações mais avançadas, quando o grau de endogamia é maior, diminuindo portanto a variação dentro das progênes autofecundadas.

Os coeficientes de variação genética obtidos das análises conjuntas nos dois anos, foram de 15,9% e 15,6%, respectivamente em  $S_0$  e  $S_1$ , mostrando que praticamente não houve modificação na variabilidade, com a se



leção. SILVA (1969) estudando o mesmo Cateto Colômbia Composto utilizado neste trabalho, encontrou um coeficiente de variação genética de 9,2% no ciclo original e 8,9% no ciclo I, para a variação de produção de grãos entre progênies de meios irmãos (intrapopulacionais). CARMO (1969), também estudando a variação para produção de grãos entre progênies de meios irmãos, encontrou um coeficiente de variação genética em torno de 7,9% para o Dentado Composto A. A comparação dos coeficientes de variação genética obtidos no presente trabalho, pela utilização de progênies de irmãos germanos entre as duas populações, com os obtidos pelos autores citados para progênies de meios irmãos intrapopulacionais, nas mesmas populações, mostra como a seleção baseada em famílias de irmãos germanos libera mais rapidamente a variabilidade genética.

Uma possível limitação do método utilizado seria o pequeno número de sementes, não permitindo testes muito intensos pela limitação do número de locais, repetições e tamanho de parcelas. Entretanto, foi possível detectar uma grande variação genética nos ensaios, permitindo boa seleção em um nível apenas razoável de precisão nos ensaios.

Em termos médios, verificou-se um pequeno progresso no número de espigas por planta, de uma geração para outra. Estes dados são normalmente um pouco influenciados pelo número de plantas na parcela. Em 1971/72 o número de plantas por parcela foi bom, e em 1972/73 os híbridos crípticos selecionados também apresentaram um bom "stand", isto permitiu que se fizesse uma boa comparação com as testemunhas. Em Patos de Minas, os híbridos crípticos  $S_0 \times S_0$  selecionados apresentaram um índice médio de espiga de 0,95 e as quatro populações testemunhas de 0,97. Em  $S_1 \times S_1$  foi de 1,06 e 1,00, respectivamente. Em Sete Lagoas, os cruzamentos  $S_0 \times S_0$  selecionados apresentaram índice de 0,94 e as testemunhas de 0,88. Em  $S_1 \times S_1$  foi de 0,99 e 0,91, respectivamente. Observa-se, portanto, um pequeno aumento em relação às testemunhas, nos dados de Patos de Minas. Em Sete Lagoas, praticamente não houve aumento. Isto confirma a eficiência deste método na melhoria da prolificidade, em acordo com os dados apresentados por HALLAUER (1973).

Os altos coeficientes de variação dos ensaios, quando das análises dos dados de acamamento e quebramento, invalidaram a utilização intensa destes dados na seleção. Nota-se, de uma maneira geral, que houve muito

acamamento e quebramento (tabelas 7 e 13), tanto para os híbridos cripticos como para as testemunhas. Estes caracteres são muito difíceis de serem observados, devido a fatores incontroláveis do ambiente. A exagerada altura das plantas nestes ensaios, provavelmente seja um dos fatores mais sérios que impediram a obtenção de dados mais precisos. Esta altura também pode ter influido muito no aumento do número de plantas sem espiga, por possibilitar um acamamento precoce das plantas. A utilização de populações de porte baixo, provavelmente diminuiria bastante estes problemas, possibilitando uma melhor seleção.

## 6. RESUMO E CONCLUSÕES

O presente trabalho avalia a aplicação do método de obtenção de linhagens pelo processo dos híbridos crípticos, em um programa de melhoramento de milho, no Estado de Minas Gerais. Foram utilizadas duas populações de ampla base genética, denominadas Cateto Colômbia Composto e Dentado Composto A. Estas populações foram obtidas no Instituto de Genética da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", sendo a primeira constituída de material do tipo de grãos duros, provenientes de programas de melhoramento na Colômbia, Brasil e México. A segunda é constituída, predominantemente, de milhos dentados da raça "tuxpeño", obtidos de programas mexicanos de melhoramento (CIMMYT). O Cateto Colômbia Composto utilizado estava no segundo ciclo de seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos, e o Dentado Composto A no quarto ciclo de seleção massal, seleções estas aplicadas para aumento da produção de grãos. As seleções foram realizadas na sede do IPEACO e Estação Experimental de Sete Lagoas, em Sete Lagoas, Minas Gerais.

Foram avaliados os comportamentos de híbridos crípticos, obtidos de cruzamentos específicos de plantas de uma população com plantas de outra, nas gerações  $S_0$  e  $S_1$ . O número de cruzamentos  $S_0 \times S_0$  testados foi de 104, e de cruzamentos  $S_1 \times S_1$  foi de 89. Os ensaios, delineados em lâti-ce, foram realizados em Sete Lagoas e Patos de Minas, nas duas gerações. Utilizou-se o esquema que permite uma geração por ano, e as comparações foram feitas em relação a quatro populações testemunhas: Piramex, Centralmex, IPEACO HV<sub>1</sub> 42, Phoenix 42. As duas populações parentais, e os híbridos comerciais Agrocerec 257 e Cargill 111, também entraram como tratamentos, sendo que os híbridos comerciais só entraram nos ensaios da geração  $S_1$ .

Foram analisados os dados de produção de grãos, número de plantas por parcela, número de espigas por planta, e número de plantas acamadas e quebradas. Obtiveram-se estimativas do coeficiente de variação genética para produção de grãos, e foram feitas comparações de uma geração com outra, utilizando-se as testemunhas como ponto de referência.

