

PARÂMETROS GENÉTICOS E FENOTÍPICOS PARA CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS EM LINHAGENS DE POEDEIRAS DE OVOS BRANCOS¹

MÔNICA CORRÊA LEDUR², GILBERTO SILBER SCHMIDT, ÉLSIO A.P. FIGUEIREDO³,
VALDIR SILVEIRA DE AVILA⁴ e LOURENÇO BALEN⁵

RESUMO - Utilizaram-se 2.054 fêmeas Leghorn da linhagem CC e 1.514 da linhagem DD do CNPSA-EMBRAPA, para estimar herdabilidades (h^2) e correlações genéticas (rg) e fenotípicas (rp) do peso médio do ovo (PMO), taxa de postura de 23 a 40 semanas de idade (TP) e massa de ovos (MO) de 35 a 40 semanas de idade. Os efeitos de incubação (I), reprodutor (R) aninhado em linhagem (L) e fêmea aninhada em R e L influenciaram significativamente todas as características estudadas. As médias estimadas, referentes a PMO, TP e MO, foram, respectivamente, 56,4 g; 83,3% e 2.122 g referentes a CC e 56,0 g; 82,3% e 2.107 g referentes a DD. As estimativas de h^2 e rg indicam que diferentes estratégias de seleção deveriam ser utilizadas nas duas linhagens, para melhorar a taxa de postura, devendo ser aplicada seleção individual em CC e seleção familiar em DD. Em ambas as linhagens deverá ser considerada a seleção também referente a PMO, para evitar redução no tamanho dos ovos.

Termos para indexação: aves, Leghorn, herdabilidade, correlações, peso do ovo, produção de ovos.

GENETIC AND PHENOTYPIC PARAMETERS FOR PRODUCTIVE TRAITS IN WHITE EGG LAYER STOCKS

ABSTRACT - Information on 2054 CC and 1514 DD White Leghorn layer chicken lines from the CNPSA-EMBRAPA, in Concórdia, SC, Brazil, were used to estimate heritability (h^2) and genetic (rp) and phenotypic correlations (rg) for average egg weight (PMO), egg production rate from 23 to 40 weeks of age (TP), and egg mass from 35 to 40 weeks of age (MO). Incubation (I), sire (R) within line (L) and female within R within L significantly affected all traits. Least square means for PMO, TP and MO were, respectively, 56.4 g; 83.3% and 2.122 g for CC and 56.0 g; 82.3% and 2.107 for DD. The estimates of h and rg indicate that individual selection applied in line CC and family selection applied in line DD would improve TP the most. In both lines, however, selection for PMO is necessary in order to avoid reducing the size of the eggs.

Index terms: poultry, White Leghorn, heritability, correlation, egg production, egg weight.

INTRODUÇÃO

As estimativas dos parâmetros genéticos de características economicamente importantes em aves são imprescindíveis na condução de programas de seleção. Estas informações permitem estimar a resposta da população em relação à seleção a ser praticada, e, conseqüentemente, auxiliam na escolha do método de seleção a ser utilizado.

A taxa de postura, a massa de ovos e o peso dos ovos são características utilizadas na avaliação do desempenho de linhagens de poedeiras, em função do seu alto valor econômico. As estimativas de herdabilidade e correlações genéticas referentes a essas características são importantes para o redirecionamento de programas de seleção, visando a maximizar o ganho genético da população.

Os coeficientes de herdabilidade para produção de ovos, até 40 semanas de idade, variam de 0,03 (Nordskog et al. 1974, Poggenpoel & Duckitt 1988) até 0,64 (Thangaraju & Ulaganathan 1990b). A causa dessa amplitude deve-se, provavelmente, aos diferentes métodos de estimação dos parâmetros, às diferenças existentes entre populações e gerações, e também à estrutura das po-

¹ Aceito para publicação em 2 de março de 1993.

² Zoot., M.Sc., EMBRAPA/Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves (CNPSA), Caixa Postal 21, CEP 89700 - Concórdia, SC.

³ Zoot., Ph.D., EMBRAPA/CNPSA. Bolsista do CNPq.

⁴ Eng.-Agr., M.Sc., EMBRAPA/CNPSA.

