

## **ANÁLISE COMPARATIVA DOS MÉTODOS DE OBTENÇÃO DE LINHAGENS “STANDARD” E HÍBRIDOS CRÍPTICOS**

*Eder Victor Braganti Toppa*

Eng. Agrônomo, Doutorando em Agricultura com ênfase em melhoramento de plantas da Faculdade de Ciências Agrônômicas - Unesp E-mail: edertoppa@fca.unesp.br

*Carlos Jorge da Silva*

Eng. Agrônomo, Doutorando em Agricultura com ênfase em melhoramento de plantas da Faculdade de Ciências Agrônômicas - Unesp E-mail: carloscjs82@gmail.com

*Tiago Zoz*

Eng. Agrônomo, Doutorando em Agricultura com ênfase em melhoramento de plantas da Faculdade de Ciências Agrônômicas - Unesp E-mail: tiago\_zoz@hotmail.com

*Tatiana Marcondes Novaes Silva*

Eng. Agrônomo, Doutoranda em Agricultura com ênfase em melhoramento de plantas da Faculdade de Ciências Agrônômicas - Unesp E-mail: Tati\_feis@hotmail.com

**RESUMO** - Os mais diversos programas de melhoramento genético de plantas freqüentemente tem empregado o método “Standard” para a obtenção de linhagens endogâmicas, que são utilizadas na síntese de híbridos, apesar do mesmo ser bastante moroso. Na vertente de se obter novas alternativas, o método dos Híbridos Crípticos foi proposto com a finalidade de aumentar a eficiência e diminuir o tempo requerido na extração da linhagem. O uso limitado do método dos Híbridos Crípticos em programas de melhoramento implica na falta de informações que permitam aos melhoristas avaliar seu potencial, o que, conseqüentemente, impede que o método se torne de uso comum. Em razão do exposto, torna-se relevante analisar o método dos Híbridos Crípticos comparativamente com o método “Standard”, procurando-se ressaltar algumas de suas deficiências e as principais diferenças entre os métodos.

**Palavras-chave:** Extração de linhagens, híbridos, alógamas, espécies mistas.

## **GENERATION OF INBRED LINES USING THE STANDARD METHOD AND CRYPTIC HYBRID METHOD**

**ABSTRACT** - The different plant breeding programs have often used the Standard method to generate inbred lines, despite it being so expensive and time consuming. Aiming to new alternatives, the cryptic hybrid method was proposed to increase the efficiency to generate that lines. The limited use of cryptic hybrid method in plant breeding programs entails the not enough information to assess its potential, which in turn impedes their common use. In this sense, is important to get information about both methods, looking for evidencing some deficiencies and the main differences.

**Key-words:** Generation of inbred lines, hybrids, panmitic species, mixed-pollination species.

### **INTRODUÇÃO**

A hibridação no sentido mais amplo é de grande interesse no melhoramento da maior parte das espécies cultivadas, tanto para a exploração da heterose como para promoção da variabilidade genética em populações. Diversos tipos de híbridos podem ser sintetizados, mas os mais importantes são aqueles obtidos com o emprego de linhagens endogâmicas.

O desenvolvimento das linhagens dos híbridos tem sido feito principalmente pelo chamado método “Standard”. As populações base, constituídas de variedades adaptadas de população 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 um

conjunto de cruzamentos denominado de “topcross” 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 processo convencional de produção de híbridos 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, corroborando, portanto, para que o método “Standard” seja ainda o mais empregado nos diversos programas de melhoramento de plantas, com considerável êxito.

Obstante as problemáticas inerentes ao método “Standard” de obtenção de linhagens, Lonquist; Willians (1967) e Hallauer (1967) propuseram uma outra metodologia. O método é baseado no comportamento de híbridos crípticos, e necessita de populações prolíficas para sua execução. Isto porque são necessárias autofecundações e cruzamentos simultaneamente em uma mesma planta. 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 serem utilizadas na síntese de diferentes tipos de híbridos.

Ao encontro da necessidade de informações que permitam realizar discussões mais amplas a respeito dos métodos de obtenção de linhagens, nesta revisão será referenciado o método “Standard” para obtenção de linhagens endogâmicas, que compõe o aplicado convencionalmente no processo de hibridação, procurando-se ressaltar algumas de suas deficiências e as principais diferenças deste método com relação ao dos Híbridos Crípticos.

#### **MÉTODO “STANDARD” DE OBTENÇÃO DE LINHAGENS**

As linhagens que farão parte da constituição híbrida podem ser obtidas de qualquer material segregante (populações crioulas, populações melhoradas, compostos, sintéticos ou gerações avançadas de híbridos). Entretanto, espera-se que as melhores linhagens provenham de material previamente melhorado por alguma modalidade de seleção.

A técnica da autofecundação é a mais comumente utilizada para a extração das linhagens (PATERNIANI, 1987). O melhoramento para a produção de híbridos de linhagens envolve a realização 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.

Existem vários métodos que podem ser usados para isolar linhagens endogâmicas; Sobre o assunto há revisões detalhadas publicadas por Paterniani (1966) e Russel (1976b). Dentre os métodos citados por estes autores, alguns dependem da existência prévia de boas linhagens e outros levam propriamente à extração de novas linhagens a partir de variedades, como é o caso do método “Standard”.