As principais conclusões contidas na discussão dos resultados são as seguintes:

- 1) A grande heterose, verificada em cruzamentos específicos entre plantas das duas populações, identifica o Cateto Colômbia Composto e Dentado Composto A como bons germoplasmas para a extração de linhagens.
- 2) A porcentagem de cruzamentos superiores às testemunhas e à geração  $F_1$  do cruzamento entre as populações parentais, nas duas gerações, mostraram a eficiência do método para detectar cruzamentos específicos.
- 3) A produtividade de alguns híbridos crípticos  $S_1 \times S_1$ , superiores a dois dos melhores híbridos comerciais para a região, leva a prever a possibilidade de se obter linhagens para a síntese de híbridos de alta produtividade.
- 4) A técnica de cruzamentos e autofecundações controlados, utilizada neste trabalho, mostrou-se eficiente, mesmo considerando-se a baixa prolificidade das duas populações. A técnica seria melhor sucedida em populações com maior grau de prolificidade.
- 5) A grande variação entre cruzamentos, dentro do mesmo par, sugere que pelo menos 5 cruzamentos devem ser obtidos dentro de cada par, pelo menos nas primeiras gerações. O observado confirma as sugestões da literatura. Isto evita a perda de bons genótipos, devido à segregação das progênes e também à interação por ano.
- 6) O aumento verificado no número de espigas por planta, em um local, confirma a eficiência do método na melhoria da prolificidade.
- 7) Considerando-se a dificuldade no controle do acamamento e quebramento, para permitir seleção, é sugerido o emprego de populações parentais com porte mais baixo. Isto, provavelmente, possibilitará a seleção de linhagens com maior resistência ao acamamento e quebramento, bem como poderá evitar mais o acamamento precoce, que é um dos responsáveis pela presença de plantas sem espiga.
- 8) Intensidades de seleção fracas são aconselhadas nas primeiras gerações. Isto proporciona a manutenção de um maior número de cruzamentos originais, e evita perdas de genótipos quando o número de cruzamentos dentro de cada par selecionado é pequeno.
- 9) Apesar da limitação do número de sementes, não permitindo a realização de muitos ensaios e com muitas repetições, os experimentos realizados permi

tiram uma boa seleção, tendo em vista a variação genética presente. A liberação da variabilidade foi mais rápida nestas progênes de irmãos germanos interpopulacionais do que em progênes de meios irmãos intrapopulacionais, para as mesmas populações estudadas.

## 7. SUMMARY AND CONCLUSIONS

An evaluation of the double cross cryptic hybrid method (full sib progenies for hybrid development), applied in a corn breeding program at the State of Minas Gerais, is presented. Two populations with broad genetic base, namely Cateto Colômbia Composto (C.C.C.) and Dentado Composto A (D.C.A.), were used. These populations were synthesized at the Instituto de Genética, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo. Cateto Colômbia Composto is a flint type maize, made up by combining inbred lines developed in breeding programs of Colômbia, Brasil and México. Dentado Composto A is predominantly a "tuxpeño" dent type made up mainly of materials from México (CIMMYT). Both populations were previously submitted to several cycles of intrapopulation selection for improvement of yield, at the IPEACO, Minas Gerais.

An amount of 104 full sib progenies  $S_0 \times S_0$  and 89  $S_1 \times S_1$  were evaluated in lattice designs at two locations (Sete Lagoas and Patos de Minas). Commercial hybrids and synthetics as well as the intervarietal hybrid of the parental populations were included as checks.

The following characters were considered for evaluation the full sib progenies: grains yield, number of plants per plot, number of ears per plants, and lodging. Genetic coefficients of variation were estimated for yield. Results obtained from the cross progenies in both generations were compared. The following main conclusions could be drawn:

- 1) Cateto Colômbia Composto and Dentado Composto A can be considered good germoplasms for extraction of inbred lines, since some specific crosses between plants of these populations exhibited very high heterosis.
- 2) A relatively high percent of cryptic hybrids were superior to the average yield of the intervarietal cross between parental populations, indicating the efficiency of the method for detection of good specific crosses.
- 3) Good inbred lines, for the synthesis of promising hybrids, can be expected at the end of this breeding program since some  $S_1 \times S_1$  crosses yielded more than two of the best local commercial hybrids.
- 4) The procedure of hand pollination adopted, for crossing and selfing, ga-

ve good results despite the relatively low prolificacy of both populations.

5) The great variation observed among crosses belonging to the same initial pair suggests that at least five crosses should be made within each pair, during the initials cycles of the process.

6) As expected, this method was efficient for increasing prolificacy.

7) Difficulties in the control and evaluation of lodging for selection suggests the choice of short plant parental populations.

8) Low selection intensities are recommended for the initial generations.

9) Selection practiced among progenies was efficient despite the reduced amount of seeds available for each cross. This efficiency was due to the high genetic variability released among the full sib cross progenies.

8. BIBLIOGRAFIA CITADA

- BURHAM, C.R., 1946. An "Oenothera" or multiple translocation method of establishing homozygous lines. J. Am. Agron. 38: 702-707.
- CARMO, C.M. DO, 1969. Avaliação de progênies de meios irmãos em populações heterogêneas de milho (Zea mays L.). Tese de "M.S.". E.S.A. "Luiz de Queiroz". Piracicaba, S.P. 48 p.
- CHASE, S.S., 1952. Production of homozygous diploids of maize from monoploids. Agron. J. 44 : 263-267.
- CLEM, M.A. e FEDERER, W.T., 1950. Random arrangements for lattice designs. Iowa Agr. Exp. Sta. Spec. Report nº 5. 151 p.
- COCHRAN, W.G. e COX, G.M., 1957. Experimental Design. 2<sup>nd</sup> Ed. John Wiley & Sons. New York. 611 p.
- FEDERER, W.T., 1955. Experimental Design. MacMillan Co. New York. 544 p.
- HALLAUER, A.R., 1967 a. Development of single-cross hybrids from two-eared maize populations. Crop Sci. 7 : 192-195.
- \_\_\_\_\_, 1967 b. Performance of single-cross hybrids from two-eared maize populations. Ann. Hybrid Corn Industry - Res. Conf. Proc. 22 : 74-81.
- \_\_\_\_\_, 1973. Hybrid development and populations improvement in maize by reciprocal full-sib selection. Egypt. J. Genet. Cytol. 2 : 84-101.
- JUGENHEIMER, R.W., 1958. Hybrid Maize Breeding and Seed Production. FAO Agricultural Development Paper nº 62. Rome. 369 p.
- LONNQUIST, J.H., 1966. Parent lines for modern hybrids. Ann. Hybrid Corn Industry-Res. Conf. Proc. 21 : 32-28.
- \_\_\_\_\_, e WILLIAMS, N.E., 1967. Development of maize hybrids through among full-sib families. Crop Sci. 7 : 369-370.
- PATERNIANI, E., 1964. Value of exotic and local inbred lines of corn. Fito tecnia Latinoamericana 1 : 15-22.



