

## DIVERGÊNCIA GENÉTICA ENTRE HÍBRIDOS DE MILHO POR MEIO DE ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS

## GENETIC DIVERGENCE AMONG CORN HYBRIDS BY THE PRINCIPAL COMPONENTS ANALYSIS

<sup>1</sup>RODRIGUES FILHO, P. R.; <sup>1</sup>NUNES, J. G. S.; <sup>1</sup>ZOZ, T.; <sup>1</sup>NOGUEIRA, P.A.G.

<sup>1</sup>Curso de Agronomia –Faculdades Integradas de Ourinhos-FIO/FEMM

### RESUMO

O estudo da divergência genética entre genótipos de determinada espécie é importante para o direcionamento dos cruzamentos de modo que possibilitem a obtenção de ganho genético. O presente trabalho foi elaborado com o objetivo de avaliar a divergência genética entre cultivares híbridos de milho por meio da análise de componentes principais. O experimento foi implantado a campo na fazenda experimental pertencente as Faculdades Integradas de Ourinhos - FIO, na safra de verão. O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso com quatro repetições. Os tratamentos foram compostos por 15 híbridos de milho. Os caracteres avaliados foram os seguintes: altura de planta, altura de inserção de espiga, diâmetro do colmo, número de grãos por espiga, comprimento de espiga, massa de 100 grãos e rendimento de grãos. Existe divergência genética com base nos caracteres estudados entre os híbridos de milho avaliados. Para a obtenção de híbridos superiores, a recombinação deve ser realizada entre linhagens extraídas de híbridos de diferentes programas de melhoramento.

**Palavras-chave:** Linhagens. Recombinação. Variabilidade. *Zea mays*.

### ABSTRACT

The study of genetic divergence among genotypes of a given species is important for direction of the crossings in order to enable the obtaining genetic gain. This study was conducted with the objective of assessing the genetic divergence among varieties of corn hybrids by principal component analysis. The trial was carried in the field at the experimental farm of Faculdades Integradas de Ourinhos - FIO, on the summer harvest. The experimental design was a randomized block with four replications. The treatments consisted of 15 corn hybrids. The traits evaluated were: plant height, spike insertion height, stem diameter, number of grains per spike, spike length, weight of 100 grains and grain yield. There is genetic divergence based on the characters studied among corn hybrids evaluated. To obtain superior hybrids, recombination should be performed between lineages extracted of hybrids from different breeding programs.

**Keywords:** Lineages. Recombination. Variability. *Zea mays*.

### INTRODUÇÃO

Entre as plantas cultivadas, o milho é uma das mais antigas e seu alto nível de domesticação, associado ao intenso trabalho de melhoramento genético, tornou esta cultura altamente dependente da ação humana, sendo amplamente utilizado para produção de inúmeros produtos, que compreendem desde o campo farmacêutico até a fabricação de cosméticos, graxas, resinas, etc. (CIB, 2008), possuindo assim, as mais diversificadas formas de uso, podendo ser destinado tanto para o consumo humano e para alimentação de animais quanto para a

indústria de alta tecnologia, fato este que caracteriza sua grande importância econômica. (MAGALHÃES et al, 2002).

O uso comercial de híbridos simples de milho foi proposto por Shull em 1908 a partir de seu trabalho com endogamia e heterose, entretanto sua aplicação não teve o sucesso esperado. (BORÉM; MIRANDA, 2009).

Foram três os motivos do insucesso da adoção de sementes híbridas pelos produtores: 1) As sementes híbridas tinham um custo muito elevado; 2) Devido ao fato do genitor feminino ter pouco vigor as sementes híbridas apresentavam endosperma reduzido e tegumento rugoso; 3) A heterose manifestada pelo híbrido era reduzida devido ao fato das linhagens utilizadas serem do mesmo grupo heterótico. (BORÉM; MIRANDA, 2009).

Diante disso Jones (1918) propôs uma alternativa, a utilização de híbridos duplos para viabilizar a comercialização da semente híbrida e mais tarde Kiesselbach (1930) propôs o uso de gerações avançadas de híbridos simples (F2 e F3) como parentais na produção de sementes de híbrido duplo. (BERNINI et al., 2012).

Os primeiros híbridos comerciais de milho apareceram na década de 30, substituindo gradativamente as variedades de polinização aberta e no final da década de 30, os híbridos já apresentavam 75% da área cultivada com milho nos Estados Unidos, alcançando o índice de 95% na década de 60. (BUENO et al., 2001).