No método “Standard” a seleção é conduzida entre e dentro das progênies a medida que se procede o trabalho de endogamia. As plantas são selecionadas por seus caracteres fenotípicos: vigor, resistência às moléstias e bons caracteres agrônômicos. Este método é dos mais

utilizados até os dias atuais, e suas bases genéticas estão fundamentadas no trabalho apresentado por Shull (1909).

A observação a ser realizada sobre o respectivo método supracitado é que este apresenta a desvantagem de exigir de cinco a seis anos somente para se obter 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 o método “Standard”. Neste último, as linhagens são obtidas de modo aleatório, ficando incerta a heterose que as mesmas mostrarão nos cruzamentos futuros.

Como se não bastasse o demasiado período de tempo requisitado para a extração das linhagens no método “Standard”, menciona-se também que somente após a obtenção da linhagem se procede a avaliação final da mesma através da sua capacidade geral e específica de combinação, expressões estas conceituadas por Sprague; Tatum (1942). Normalmente as linhagens são primeiro testadas quanto à sua capacidade geral de combinação por meio dos “topcross”, que 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 experimentos de competição. Em seqüência, as linhagens selecionadas na avaliação da capacidade geral de combinação são examinadas com relação à capacidade específica de combinação, que é feita pela utilização de cruzamentos simples em todas as combinações possíveis entre um grupo de linhagens selecionadas. A execução do teste de capacidade específica de combinação exige, no mínimo, dois anos de experimentação. 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.

Por conseguinte, somando-se o tempo gasto na extração das linhagens ao de suas avaliações quanto à capacidade combinatória, pelo menos dez anos são necessários para se obter um híbrido de linhagem do método “Standard”. No tocante, a necessidade de se testar as linhagens em combinações híbridas, e a identificação de combinações particulares que sejam superiores em produção para uma série de ambientes, torna o método bastante moroso.

#### **MÉTODO DOS HÍBRIDOS CRÍPTICOS**

Como conseqüência 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 (MAGNAVACA, 1973).

O método dos Híbridos Crípticos foi sugerido por Lonquist e Willians (1967) e Hallauer (1967), visando a obtenção de híbridos superiores com base no aumento da frequência de genes complementares e no conseqüente aumento da capacidade específica de combinação (LOPES et al., 2001). Por este método, pelo menos uma das plantas utilizadas nos cruzamentos deve ser prolífica, sendo uma das estruturas reprodutivas usada para o cruzamento interpopulacional, e a outra, para a produção de família endogâmica. Os híbridos resultantes do primeiro cruzamento interpopulacional ( $S_0 \times S_0$ ), são avaliados de acordo com as características agrônômicas de interesse. As sementes autofecundadas de cada planta constituirão a primeira geração de autofecundação ( $S_1$ ) para a obtenção das linhagens. Selecionam-se as melhores progênies  $S_1$  correspondentes aos híbridos  $S_0 \times S_0$  superiores, as quais são semeadas em linhas pareadas. Autofecundam-se e cruzam-se novamente os pares de plantas em que pelo menos uma delas seja prolífica. Os cruzamentos  $S_1 \times S_1$  são avaliados e as progênies  $S_2$  correspondentes aos híbridos superiores são selecionadas e semeadas novamente em fileiras pareadas. O método recomenda que o procedimento descrito seja repetido por várias gerações de autofecundação, até se atingir um grau de endogamia satisfatório, avaliando-se a cada geração as linhagens obtidas para capacidade específica de combinação. Os autores do método, conceituam as famílias de irmãos germanos interpopulacionais como sendo híbridos duplos crípticos. Isto porquê, os indivíduos das populações, são caracterizados como os híbridos simples oriundos do cruzamento entre duas linhagens que o melhorista ainda não tem, e portanto são linhagens ocultas ou crípticas. Desse modo, o 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.

O trabalho de Lonquist; Willians (1967) realizado com a cultura do milho, demonstra o comportamento quanto a produção de grãos de famílias de irmãos germanos interpopulacionais derivadas de duas variedades sintéticas melhoradas. Neste estudo foram utilizadas as populações  $SSS_{III}$  e  $B_{IV}$ , nos ciclos III e IV de seleção recorrente para capacidade geral de combinação. Um total de 102 híbridos crípticos ( $S_0 \times S_0$ ) foram obtidos e avaliados em dois anos consecutivos, constatando uma grande variação para a heterose que apresentou média de 31%, com uma amplitude de -8% a 51%. Dos cinco 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 experimentos de competição, a produção de grãos dos dois tipos de híbridos ( $S_0 \times S_0$  e  $S_1 \times S_1$ ) foi essencialmente igual. 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 solicitado para o desenvolvimento de híbridos superiores.

Como o melhoramento prévio das populações é feito as 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 conseqüência do melhoramento das populações, é a chave para a produção dos híbridos duplos crípticos.