- PATERNIANI, E., 1966. Genética e Melhoramento do Milho. IN "Cultura e Adu-  
bação do Milho". Ed. Inst. Bras. Potassa. São Paulo : 109-148.
- \_\_\_\_\_, 1969. Melhoramento Genético de Populações de Milho. IN "Me-  
lhoramento e Genética". Ed. Universidade São Paulo: 39-58.
- QUEIROZ, M.A., 1969. Correlações genéticas e fenotípicas em progênies de  
meios irmãos de milho (Zea mays L.) e suas implicações com o me-  
lhoramento. Tese de "M.S.". E.S.A. "Luiz de Queiroz". Piracicaba,  
São Paulo. 74 p.
- RICHEY, F.D., 1950. Corn breeding. Advances in Genetics 3 : 159-192.
- SILVA, J., 1969. Seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos no mi-  
lho Cateto Colômbia Composto. Tese de "M.S." E.S.A. "Luiz de -  
Queiroz". Piracicaba. São Paulo. 74 p.
- SILVA J.W., 1970. Híbridos crípticos em populações melhoradas de milho. A-  
nais da VIII Reunião Brasileira de Milho. Secretaria de Estado -  
dos Negócios da Agricultura. Porto Alegre. R.G. Sul : 44-46.
- SPRAGUE, G.F., TATUM, L.A., 1942. General vs specific combining ability in  
single crosses of corn. Agron. J. 34 : 923-932.
- \_\_\_\_\_, 1955. Corn Breeding. IN "Corn and Corn Improvement". Ed. G.F.  
Sprague. Academic Press. New York : 221-292.
- \_\_\_\_\_, e TAVCAR, A., 1956. Mais (Zea mays L.). I. General considera-  
tions and American breeding work. Handbuck der Pflanzenzuchtung  
2 : 103-143.
- STADLER, L.J., 1944. Gametic selection in corn breeding. J. Am. Soc. Agron.  
36 : 988-989.
- ZUBER, M.S., 1942. Relative efficiency of incomplete block design using  
corn uniformity data. J. Am. Soc. Agron. 34 : 30-47.

TABELA 1 - Análises da variância do número de plantas por parcela de  $6 \text{ m}^2$ , transformados em raiz quadrada, dos experimentos em látice retangular simples  $9 \times 10$  e  $10 \times 11$ , analisados como blocos ao acaso, Patos de Minas e Sete Lagoas, em 1971/72.  $S_0 \times S_0$

Fontes de variação	Patos de Minas		Sete Lagoas	
	G.L.	Q.M.	G.L.	Q.M.
Repetições	1	0,1869	1	0,0037
Tratamentos	89	0,0557 n.s.	109	0,1038*
Resíduo	89	0,0419	109	0,0692
Total	179	-	219	-

	Patos de Minas	Sete Lagoas
Nº ideal de plantas por parcela	30	30
Média geral	5,20	5,20
Coefficiente de variação	3,9 %	5,0 %

TABELA 2 - Análise da variância da produção de grãos em  $\text{kg}/6 \text{ m}^2$ , do experimento em látice retangular simples  $9 \times 10$ , realizado em Patos de Minas, em 1971/72.  $S_0 \times S_0$

Fontes de variação	G.L.	Q.M.
Repetições	1	0,0043
Tratamentos (não ajustados)	89	0,6779 **
Resíduo (blocos ao acaso)	(89)	(0,3839)
Blocos dentro de repetições	18	0,7799 Eb
Resíduo intra-blocos	71	0,2834 Ee
Total	179	-
Tratamentos (ajustados)	(89)	(0,6348)**
H. crípticos (ajustados)	83	0,6745**
Testemunhas (ajustados)	5	0,1029 n.s.
H. crípticos vs. testemunhas	1	0,0027 n.s.
Erro efetivo (látice)	71	0,3212

Média geral	= 2,43	C.V. (látice)	= 23,3%
Média dos híbridos crípticos	= 2,43	Efic. látice	= 119,9%
Média dos hib. críp. selecion.	= 2,81	C.V. genético	= 17,3%

n.s. = não significativo

\*\* = significativo ao nível de 1% de probabilidade

\* = significativo ao nível de 5% de probabilidade

TABELA 3 - Análise da variância da produção de grãos em kg/6 m<sup>2</sup>, do experimento em látice retangular simples 10 x 11, realizado em Sete Lagoas, em 1971/72. S<sub>0</sub> x S<sub>0</sub>.

Fontes de variação	G.L.	Q.M.
Repetições	1	0,0000
Tratamentos (não ajustados)	(109)	(1,5984)**
H. crípticos	103	1,6486**
Testemunhas	5	0,8545 n.s.
H. crípticos vs. testemunhas	1	0,1539 n.s.
Resíduo (blocos ao acaso)	(109)	(0,9258)
Blocos dentro de repetições	20	1,1759 Eb
Resíduo intra-blocos	89	0,8697 Ee
Total	219	-
Média geral	= 3,21	C.V. (b. acaso) = 29,9%
Média dos híbridos crípticos	= 3,20	Efic. látice = 101,5%
Média dos hib. críp. selecion.	= 3,78	C.V. gen. = 18,8%

n.s. = não significativo

\*\* = significativo ao nível de 1% de probabilidade

\* = significativo ao nível de 5% de probabilidade

TABELA 4 - Distribuição de frequências das médias de produção de grãos em kg/6 m<sup>2</sup> dos híbridos cripticos (S<sub>0</sub> x S<sub>0</sub>) e testemunhas. Patos de Minas e Sete Lagoas. 1971/72.

