

Capacidade de Combinação de Características de Produção de Ovos de Linhagens de Matrizes de Frango de Corte, Usando Análise de Componentes Principais¹

Valéria Maria Nascimento Abreu², Martinho de Almeida e Silva³, Cosme Damião Cruz⁴, Élsio Antônio Pereira de Figueiredo⁵, Paulo Giovanni de Abreu⁶

RESUMO - Este trabalho foi realizado com cruzamentos simples (dialelo completo) dentro de três linhagens fêmeas (PP, KK e VV). O delineamento experimental foi em blocos casualizados consistindo de nove cruzamentos, de três blocos de 81 aves. As características de produção de ovos, no total de doze, foram número de ovos da 24^a - 32^a, 32^a - 40^a, 40^a - 48^a, 48^a - 56^a, 56^a - 64^a, 22^a - 66^a, 32^a - 66^a, 40^a - 66^a, 48^a - 66^a, 24^a - 40^a, 24^a - 48^a e 24^a - 56^a semana de vida das aves. Dois primeiros componentes principais explicaram mais de 98% da variação total das médias dos cruzamentos. No estudo da capacidade geral de combinação (CGC), com base nos escores dos dois primeiros componentes principais, foram selecionados pela CGC os progenitores PP e VV, para o componente principal 1, e apenas o progenitor PP, para o componente principal 2.

Palavras-chave: componente principal, capacidade de combinação, produção de ovos, linhagens de frango de corte

General Combining Ability of Egg Production Traits of Broiler Lines using Principal Components Analysis

ABSTRACT - This study was conducted using data from single crosses (diallel) within three female lines (PP, KK and VV). A completely randomized block design, with 81 single crosses treatments, three replicates with 81 broilers was used. The twelve production traits were: egg number during the periods of 24th-32nd, 32nd-40th, 40th-48th, 48th-56th, 56th-64th, 22nd-66th, 32nd-66th, 40th-66th, 48th-66th, 24th-40th, 24th-48th and 24th-56th weeks of age. The first two principal components explained more than 98% of total variance of the crosses means. In the study of the general combining ability (GCA), based on the scores of the first two principal components, the parent lines PP and VV were selected by GCA, for principal component 1, however for the principal component 2 the parent line selected was PP.

Key Words: principal component, combining ability, egg production traits, broiler lines

Introdução

A adoção dos componentes principais como critério para escolha de linhagens baseia-se no fato de ser uma estatística multivariada com propriedades interessantes para o melhoramento. Cada componente é uma combinação linear das características avaliadas e, portanto, considera, simultaneamente, o conjunto de atributos de interesse. Outro fato, talvez o de maior interesse, é a propriedade de reter, nos primeiros componentes estimados, as maiores frações da variabilidade total disponível. Assim, como o sucesso do melhoramento reside na existência de variabilidade, acredita-se que a seleção baseada em um componente de alto poder discriminatório possa levar a resultado satisfatório.

Componentes principais são combinações lineares de variáveis aleatórias ou estatísticas, que possuem propriedades especiais, em termos de variâncias. Entre essas propriedades especiais, destaca-se o fato de que o primeiro componente principal possui a máxima variância, tendo o segundo a segunda maior variância e, assim, sucessivamente, de forma que o máximo de informação, em termos de variação total, esteja contido nos primeiros componentes. Além disso, os componentes principais são independentes entre si (ANDERSON, 1958).

Segundo BAKER et al. (1988), a análise dos componentes principais pode revelar relações não identificadas previamente, contribuindo para melhor interpretação dos dados. Além disso, muitas vezes, a mesma representa um método de explicação da es-

¹ Parte do trabalho de tese de D.S. do primeiro autor, financiada pela CAPES/UFV/EMBRAPA.

² Pesquisador EMBRAPA/CNPq, bolsista da CAPES.

³ Professor da Universidade Estadual do Norte Fluminense.

⁴ Professor da Universidade Federal de Viçosa.

⁵ Pesquisador EMBRAPA/CNPq, bolsista do CNPq.

⁶ Pesquisador EMBRAPA/CNPq.

trutura de covariância entre as várias características medidas em uma população animal.