Segundo Paterniani (1978), as vantagens do vigor de híbrido ou heterose são: 1) Associar características de genitores distintos no menor espaço de tempo possível; (2) obter genótipos superiores em um prazo relativamente curto; (3) utilizar interações gênicas na geração híbrida; (4) produzir genótipos uniformes; (5) conseguir menor interação com o ambiente da geração F<sub>1</sub> e (6) produzir sementes de milho híbrido comercialmente, com reflexos favoráveis sobre a economia da região.

Os métodos multivariados, em que diversos caracteres podem ser dimensionados simultaneamente, têm oferecido contribuições efetivas na identificação de genótipos para serem utilizados em programas de melhoramento genético de várias culturas. (SANTOS et al., 2000).

A Análise de Componentes Principais (ACP) é um dos métodos estatísticos mais usados quando se pretende analisar dados multivariados. (RODRIGUES, 2006).

Esta análise sintetiza a variação multidimensional dos dados, ordenando-os nos eixos do diagrama de acordo com a similaridade das variáveis consideradas conforme citam Alvarenga e Davide (1999), e utiliza a distância Euclidiana ou a distância generalizada de Mahalanobis como uma medida de dissimilaridade, de acordo com Cruz e Regazzi (1997).

A determinação da dissimilaridade genética, onde diversos caracteres podem ser dimensionados simultaneamente nos genótipos, se apresenta como muito vantajosa na identificação da variabilidade genética (MOURA, et al., 1999).

Avaliar o padrão de dissimilaridade nos diferentes ambientes da rede, quanto a sua capacidade de apontar quais os mais promissores, é de grande interesse para os programas de melhoramento, pois permite ao melhorista identificar o grau de representatividade de sua rede experimental (CRUZ, 2006).

Diante do exposto, o presente trabalho foi elaborado com o objetivo de avaliar a divergência genética entre cultivares híbridos de milho por meio da análise de componentes principais.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental pertencente às Faculdades Integradas de Ourinhos – FIO, no município de Ourinhos, situada nas seguintes coordenadas 22°58'44" S e 49°52'14" W, e altitude de 483 metros

O solo foi classificado como Latossolo Vermelho distrófico (LVd). As características químicas e físicas do solo são apresentadas na Tabela 1.

**Tabela 1.** Características químicas e físicas do solo na camada de 0 – 20 cm antes da implantação do experimento

Camada	Ca	Mg	K	Al	H+Al	SB	CTC	MO	V	Al	P	
<b>Cm</b>	----- mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----						g dm <sup>-3</sup>	----- % -----	mg dm <sup>-3</sup>			
<b>0-20</b>	23,0	8,0	1,4	0,0	31,0	32,0	63,0	16,0	51,0	0,00	20,0	
	Micronutrientes						Granulometria					
Camada	Fe	Mn	Cu	Zn	B	pH CaCl	Areia	Silte	Argila			
<b>Cm</b>	----- mg dm <sup>-3</sup> -----						----- g kg <sup>-1</sup> -----					
<b>0-20</b>	55,0	11,1	2,0	1,0	0,37	5,10	640	98	263			

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso com quatro repetições. Os tratamentos foram compostos por 15 híbridos de milho, apresentados na Tabela 2.

**Tabela 2.** Características dos híbridos utilizados no experimento

Híbrido	Tipo de Híbrido	Ciclo	Tipo de grão
2B 587 PW	Híbrido Simples	Precoce	Semi-duro
2B 710 PW	Híbrido Simples	Precoce	Semi-duro
2B 604 PW	Híbrido Simples	Precoce	Duro
DKB 390 PRO2	Híbrido Simples	Precoce	Semi-duro
DKB 310 PRO	Híbrido Simples	Semi-Precoce	Semi-duro
DKB 340 PRO	Híbrido Simples	Precoce	Semi-duro
DKB 175 PRO2	Híbrido Simples	Precoce	Semi-duro
ADV 9434	Híbrido Simples	Precoce	Semi-duro
ADV 9275	Híbrido Simples	Precoce	Semi-duro
GNZ 9626 PRO	Híbrido Simples	Precoce	Semi-duro
GNZ 9688 PRO	Híbrido Simples	Precoce	Duro
GNZ 9505 Yeldgard	Híbrido Simples	Super-Precoce	Semi-duro
SYN 7316 VIP	Híbrido Simples	Precoce	Semi-duro
SYN 9617 TL	**	**	**
SYN PRÉ-COMERCIAL	**	**	**

A semeadura foi realizada no dia 15 de novembro de 2012, em sistema de plantio direto, a profundidade de 7,0 cm sendo distribuídas três sementes por metro. O espaçamento entrelinhas adotado foi de 0,5 m. A parcela foi composta por oito linhas com 5,0 m de comprimento.