Identificação	Dentro das classes (kg/6 m <sup>2</sup> )																N	Médias					
	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00			4,25	4,50	4,75	5,00	5,25
<b>Patos de Minas</b>																							
H. Cripticos (S <sub>0</sub> x S <sub>0</sub> )	1			1	2	5	17	19	15	8	10	5	4		1							84	2,43
Pop. parentais							2															2	2,34
Pop. testemunhas							1	2	1													4	2,50
-----																							
<b>Sete Lagoas</b>																							
H. cripticos (S <sub>0</sub> x S <sub>0</sub> )	2			1		3	5	6	4	15	13	11	12	7	8	6	5	4	1	1	1	104	3,20
Pop. parentais							1				1											2	2,65
Pop. testemunhas													1		2							4	3,65

Transformação para kg/ha = multiplicado por 1.666  
 Pop. parentais : Databo Colombis Composto II, Dentado Composto A IV M  
 Pop. testemunhas : Piramex, Centralmax, Phoenix 42, IPEACO HV<sub>1</sub> 42.

TABELA 5 - Análise conjunta da variância dos dados de produção de grãos, em kg/6 m<sup>2</sup>, para híbridos cripticos comuns aos ensaios de Patos de Minas e Sete Lagoas, no ano de 1971/72. S<sub>0</sub> x S<sub>0</sub>.

Fontes de variação	G.L.	Q.M.
Repetições dentro de locais	2	0,0021
Entre locais	1	49,0289
Entre híbridos cripticos	83	1,4869**
Híbridos cripticos x locais	83	0,6881 n.s.
Resíduo médio	180	0,6874
Medida geral = 2,82	C.V. = 29,4%	C.V. gen. = 15,5%

TABELA 6 - Análises de variância do número médio de espigas por planta, em parcelas de 6 m<sup>2</sup>. Experimentos em látice retangular simples 9 x 10 e 10 x 11, analisados como blocos ao acaso. Patos de Minas e Sete Lagoas, em 1971/72. S<sub>0</sub> x S<sub>0</sub>.

Fontes de variação	Patos de Minas		Sete Lagoas	
	G.L.	Q.M.	G.L.	Q.M.
Repetições	1	0,0026	1	0,0282
Tratamentos	(89)	(0,0355) n.s.	(109)	(0,0440)**
H. cripticos	83	0,0373 n.s.	103	0,0460**
Testemunhas	5	0,0090 n.s.	5	0,0117 n.s.
H. cript. vs. testem.	1	0,0231 n.s.	1	0,0002 n.s.
Resíduo	89	0,0285	109	0,0240
Total	179	-	219	-
		Patos de Minas		Sete Lagoas
Medida geral		0,91		0,85
Medida dos híbridos cripticos		0,91		0,85
Medida das 4 populações testemunhas		0,97		0,88
Medida das duas populações parentais		0,93		0,81
Medida dos hib. cripticos selecionados		0,95		0,94
Coefficiente de variação		18,5%		18,2%

n.s. = não significativo

\*\* = significativo ao nível de 1% de probabilidade

\* = significativo ao nível de 5% de probabilidade

TABELA 7 - Análises da variância do acamamento e quebramento por  $6 \text{ m}^2$ , transformados em  $\text{arc sen } \sqrt{P/100}$ . Experimentos em látice retangular simples  $9 \times 10$  e  $10 \times 11$ , analisados como blocos ao acaso, Patos de Minas e Sete Lagoas, em 1971/72.  $S_0 \times S_0$ .

Fontes de variação	Patos de Minas		Sete Lagoas	
	G.L.	Q.M.	G.L.	Q.M.
Repetições	1	107,6273	1	2,096,7521
Tratamentos	(89)	(31,0757) n.s.	(109)	(361,9796)**
H. críticos	83	32,0389 n.s.	103	370,1665**
Testemunhas	5	18,9391 n.s.	5	164,5425 n.s.
H. críp. vs. testem.	1	11,8094 n.s.	1	505,9067 n.s.
Resíduo	89	30,5693	109	163,3054
Total	179	-	219	-

	Patos de Minas	Sete Lagoas
Média geral	31,81	27,97
Média dos híbridos críticos	31,88	28,33
Média das 4 populações testemunhas	31,11	16,54
Média das 2 populações parentais	30,34	31,90
Coefficiente de variação	17,4 %	45,7 %

n.s. = não significativo

\*\* = significativo ao nível de 1% de probabilidade

\* = significativo ao nível de 5% de probabilidade

TABELA 8 -- Análises da variância do número de plantas por parcela de 6 m<sup>2</sup>, transformados em raiz quadrada. Experimentos em látice simples 9 x 9 e 10 x 10, analisados como blocos ao acaso. Patos de Minas e Sete Lagoas, em 1972/73. S<sub>1</sub> x S<sub>1</sub>.

Fontes de variação	Patos de Minas		Sete Lagoas	
	G.L.	Q.M.	G.L.	Q.M.
Repetições	1	0,7028	1	0,1123
Tratamentos	(80)	(0,3371)**	(99)	(0,8397)**
Selecionados	75	0,1221 n.s.	85	0,0801 n.s.
Não selecionados	4	0,6250**	13	1,1122**
Selec. vs. não selec.	1	15,3146**	1	61,8703**
Resíduo	80	0,0877	99	0,0990
Total	161	-	199	-

	<u>Patos de Minas</u>	<u>Sete Lagoas</u>
Média geral	5,10	4,96
Média dos selecionados	5,18	5,19
Média dos não selecionados	3,90	3,59
Nº ideal de plantas por parcela	30	30
Coefficiente de variação	5,8 %	6,3 %

n.s. = não significativo

\*\* = significativo ao nível de 1% de probabilidade

\* = significativo ao nível de 5% de probabilidade

TABELA 9 - Análises da variância da produção de grãos, em kg/6 m<sup>2</sup>, dos experimentos em látice simples 9 x 9 e 10 x 10. Patos de Minas e Sete Lagoas, em 1972/73. S<sub>1</sub> x S<sub>1</sub>.