Para CRUZ e REGAZZI (1994), a viabilidade de utilização dos componentes principais, em estudos sobre divergência genética, dependerá da possibilidade de resumir o conjunto de variáveis originais em poucos componentes, o que significará ter aproximação do comportamento dos indivíduos (progenitores), oriundos de um espaço n-dimensional (n = número de caracteres estudados) em um espaço bi ou tridimensional. Quando esse requisito for satisfeito, a referida técnica proporcionará simplificação considerável nos cálculos estatísticos e na interpretação dos resultados com relação aos demais métodos alternativos, principalmente quando o número de progenitores avaliados for relativamente grande. Os indivíduos avaliados podem ser representados em um gráfico cartesiano bidimensional, sendo os eixos constituídos pelos escores dos dois primeiros componentes. Contudo, segundo CRUZ (1990), a avaliação da divergência em análise gráfica e o estabelecimento de grupos de similaridade com base na simples inspeção visual da dispersão são questionáveis e podem, às vezes, não ser tão claros na visualização do grau de similaridade entre os indivíduos estudados. Existem casos em que a análise não consegue resumir o complexo de informações das variáveis originais, ou seja, os dois ou três primeiros componentes principais contêm porcentagem da variância total insuficiente para avaliação segura da similaridade. Então, para se complementarem as informações da dispersão gráfica, são utilizadas técnicas de análise de agrupamento, que permitem o estabelecimento de grupos de maneira menos subjetiva que os exames visuais (CRUZ, 1990).

Na pesquisa agrícola a técnica teve sua exploração mais acentuada a partir da década de 70, devido à maior disponibilidade de recursos computacionais. Dessa forma, autores como MALUF e FERREIRA (1983), OLIVEIRA (1989) utilizaram a técnica de componentes principais em estudos com feijão e CARVALHO (1993) em algodão.

Os componentes principais são pouco utilizados na área animal e podem ser encontrados em estudos como de BAKER et al. (1988), examinando características de puberdade e de crescimento em touros e novilhas, e também ABEYWARDENA (1972), que recomendou a técnica como um método de estimação de repetibilidade em animais ou árvores. Estudos mais recentes foram feitos por FONSECA (1991), avaliando o crescimento das relações de alometria em linhagens especializadas na produção de frangos, e SAKAGUTI (1994), na avaliação de cruzamentos

dialéticos em coelhos.

Objetivou-se com este trabalho estudar a capacidade de combinação entre linhagens de matrizes de frango de corte, por meio da técnica de componentes principais, utilizando dados de características de produção de ovos.

Material e Métodos

Os dados foram provenientes de experimento realizado no Setor de Melhoramento Genético de Aves (SMGA) do Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves (CNPISA), da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), em Concórdia, Santa Catarina, no período de janeiro de 1994 a dezembro de 1995.

As aves deste experimento foram oriundas do cruzamento em dialelo completo dentro de três linhagens maternas (KK, PP e VV). Dessa forma, foram gerados nove cruzamentos das maternas, que foram alojadas em gaiolas.

Linhagem (linha materna)	
<i>Strain (maternal line)</i>	
Progenitor	
Macho	Fêmea
<i>Male</i>	<i>Female</i>
1 – PP	1 – PP
2 – KK	2 – KK
3 – VV	3 – VV

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, consistindo de nove cruzamentos, três blocos de 81 aves.

As 12 características de produção de ovos estudadas foram número de ovos da 24^a - 32^a (P1); 32^a - 40^a (P2); 40^a - 48^a (P3); 48^a - 56^a (P4); 56^a - 64^a (P5); 22^a - 66^a (P6); 32^a - 66^a (P7); 40^a - 66^a (P8); 48^a - 66^a (P9); 24^a - 40^a (P10); 24^a - 48^a (P11) e 24^a - 56^a (P12) semana de vida das aves. Estas características foram obtidas por meio de anotações diárias do número de ovos.

As análises foram realizadas utilizando-se o programa GENES (CRUZ, 1997).

A técnica de componentes principais consiste em transformar o conjunto de n variáveis padronizadas $x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{in}$ em um novo conjunto de $Y_{i1}, Y_{i2}, \dots, Y_{in}$, em que os $Y_{i,s}$ são funções lineares do $x_{i,s}$ e independentes entre si.