A adubação de base foi realizada com aplicação 350 kg ha<sup>-1</sup> do fertilizante formulado 06-24-12. A adubação de cobertura foi realizada aos 22 dias após a semeadura aplicando-se 100 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio na forma de nitrato de amônia. Para o controle de plantas daninhas foi aplicado 3,0 L ha<sup>-1</sup> de glyphosate e 75 ml ha<sup>-1</sup> de carfentrazona-etílica.

Ao fim do ciclo da cultura as seguintes características foram avaliadas:

- Altura de planta – medida do solo até o ápice da planta;
- Altura de inserção da espiga – medida do solo até a base da espiga;
- Diâmetro do colmo – medido com um paquímetro no primeiro entrenó da planta;
- Comprimento de espiga – medida da base até o ápice da espiga;
- Número de grãos por espiga – obtido através da multiplicação do número de fileiras por espiga pelo número de grãos em uma fileira de grãos;

- Massa de 100 grãos – obtido através da média do peso de quatro amostras de 100 grãos em cada parcela;
- Produtividade – obtida através da colheita e trilha de todas as plantas da área útil da parcela e posteriormente convertida em  $\text{kg ha}^{-1}$ .

Para a análise de componentes principais foram utilizadas, as médias gerais de cada híbrido para cada uma das características avaliadas. Os dados foram padronizados dividindo-se cada média pelo desvio-padrão da variável, da seguinte forma: médias padronizadas =  $x/Sx$ ; onde  $x$  é a variável e  $Sx$  o desvio-padrão desta variável.

Após o descarte de cada variável julgada como a que menos contribuí para a variação acumulada, uma nova análise de componentes principais será realizada e assim sucessivamente.

Através deste método serão geradas as médias padronizadas, as matrizes de correlações, estimativas dos autovalores, conjunto de autovetores associados, conjunto de cargas totais associadas e escores em relação aos componentes principais.

Este método foi utilizado, principalmente, para fornecer a tabela de estimativa dos autovalores que indica, em porcentagem, quanto que cada característica contribuiu para explicar a variação total dos dados. Quando esta porcentagem se concentra nas primeiras características sabe-se que deve parar com o processo de descarte de variáveis. Além disso, seu uso foi importante para obtenção da matriz de correlação entre as variáveis em questão permitindo averiguar se a característica indicada para descarte pelo método de Singh (1981) possuía alta correlação com alguma outra mantendo a sua representatividade, ou mesmo, para descarte de variáveis redundantes não detectadas pelo método de Singh (1981).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Por meio da análise de variância univariada pode-se verificar efeito significativo dos tratamentos em todos os caracteres avaliados, evidenciando a existência de variabilidade.

Pode-se observar que o componente principal 1 (CPA1) apresentou correlação positiva de alta magnitude com a altura de planta (0,89), altura de inserção de espiga (0,92) (Tabela 3). Essa análise é utilizada para evidenciar os

caracteres que estão mais correlacionados a cada componente principal (LEDO et al., 2003), e possibilita inferências acerca da magnitude e da direção da associação (BENIN et al., 2009). Com isso, quando objetivo for a melhoria simultânea de altura de planta e altura de inserção de espiga, os cruzamentos deverão ser direcionados com base no CPA1.

Por outro lado, se o objetivo for melhorar o rendimento de grãos e o número de grãos por espiga, os cruzamentos deverão ser direcionados com base no CPA2, uma vez que tal componente apresentou correlação positiva de alta magnitude com ambas características (Tabela 3).

**Tabela 3.** Quadrados médios da análise de variância univariada e correlação de Pearson entre os caracteres e os dois primeiros componentes principais (CPA1 e CPA2), para sete caracteres agronômicos de quinze híbridos de milho.