Fontes de variação	Patos de Minas		Sete Lagoas	
	G.L.	Q.M.	G.L.	Q.M.
Repetições	1	11,5787	1	2,5538
Tratamentos (não ajustados)	(80)	0,6929**	(99)	(1,0858)**
H. crípticos	66	0,7583**	88	1,1613**
Testemunhas	13	0,3579n.s.	10	0,5117**
H. críp. vs. testem.	1	0,7320n.s.	1	0,1815 n.s.
Resíduo (blocos ao acaso)	(80)	(0,3724)	(99)	(0,2099)
Blocos dentro de repetições	16	0,5285 Eb	18	0,2851 Eb
Resíduo intra-blocos	64	0,3334 Ee	81	0,1832 Ee
Total	161	-	199	-

	<u>Patos de Minas</u>	<u>Sete Lagoas</u>
Média geral	2,86	2,77
Média dos híbridos crípticos	2,84	2,76
Média dos híbridos crípticos selecion.	3,21	3,46
Coefic. de variação (blocos ao acaso)	21,4 %	16,5 %
Eficiência do látice	104,0 %	102,6 %
Coefic. de variação genética	15,5 %	17,2 %

n.s. = não significativo

\*\* = significativo ao nível de 1% de probabilidade

\* = significativo ao nível de 5% de probabilidade



TABLE 10 - Distribuição de frequências das médias de produção de grãos em kg/6 m<sup>2</sup> dos híbridos críticos (S<sub>1</sub> x S<sub>1</sub>) e testemunhas. Pontos de Minas e Sete Lagoas, 1972/1973.

Identificação	Centro das classes (kg/6 m <sup>2</sup> )																N	Médias					
	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00			4,25	4,50	4,75	5,00	5,25
<b>Pontos de Minas</b>																							
H. Críticos (S <sub>1</sub> x S <sub>1</sub> )		1				2	3	6	13	9	14	6	8	3	1							67	2,84
Pop. parentais					1						2	1	1									2	2,52
Pop. testemunhas														1								4	3,00
Hib. testemunhas												2										2	3,01
<b>Sete Lagoas</b>																							
H. Críticos (S <sub>1</sub> x S <sub>1</sub> )		1	1		2	5	12	11	7	7	11	11	10	4	4	3						89	2,75
Pop. parentais								1				1										2	2,51
Pop. testemunhas										1	3											4	2,85
Hib. testemunhas							1								1							2	3,18

Transformação para kg/ha = multiplicado por 1.666

Pop. parentais : Cateto Colômbia Composto II, Dentado Composto A IV M

Pop. testemunhas : Piremax, Centralmax, Phoenix 42, IPEACO HV<sub>1</sub> 42.

Híbridos testemunhas : Agraceros 257, Caryll 111

TABELA 11 -- Análise conjunta da variância dos dados de produção de grãos, em kg/6 m<sup>2</sup>, para híbridos cripticos comuns aos ensaios de Patos de Minas e Sete Lagoas, no ano 1972/73. S<sub>1</sub> x S<sub>1</sub>

Fontes de variação	G.L.	Q.M.
Repetições dentro de locais	2	7,0662
Entre locais	1	0,7024
Entre híbridos cripticos	66	1,3731**
Híbridos cripticos x locais	66	0,6121**
Resíduo médio	179	0,2826
Média geral = 2,79	C.V. = 19,1 %	C.V. gen. = 15,6 %

TABELA 12 -- Análise da variância do número médio de espigas por planta, em parcelas de 6 m<sup>2</sup>. Experimentos em látice simples 9 x 9 e 10 x 10, analisados como blocos ao acaso. Patos de Minas e Sete Lagoas, em 1972/73. S<sub>1</sub> x S<sub>1</sub>.

Fontes de variação	Patos de Minas		Sete Lagoas	
	G.L.	Q.M.	G.L.	Q.M.
Repetições	1	0,0848	1	0,0768
Tratamentos	(80)	(0,0317) n.s.	(99)	(0,0543)**
Híbridos cripticos	66	0,0327 n.s.	88	0,0544**
Testemunhas	13	0,0231 n.s.	10	0,0481 n.s.
H. crip. vs. testem.	1	0,0807 n.s.	1	0,1178**
Resíduo	80	0,0343	99	0,0266
Total	161	-	199	-
			<u>Patos de Minas</u>	<u>Sete Lagoas</u>
Média geral			1,01	0,91
Média dos híbridos cripticos			1,01	0,90
Média das 4 populações testemunhas			1,00	0,91
Média das 2 populações parentais			1,05	0,97
Média do Ag 257 e C 111			0,95	1,18
Média dos híbr. cripticos selecionados			1,06	0,99
Coeficiente de variação			18,4 %	17,8 %

n.s. = não significativo

\*\* = significativo ao nível de 1% de probabilidade

\* = significativo ao nível de 5% de probabilidade

TABELA 13 -- Análises da variância do acamamento e quebramento por  $6\text{ m}^2$ , transformados em arc sen  $\sqrt{P/100}$ . Experimentos em látice simples  $9 \times 9$  e  $10 \times 10$ , analisados como blocos ao acaso. Patos de Minas e Sete Lagoas, em 1972/73.  $S_1 \times S_1$ .

Fontes de variação	Patos de Minas		Sete Lagoas	
	G.L.	Q.M.	G.L.	Q.M.
Repetições	1	32,5081	1	1,2137
Tratamentos	(80)	(140,7779) n.s.	(99)	(271,9890) n.s.
H. crípticos	66	127,5834 n.s.	88	290,4058 n.s.
Testemunhas	13	216,4255 n.s.	10	116,3973 n.s.
H. crípt. vs. testem.	1	28,2017 n.s.	1	207,2299 n.s.
Resíduo	80	128,8002	99	244,5077
Total	161	-	199	-

	Patos de Minas	Sete Lagoas
Média geral	16,50	30,09
Média dos híbridos crípticos	16,69	30,45
Média das 4 populações testemunhas	13,21	28,03
Média das 2 populações parentais	21,27	28,04
Média do Ag 257 e C 111	13,70	23,43
Coefficiente de variação	68,8 %	52,0 %

n.s. = não significativo

\*\* = significativo ao nível de 1% de probabilidade

\* = significativo ao nível de 5% de probabilidade

TABELA 14 - Produção relativa, dos híbridos crípticos, às quatro populações testemunhas nos dois locais, para os cruzamentos  $S_0 \times S_0$  selecionados e cruzamentos  $S_1 \times S_1$  obtidos dentro destes.