As seguintes propriedades são verificadas:

a) Se Y_{ij} é um componente principal, então:

$$Y_{ij} = a_1 x_{i1} + a_2 x_{i2} + \dots + a_n x_{in}$$

b) Se Y_{ij}' é outro componente principal, então:

$$Y_{ij}' = b_1 x_{i1} + b_2 x_{i2} + \dots + b_n x_{in}$$

$\sum_j a_j^2 = \sum_j b_j^2 = 1$
 $\sum_j a_j b_j = 0$, ou seja, os componentes são não-correlacionados.

c) Entre todos os componentes, Y_{i1} apresenta a maior variância; Y_{i2} , a segunda maior e assim sucessivamente.

CRUZ e REGAZZI (1994) mostram que os componentes principais podem ser obtidos pelo sistema:

$$\det = (R - \lambda_1 I)a = 0$$

em que

R = matriz de correlação entre as médias estimadas dos cruzamentos;

λ_1 = raízes características (ou autovalores) de R; e

a = vetor característico (ou autovetor) associado aos autovalores.

Assim, os autovalores de R correspondem às variâncias de cada componente e os autovetores normalizados correspondem aos coeficientes de ponderação dos caracteres padronizados.

Após a determinação do número de componentes principais, que envolveram um mínimo de 80% da variação disponível, foram estimados os escores para cada componente principal. A importância relativa de um componente, que é avaliada pela percentagem da variância total que esse explica, foi calculada por:

$$\text{Importância de } Y_j = \frac{V(Y_j)}{\sum_{j=1}^n V(Y_j)} = \frac{\lambda_j}{\sum_{j=1}^n \lambda_j} = \frac{\lambda_j}{\text{Tr}(R)}$$

Em seguida, foi realizada a análise (univariada) dialélica dos escores dos componentes principais que

envolveram, no mínimo, 80% da variação total e, também, foram determinadas as estimativas do efeito da capacidade geral de combinação (\hat{g}_i) e da capacidade específica de combinação (\hat{s}_{ii} e \hat{s}_{ij}), recíproco (\hat{r}_{ij}) e média (F1 e recíproco) dos dois primeiros componentes principais.

Resultados e Discussão

Com apenas dois componentes principais, foi possível reunir mais de 98% da variação total disponível entre as médias de cruzamentos, em que o primeiro componente foi responsável por cerca de 66% e o segundo, aproximadamente, por 32% dessa variação, como mostrado na Tabela 1.

Na Tabela 2, são apresentados os coeficientes de ponderação de cada característica e suas correlações com os dois primeiros componentes principais.

Observa-se que o primeiro componente está mais correlacionado com o período total de produção (P6), que é a característica de grande importância no estudo de matrizes para corte, mas, também, apresenta alta correlação com várias outras características. Esse componente principal, então, é o componente denominado de produção total. O segundo componente está mais correlacionado com P1 (24-32 semanas) e P10 (24-40 semanas), ou seja, períodos em que as aves iniciam e chegam ao pico de postura. Por essa razão, esse componente, neste estudo, é denominado de componente de pico de postura.

Pela Tabela 3, observa-se que os maiores escores, para o primeiro componente principal, foram

Tabela 1 - Autovalores, explicação e percentagem acumulada dos componentes principais
 Table 1 - Eigenvalues, percentage and accumulated percentage of total variance accounted by principal components

Componente principal Principal component	Autovalores Eigenvalues	Explicação (%) Percentage of total variance	Porcentagem acumulada (%) Accumulated percentage
CP1	7,985514	66,54	66,54
CP2	3,830199	31,92	98,46
CP3	0,138591	1,15	99,61
CP4	0,040215	0,33	99,95
CP5	0,005259	0,04	99,99
CP6	0,000143	0,01	100,00
CP7	0,000110	0,00	100,00
CP8	0,000077	0,00	100,00
CP9	0,000058	0,00	100,00
CP10	0,000002	0,00	100,00
CP11	0,000069	0,00	100,00
CP12	0,000106	0,00	100,00

Tabela 2 - Coeficientes de ponderação das características (C) e seus coeficientes de correlações (r) com os dois primeiros componentes principais (produção total e pico de postura)
 Table 2 - Weighting coefficients of the traits and their correlation with the two principal components (egg production and egg production peak)