Fonte de variação	G.L.	Caracteres <sup>(1)</sup>						
		ALT	INS	DIM	NGE	CPE	M100	REND
Bloco	3	0,09	0,04	0,18	290,52	0,84	2,45	3482360,8
Híbridos	14	0,14**	0,07**	13,20**	10139,74**	4,36**	60,99**	5374141,2**
Resíduo	42	0,01	0,00	0,76	899,85	1,82	2,43	1068704,8
C.V. (%)	-	2,94	3,64	3,31	5,11	7,28	4,09	11,66
Correlação de Pearson								
CPA1	-	0,89**	0,92**	0,52*	-0,42	0,55*	0,70**	0,48
CPA2	-	0,09	0,10	0,25	0,77**	0,12	-0,52*	0,70**

<sup>(1)</sup> ALT - altura de planta, INS – altura de inserção da primeira espiga, DIM - diâmetro do colmo, NGE - número de grãos por espiga, CPE – comprimento da espiga, M100 - massa de 100 grãos e REND - rendimento de grãos de híbridos de milho. \*\*, \*: Significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste t respectivamente. G.L., grau de liberdade; C.V., coeficiente de variação.

Na Tabela 4 é apresentada a variância e a variância acumulada dos sete componentes principais. Os dois primeiros componentes principais explicam 64,87 % da variância total.

**Tabela 4 -** Variância de cada componente principal e sua importância em relação à variância total

Componente	Variância	Variância (%)	Variância Acumulada (%)
1	3,11	44,39	44,39
2	1,43	20,48	64,87
3	1,22	17,38	82,25
4	0,77	10,98	93,23
5	0,31	4,38	97,61
6	0,11	1,51	99,12
7	0,06	0,88	100,00

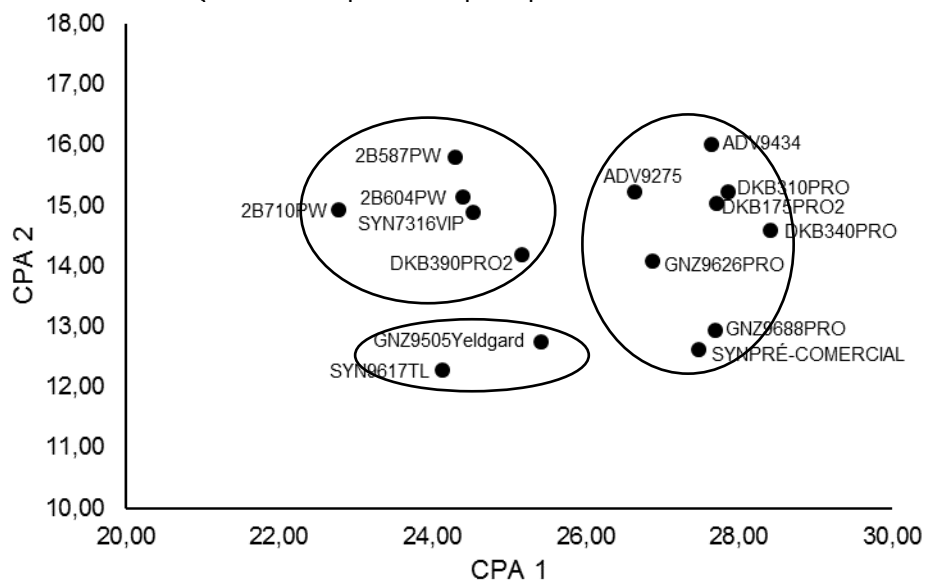
Na Figura 1, é apresentada a dispersão gráfica dos dados referentes aos caracteres avaliados nos 15 híbridos de milho. Os escores foram plotados em espaço bidimensional, com a distância desses pontos proporcional ao grau de

dissimilaridade entre os genótipos. Podemos verificar que foram formados três grupos. O primeiro grupo formado por cinco híbridos (2B587PW, 2B604PW, 2B710PW, SYN7316VIP e DKB390PRO2) dos quais três são oriundos do mesmo programa de melhoramento.