Cruzam. $S_0 \times S_0$ selecionados	Prod. % (4 test = 100)		Cruzamento $S_1 \times S_1$	Prod. % (4 test = 100)	
	Patos	S. Lagoas		Patos	S. Lagoas
1	137,7	129,7	11	98,7	70,8
			12	107,8	90,0
			13	105,3	105,3
			14	104,0	121,5
2	132,1	129,3	21	106,7	108,6
3	119,8	124,0	31	96,8	66,9
			32	118,1	79,7
			33	-	96,8
4	129,5	113,3	41	122,3	136,0
			42	-	125,7
5	132,5	109,0	51	91,2	120,6
6	122,7	109,3	61	113,0	98,6
			62	116,8	103,7
			63	79,7	60,0
			64	-	99,0
7	116,7	111,0	71	100,0	151,4
			72	79,5	79,2
			73	-	120,3
8	104,4	120,1	81	100,8	120,3
			82	-	92,8
9	98,6	136,4	91	76,7	69,2
			92	82,7	66,1
			93	-	73,1
10	98,2	125,1	101	54,4	104,4
			102	111,0	60,7
11	112,8	102,9	111	115,1	82,9
			112	-	114,9
			113	-	71,3
12	96,8	115,6	121	-	100,2
13	105,2	108,2	131	71,2	71,5
			132	90,8	53,8
14	116,4	97,5	141	110,1	84,3
			142	-	112,1
15	112,8	100,7	151	99,8	115,9
16	119,4	92,5	161	154,2	130,6

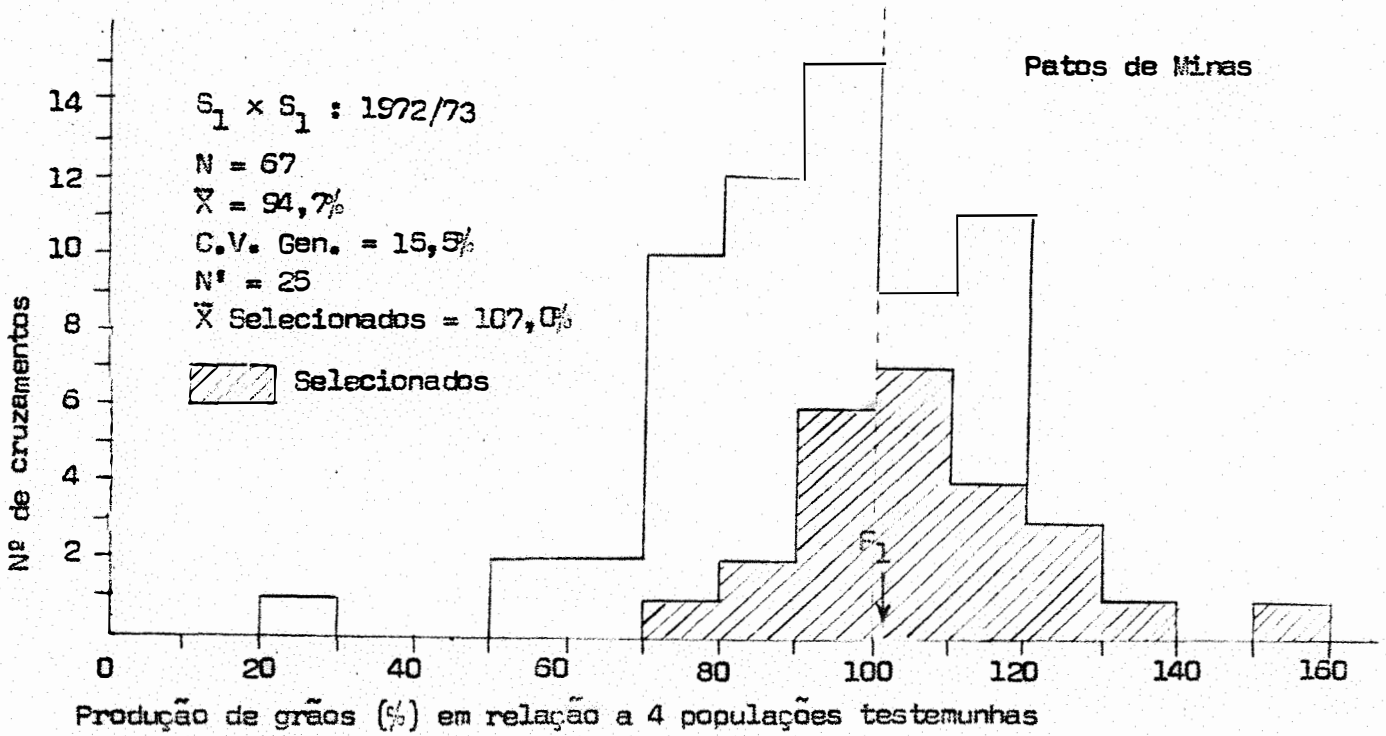
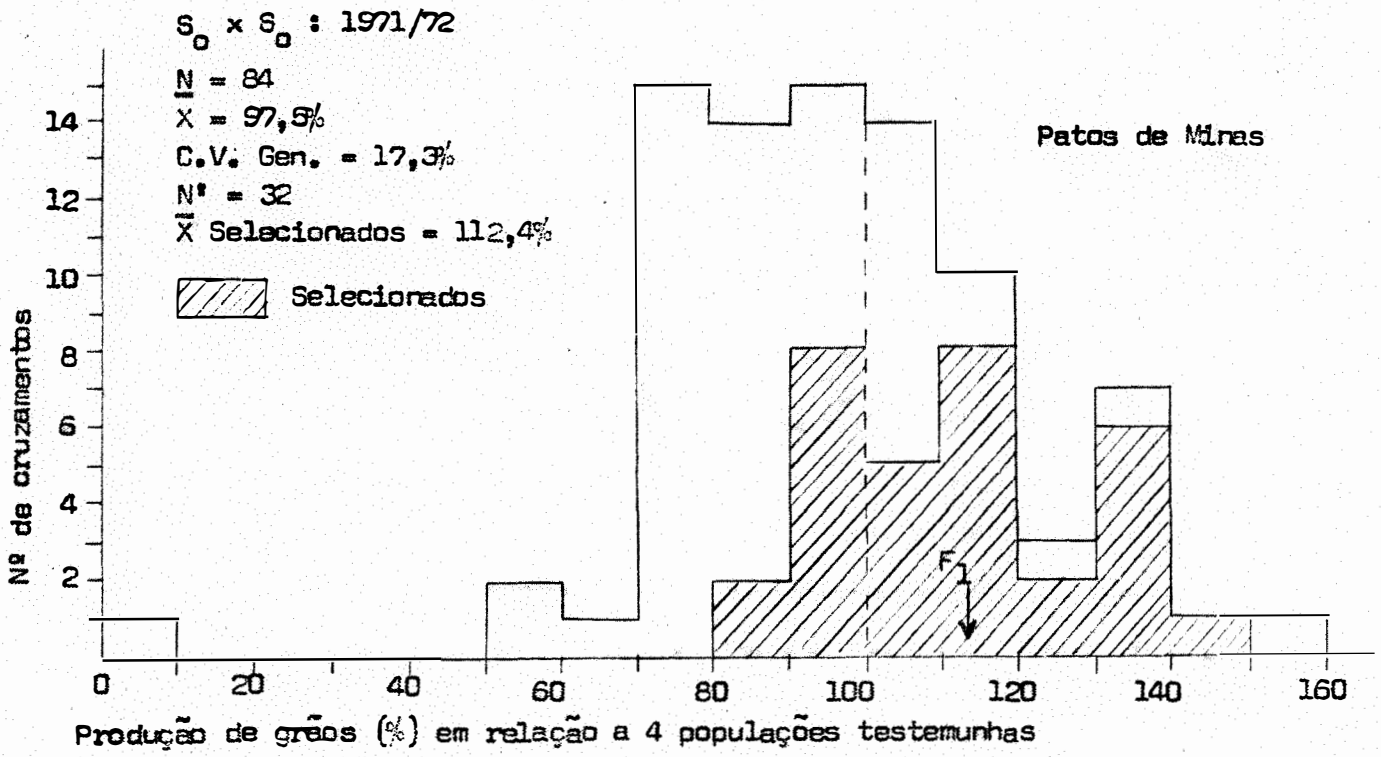
continuação da tabela 14