Característica Trait	Produção total Total production		Pico de postura Egg production peak	
	C	r	C	r
P1	0,0744	0,2099	0,4970	0,9729
P2	0,3228	0,9122	0,1788	0,3501
P3	0,3238	0,9149	-0,1706	-0,3334
P4	0,3173	8,8966	-0,2100	-0,4112
P5	0,3133	0,8855	-0,2208	-0,4321
P6	0,3397	0,9600	0,1393	0,2728
P7	0,3381	0,9559	-0,1497	-0,2931
P8	0,3205	0,9059	-0,2155	-0,4221
P9	0,3151	0,8906	-0,2256	-0,4415
P10	0,1455	0,4113	0,4653	0,9107
P11	0,2203	0,6228	0,3997	0,7821
P12	0,2913	0,8234	0,2887	0,5649

obtidos pelos cruzamentos 13 e 33. Já para o segundo componente, os maiores escores foram obtidos pelos cruzamentos 11 e 31.

Em razão de os resultados evidenciarem que os dois primeiros componentes envolvem mais de 98% da variação total disponível, obtém-se uma análise satisfatória da divergência genética, por meio da dispersão dos escores em gráficos cujos eixos são os referidos componentes.

A dispersão desses escores em eixos cartesianos é apresentada na Figura 1.

O gráfico de dispersão dos cruzamentos mostra que existe divergência genética entre os mesmos. Basicamente foram formados três grupos, o primeiro com os cruzamentos 13, 12 e 31, o segundo com os cruzamentos 33 e 32 e o terceiro 21, 22 e 23 com o cruzamento 11 isolado.

Na Tabela 4, são apresentadas estimativas dos efeitos da capacidade geral de combinação (\hat{g}_i), capacidade específica de combinação (\hat{s}_{ii} e \hat{s}_{ij}) e recíproco (\hat{r}_{ij}) e a média dos cruzamentos (F1 e recíproco), obtidos a partir dos escores dos dois primeiros componentes principais.

Pelo componente principal 1 (CP1) seriam selecionados pela CGG os progenitores 1 e 3, ao passo que, pelo componente principal 2 (CP2), apenas o progenitor 1 seria selecionado.

Os híbridos superiores e progenitores selecionados para serem usados como macho ou fêmea, nos cruzamentos, de acordo com os dois primeiros componentes principais, são apresentados a seguir:

Tabela 3 - Escores dos cruzamentos para os dois primeiros componentes principais

Table 3 - Scores of crosses for the two first principal components

Cruzamento Cross	Escore Score	
	Produção total Total production	Pico de postura Egg production peak
11	73,0729	15,1507
12	74,7975	11,5841
13	77,2960	12,9811
21	69,2364	11,7621
22	70,5162	10,2295
23	72,0732	11,2791
31	75,0281	13,7852
32	74,8433	9,1276
33	77,3988	9,7546

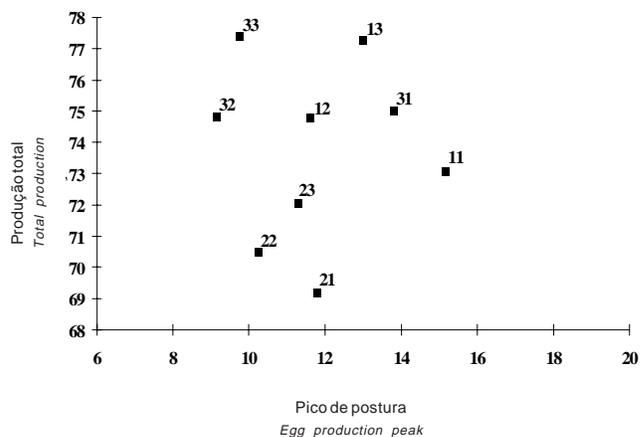


Figura 1 - Gráfico de dispersão dos cruzamentos em relação aos seus escores, nos dois componentes principais (produção total e pico de postura).

Figure 1 - Distribution of the crosses based in the scores of the two first principal component (total production and egg production peak).