O segundo grupo foi formado por oito híbridos oriundos de apenas quatro programas de melhoramento de milho diferentes (ADV9434, ADV9275, DKB310PRO, DKB175PRO2, DKB340PRO, GNZ9626PRO, GNZ 9688PRO e SYN PRÉ-COMERCIAL). A ocorrência de vários híbridos do mesmo programa de melhoramento em um mesmo grupo se deve ao fato da base genética ser a mesma, com isso a dissimilaridade entre híbridos do mesmo programa de melhoramento é menor do que entre híbridos de diferentes programas de melhoramento (Figura 1). Diante disso, a maior probabilidade de obtenção de híbridos superiores ocorre através da recombinação de linhagens obtidas a partir da autofecundação de híbridos oriundos de diferentes programas de melhoramento

E o terceiro grupo foi formado por apenas dois híbridos (GNZ9505Yieldgard e SYN9617TL) de diferentes programas de melhoramentos (Figura 1).

**Figura 1** – Dispersão gráfica dos escores de 15 cultivares híbridos de milho em relação aos componentes principais 1 e 2



## CONCLUSÃO

Existe divergência genética com base nos caracteres estudados entre os híbridos de milho avaliados.

Para a obtenção de híbridos superiores, a recombinação deve ser realizada entre linhagens extraídas de híbridos de diferentes programas de melhoramento.

## REFERÊNCIAS

- ALVARENGA, M. I. N.; DAVIDE, A. C.; Características físicas e químicas de um Latossolo Vermelho-Escuro e a sustentabilidade de agroecossistemas. **Revista Brasileira de ciência do solo**, Viçosa, v. 23, n. 4, p. 933-942, 1999.
- BENIN, G.; SILVA, G. O.; PAGLIOSA, E. S.; LEMES, C.; SIGNORINI, A.; BECHE, E.; CAPELIN, M. A. Capacidade de combinação em genótipos de trigo estimada por meio de análise multivariada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 9, p. 1145-1151, 2009.
- BERNINI, C. S.; PATERNIANI, M. E. A. G. Z.; SAWAZAKI, E.; DUARTE, A. P.; GALLO, P. B.; GUIMARÃES, P.S. Depressão Endogâmica e Heterose em Híbridos de Populações F2 em Milho. **XXIX CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO**. Aguas de Lindóia, Agosto, 2012, p.3020-3026.
- BORÉM, A.; MIRANDA, G. V. **Melhoramento de plantas**. 5.ed. Viçosa: UFV, 2009. 529p.
- BUENO, L. C. S, MENDES, A. N. G.; CARVALHO, S. P. **Melhoramento de Plantas: princípios e procedimentos**. Lavras: UFLA 2001. 282 p.
- CIB – **CONSELHO DE INFORMAÇÕES SOBRE BIOTECNOLOGIA**. Disponível em: <<http://www.cib.org.br>>, Acesso em: 23 de agosto de 2013, 03H:24min.
- CRUZ, C. D. **Programa Genes: biometria**. Viçosa: UFV, 2006. 382p.
- CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Métodos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 1997. 390p.
- JONES, D. F. The effects of inbreeding and crossbreeding upon development. **Bulletin of the Connecticut Agricultural Experimental Station**, New Haven, v. 207, p. 5-100, 1918.
- LEDO, C. A. da S.; FERREIRA, D. F.; RAMALHO, M. A. P. Análise de variância multivariada para os cruzamentos dialélicos. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 6, p. 1214-1221, 2003.
- MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M.; CARNEIRO, N. P.; PAIVA, E. **Fisiologia do Milho**. 1 ed. Sete Lagoas: Circular Técnica, Embrapa Milho e Sorgo. 2002, 23p.



MOURA, W. M.; CASALI, V. W. D.; CRUZ, C. D.; LIMA, P. C. Divergência genética em linhagens de pimentão em relação a eficiência nutricional de fósforo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 2, p. 217-224, 1999.

PATERNIANI, E. **Melhoramento e produção do milho no Brasil**. Campinas: Fundação Cargill, 650 p., 1978.

RODRIGUES, P. C.; BRANCO, J. A. **A Análise de Componentes Principais sobre dados dependentes**. Universidade Nova de Lisboa, Lisboa – Portugal, 2006.

SANTOS, R. C.; MOREIRA, J. A. N.; FARIAS, R. H.; DUARTE, J. M. Classificação de genótipos de amendoim baseada nos descritores agromorfológicos e isoenzimáticos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 1, p. 55-59, 2000.

SINGH, D. The relative importance of characters affecting genetic divergence. **The Indian Journal of Genetics e Plant Breeding**, New Delhi, v. 41, p. 237-245, 1981.