Cruzam. S <sub>0</sub> x S <sub>0</sub> selecionados	Prod. % (4 test = 100)		Cruzamento S <sub>1</sub> x S <sub>1</sub>	Prod. % (4 test = 100)	
	Patos	S. Lagoas		Patos	S. Lagoas
17	117,6	89,3	171	116,6	103,3
			172	96,3	120,8
			173	...	139,5
18	100,8	103,1	181	70,9	130,2
			182	85,0	112,2
19	--	140,5	191	96,7	123,1
			192	...	116,1
20	--	128,9	201	111,5	107,5
			202	85,2	122,7
			203	84,8	67,6
			204	93,3	71,7
			205	...	131,1
21	--	110,8	211	99,3	80,2
22	--	101,1	221	70,5	77,4
			222	55,9	72,9
23	--	99,0	231	...	112,8
24	--	97,5	241	...	127,2
25	--	94,5	251	102,7	82,0
26	131,1	89,4	261	95,2	37,8
			262	89,0	87,4
			263	121,1	97,4
			264	103,8	120,1
			265	...	66,2
27	140,1	73,4	271	135,1	121,8
			272	95,7	100,2
			273	89,7	89,3
28	137,5	73,1	281	119,5	151,0
			282	...	69,0
			283	...	85,5
29	97,4	104,0	291	87,3	93,7
30	96,0	86,4	301	99,0	87,1
			302	...	75,0
			303	...	112,6
31	93,6	103,0	311	86,8	62,4
32	117,6	83,1	321	104,6	125,3
33	97,0	113,3	331	83,0	145,3
			332	...	57,3