Tabela 4 - Estimativas do efeito da capacidade geral de combinação (\hat{g}_i), capacidade específica de combinação (\hat{s}_{ii} e \hat{s}_{ij}), recíproco (\hat{r}_{ij}) e média (F1 e recíproco) dos dois primeiros componentes principaisTable 4 - General (\hat{g}_i) and specific combining ability (\hat{s}_{ii} e \hat{s}_{ij}) and reciprocal effects (\hat{r}_{ij}) and crosses mean (F1 and reciprocal) estimates for the two principal components

Cruzamento Cross	CPI				CP2			
	Média Mean		Efeito Effect		Média Mean		Efeito Effect	
	F1	Rec	\hat{s}_{ij}	\hat{r}_{ij}	F1	Rec	\hat{s}_{ij}	\hat{r}_{ij}
12	270,101	249,321	-0,042	10,390	67,712	66,493	-2,707	0,609
13	279,683	271,815	2,045	3,934	73,990	76,567	2,525	-1,288
23	259,252	269,842	-1,507	-5,295	65,497	58,252	0,486	3,622
	Média Mean		\hat{g}_i	\hat{s}_{ii}	Média Mean		\hat{g}_i	\hat{s}_{ii}
11	265,401		0,450	-2,002	81,357		6,595	0,182
22	253,653		-7,200	1,549	60,666		-4,770	2,221
33	279,467		6,750	-0,538	61,323		-1,825	-3,010

Carac. Charac.	Híbrido superior Superior hibrid	Progenitor a ser utilizado como Progenitor to be used as	
		Macho Male	Fêmea Female
		CP1	13
CP2	31	3	1

Conclusões

Com apenas dois componentes principais, foi possível reunir mais de 98% da variação total disponível entre as médias de cruzamentos.

Foram selecionados pela CGC os progenitores PP e VV, para o componente principal 1, e apenas o progenitor PP, para o componente principal 2.

A análise por componentes principais mostrou-se eficiente neste estudo, acreditando-se que a seleção com base no componente de alto valor discriminatório pode levar a resultado satisfatório.

Referências Bibliográficas

- ABEYWARDENA, V. 1972. An application of principal component analysis in genetics. *J. Genet.*, 61:27-51.
- ANDERSON, T.W. 1958. *An introduction to multivariate statistical analysis*. New York, John Wiley & Sons, 374p.
- BAKER, J.F., STEWART, T.S., LONG, C.R. et al. 1988. Multiple regression and principal components analysis of puberty and growth in cattle. *J. Anim. Sci.*, 66(9):2147-2158.
- CARVALHO, L.P. *Divergência genética e análise dialéctica em Gossypium hirsutum var. latifolium hutch*. Viçosa, MG: UFV,

1993. 203p. Tese (Doutorado em Melhoramento Genético) - Universidade Federal de Viçosa, 1993.
- CRUZ, C.D., REGAZZI, A.J. 1994. *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético*. 1.ed., Viçosa: UFV. 390p.
- CRUZ, C. D. *Aplicação de algumas técnicas multivariadas no melhoramento de plantas*. Piracicaba, SP: ESALQ, 1990. 188p. Tese (Doutorado em Melhoramento Genético) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 1990.
- CRUZ, C.D. 1997. *Programa GENES - Aplicativo computacional em genética e estatística*. Viçosa, MG, UFV, 442p.
- FONSECA, C.G. *Análise de crescimento e relações de alometria em aves de corte*. Ribeirão Preto, SP: USP, 1991. 94p. Tese (Doutorado em Melhoramento Genético) - Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, 1991.
- MALUF, W.R., FERREIRA, P.E. 1983. Análise multivariada da divergência genética em feijão vagem (*Phaseolus vulgaris L.*). *Hort. Bras.*, 1:31-34.
- OLIVEIRA, E. J. *Análise multivariada no estudo da divergência genética entre cultivares de feijão*. Viçosa, MG: UFV, 1989. 91p. Dissertação (Mestrado em Melhoramento Genético) - Universidade Federal de Viçosa, 1989.
- SAKAGUTI, E. S. *Utilização de técnicas de análise multivariada na avaliação de cruzamentos dialécticos em coelhos*. Viçosa, MG: UFV, 1994. 170p. Dissertação (Mestrado em Melhoramento Genético) - Universidade Federal de Viçosa, 1994.

Recebido em: 24/09/98

Aceito em: 09/03/99