Hallauer (1973) descreve os resultados de ganho de produção obtidos pela utilização do método dos Híbridos Crípticos, após seis gerações de teste. O trabalho foi realizado com as populações "Iowa Two-ear Synthetic" (BSTE) e "Pioneer Two-ear Composite" (PHPRC). Dos 144 cruzamentos  $S_0 \times S_0$  inicialmente testados, apenas dois excederam os seis híbridos testemunhas, no entanto, em  $S_5 \times S_5$  todos os 14 híbridos simples selecionados excederam a média das testemunhas, sendo sete destes significativamente superiores a melhor das testemunhas.

Os experimentos de Magnavaca (1973) com a aplicação da metodologia proposta por Lonquist; Willians (1967) e Hallauer (1967), discrimina resultados de duas gerações ( $S_0$  e  $S_1$ ) de obtenção de linhagens em duas populações de milho, Cateto Colômbia Composto e Dentado Composto A. O autor revela que a produtividade de alguns híbridos crípticos  $S_1 \times S_1$ , mostraram-se superiores a dois dos melhores híbridos comerciais para a época, o que leva a prever a possibilidade de se obter linhagens para a síntese de híbridos de alta produtividade.

Em suma, analisando as considerações expostas sobre o método dos Híbridos Crípticos, teoricamente, este é excelente para a obtenção de híbridos de linhagens, uma vez que ao longo de sua execução estão previstos cerca de seis ciclos de seleção para avaliar a capacidade específica de combinação. Entretanto, uma das principais observações explicitadas sobre o método, se não a principal, é que o Híbrido Críptico apresentou uso bastante limitado em programas de melhoramento de espécies alógamas, preponderantemente pela excessiva perda de vigor da linhagem fêmea com a série de endogamia. Naturalmente a produção massiva de sementes  $F_1$ , com vistas a hibridação comercial, requer fêmeas altamente produtivas, em decorrência de níveis relativamente baixos de depressão endogâmica. O vigor das linhagens femininas é indispensável para que a semente híbrida tenha um custo acessível ao agricultor.

Observado o exposto da utilização do método em alógamas, logo supõe-se que a metodologia dos Híbridos Crípticos possa ser uma ferramenta potencial no melhoramento de espécies que apresentam o sistema reprodutivo do tipo misto, como a mamona (*Ricinus communis* L.) por exemplo, em razão de que nestas espécies a depressão endogâmica sugerida por sucessivas autofecundações é insipiente.

## CONCLUSÃO

Apesar do uso restrito do método dos Híbridos Crípticos em programas de melhoramento genético de plantas, observa-se a possibilidade de se produzir híbridos com excelentes níveis de produtividade. Neste sentido, o método dos Híbridos Crípticos desponta como uma importante alternativa aos programas de melhoramento genético de espécies que possuem o sistema reprodutivo do tipo misto. Espera-se que a aplicação da metodologia nestas espécies possa representar um ganho de tempo na produção de híbridos, visto que o método corresponde essencialmente a um teste precoce de combinação através de cruzamentos entre plantas individuais, e o maior desafio na obtenção de híbridos superiores é identificar precocemente populações divergentes que se combinem bem. Outrossim, a diminuta perda de vigor da linhagem feminina destas espécies durante a condução da metodologia, garante a produção massiva sementes

## REFERÊNCIAS

- HALLAUER, A. R. Development of single-cross hybrids from two-eared maize populations. **Crop Science**, Madison, n. 7, p. 192-195, 1967.
- HALLAUER, A. R. Hybrid development and populations improvement in maize by reciprocal full-sib selection. **Egyptian Journal of Genetics and Cytology**, Giza, v. 2, p. 84-101, 1973.
- LONNQUIST, J. H.; WILLIAMS, N. E. Development of maize hybrids through among full-sib families. **Crop Science**, Madison, n. 7, p. 369-370, 1967
- LOPES, M. T. G.; VIANA, J. M. S.; LOPES, R. Adaptabilidade e estabilidade de híbridos de famílias endogâmicas de milho obtidos pelo método dos Híbridos Crípticos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 36, n. 3, p. 483-491, 2001.
- MAGNAVACA, R. **Aplicação do método dos híbridos crípticos para obtenção de linhagens de milho (*Zea mays*, L.)**. 1973. 52 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1973.
- PATERNIANI, E. **Melhoramento e produção do milho no Brasil**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. 650 p.
- PATERNIANI, E. Genética e melhoramento do milho. In: KRUG, C. A. et al. **Cultura e adubação do milho**. São Paulo: Instituto Brasileiro de Potassa, 1966. p. 109-148.
- RICHEY, F. D. Corn breeding. **Advances in Genetics**, New York, n. 3, p. 159-192, 1950.
- RUSSEL, W. A. **Obtenção e avaliação de linhagens de milho**. São Paulo: Fundação Cargill, 1976. 53 p.
- SHULL, G. H. A pure line method of corn breeding. **Report of the American Breeders Association**, Washington, DC, v. 5, p. 51-59, 1909.
- SPRAGUE, G. F.; TATUM, L. A., General vs specific combining ability in single crosses of corn. **Journal of the American Society of Agronomy**, Madison, v. 34, p. 923-932, 1942

Recebido em 08 01 2012

Aceito em 29 03 2012