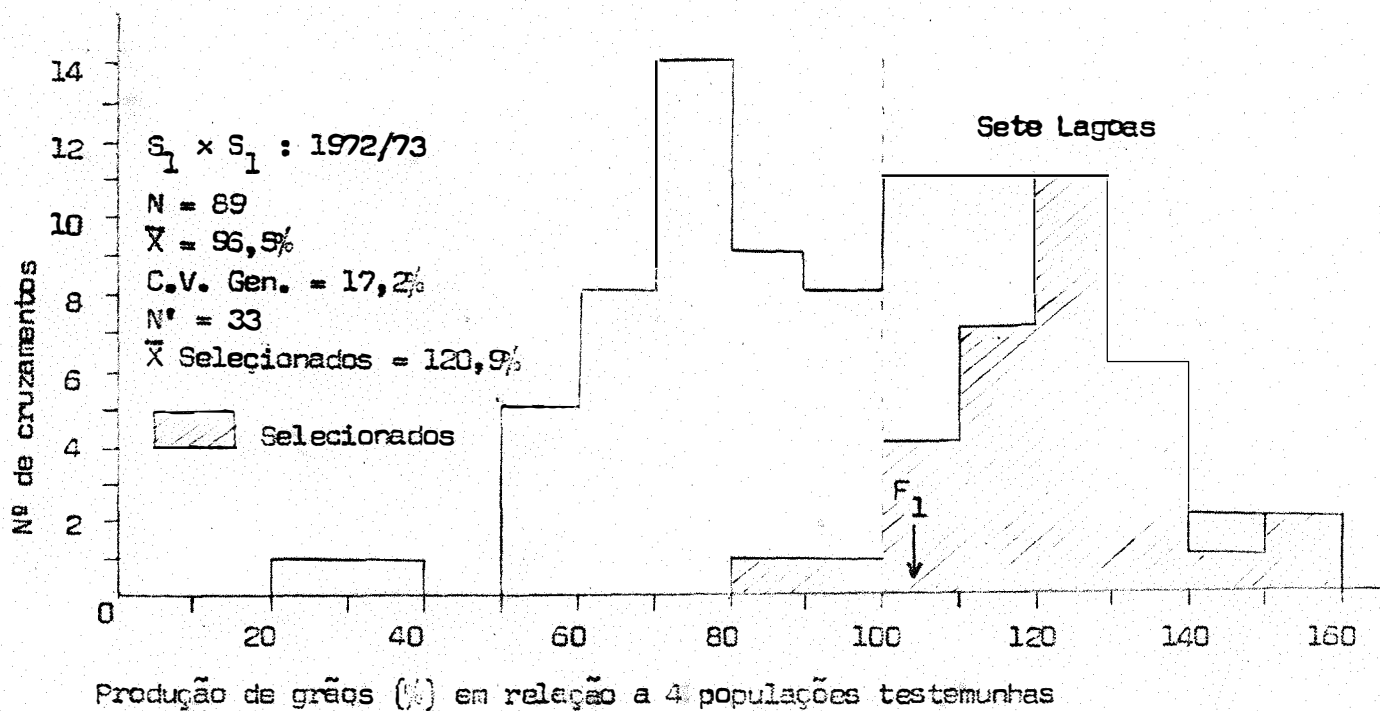
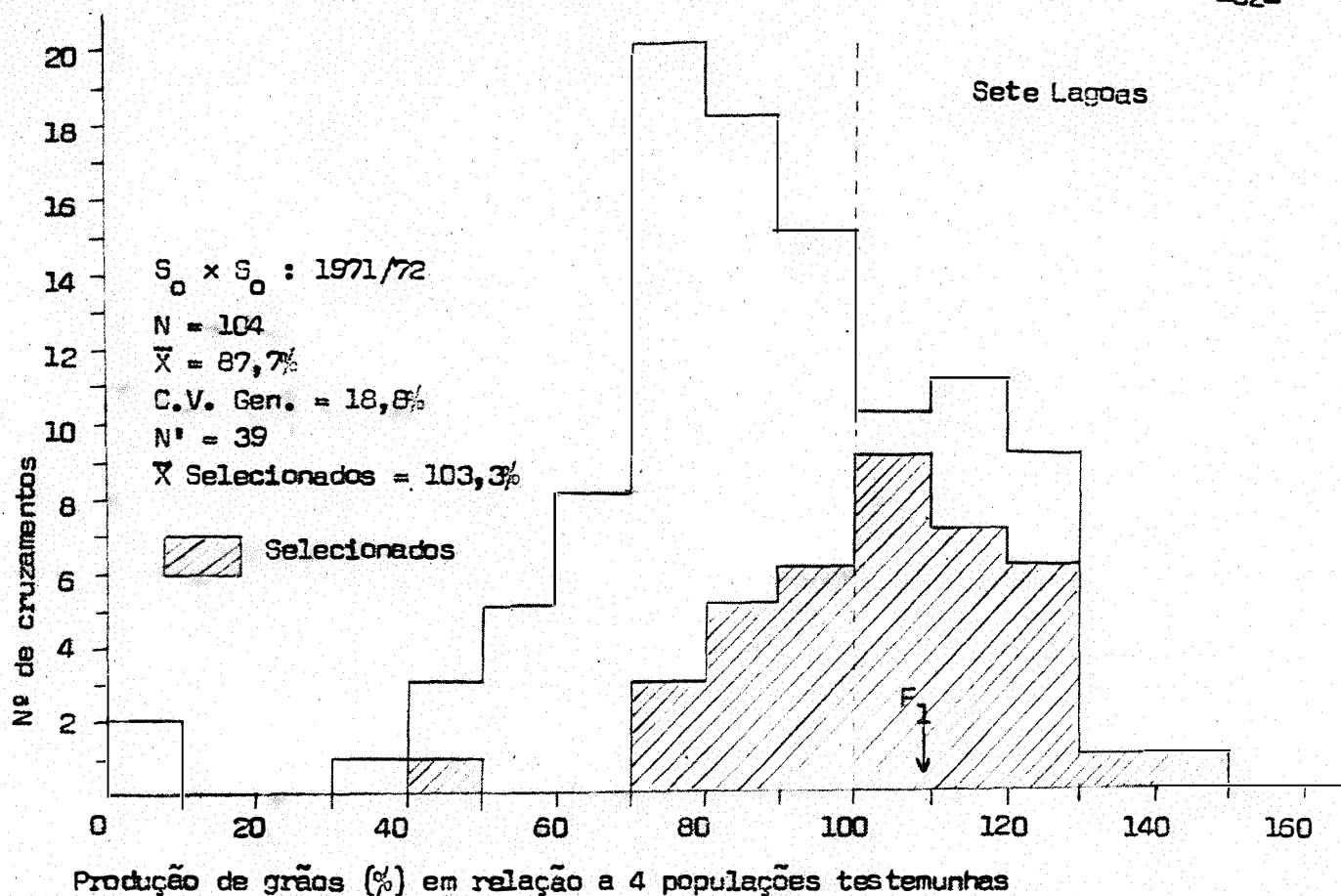
continuação da tabela 14

Cruzam. S <sub>0</sub> x S <sub>0</sub> selecionados	Prod. % (4 test = 100)		Cruzamento S <sub>1</sub> x S <sub>1</sub>	Prod. % (4 test = 100)	
	Patos	S. Lagoas		Patos	S. Lagoas
34	100,8	81,8	341	77,5	78,8
			342	79,7	85,7
			343	82,9	114,5
35	91,6	115,5	351	67,0	102,4
36	85,6	110,1	361	87,2	112,8
			362	64,5	75,5
			363	75,0	107,0
			364	-	78,7
37	134,9	48,2	371	103,3	107,7
			372	94,7	57,7
			373	84,8	77,4
38	85,4	95,1	381	21,6	24,5
			382	83,5	54,9
			383	95,3	140,9
			384	73,5	93,2
			385	97,7	113,5
39	105,4	77,5	391	125,8	115,9

Observação: A falta do dado de produção indica que o cruzamento só foi testado em um local.



**FIGURA 1** - Distribuição de frequência das produções dos híbridos crípticos, expressas em % da média das testemunhas. Cruzamentos  $S_0 \times S_0$  e  $S_1 \times S_1$ , em Patos de Minas, nos anos de 1971/72 e 1972/73. A linha tracejada indica a média das testemunhas e a seta indica a produção da geração  $F_1$  entre as duas populações parentais.



**FIGURA 2** - Distribuição de frequência das produções dos híbridos crípticos, expressas em % da média das testemunhas. Cruzamento  $S_0 \times S_0$  e  $S_1 \times S_1$ , em Sete Lagoas, nos anos de 1971/72 e 1972/73. A linha tracejada indica a média das testemunhas e a seta, indica a produção da geração  $F_1$  entre as duas populações parentais.