⁵ Biólogo, M.Sc., EMBRAPA/CNPSA (in memoriam).

pulações utilizadas para a análise (Falconer 1981).

Apesar de a maioria das estimativas de herdabilidade para produção de ovos serem baixas, demonstrar ação não aditiva dos genes e grandes efeitos ambientais, Hagger (1989) constatou efeito genético aditivo significativo em fêmeas jovens, para produção de ovos até 40 semanas de idade, bem como efeito ligado ao sexo.

Valores de herdabilidade para peso do ovo entre a 20ª de 40ª semana de idade variam de 0,06 a 1,00 (Avila 1987). Entretanto, a maioria dos trabalhos mostra estimativas moderadas a altas, o que sugere que o peso do ovo pode ser melhorado por meio de seleção individual (Gowe & Fairfull 1982).

Os efeitos maternos explicam cerca de 8 a 15% da variação no peso do ovo, existindo, também alta proporção de dominância em relação aos efeitos genéticos aditivos (Sato & Nordskog 1977). As estimativas de herdabilidades, obtidas por Silva et al. (1984), sugeriram a existência de algum efeito genético não aditivo na expressão dessa característica.

Efeito ligado ao sexo, de aproximadamente 20 a 50%, foi encontrado referente a peso do ovo (Poggenpoel & Duckitt 1988), porém, nenhuma influência epistática foi verificada quanto a esta característica, no período entre a 21ª e a 40ª semana (Hagger 1989).

As estimativas de herdabilidade relativamente à massa de ovos variam de 0,04 (Avila 1987) a 0,81 (Thangaraju & Ulaganathan 1990b). Estimativas significativas de efeito genético aditivo em fêmeas jovens (até 40 semanas) e de efeito epistático em fêmeas mais velhas, entre a 41ª e a 60ª semana, foram observadas conferência à massa de ovos por Hagger (1989).

Correlações genéticas entre peso do ovo e produção de ovos até a 40ª semana variam de -0,95 (Zanella et al. 1987) a 0,47 (Thangaraju & Ulaganathan 1990a), sendo que a maioria das estimativas apresentam valores negativos moderados. Tendência semelhante é observada entre as correlações fenotípicas, porém com uma amplitude menor de variação.

As correlações genéticas e fenotípicas entre massa de ovos e peso do ovo variam, respectiva-

mente de -0,73 e 0,03 (Zanella et al. 1987) a 0,75 e 0,42 (Thangaraju & Ulaganathan 1990a) e entre massa de ovos e produção de ovos a variação é de -0,20 e -0,13 (Avila 1987) a 0,97 (Kalita et al. 1986) e 0,93 (Thangaraju & Ulaganathan 1990a).

Foram estimados parâmetros genéticos e fenotípicos para taxa de postura, peso médio do ovo e massa de ovos de duas linhagens de aves para produção de ovos brancos em desenvolvimento no CNPSA-EMBRAPA, com o objetivo de verificar a possibilidade de se melhorarem os ganhos genéticos dessas características, bem como possibilitar a escolha do melhor método de seleção a ser praticado nessas populações.

MATERIAL E MÉTODOS

Os dados referem-se a duas linhagens CC e DD de aves selecionadas no CNPSA-EMBRAPA para produção de ovos brancos (Leghorn). Os pintos foram obtidos do acasalamento hierárquico de 90 machos e 540 fêmeas (1:6), por meio de inseminação artificial, em duas incubações, após coleta individual de ovos, durante 10 dias para cada coleta.

Logo após o nascimento as aves foram identificadas segundo seu "pedigree", por meio de anelamento e, mantidas em piso até a 16ª semana, e, após essa idade e durante o período de postura (23-40 semanas), em gaiolas individuais.

As aves receberam ração à vontade contendo 2.850 kcal de energia metabolizável (EM) e 20,65% de proteína bruta (PB) da 1ª à 6ª semana e ração controlada, contendo, respectivamente, 2.815 e 2.770 kcal de EM e 16,06 e 15,82% de PB nas fases de recria (7-16 semanas) e de postura (17-40 semanas). As características avaliadas foram o peso médio do ovo (PMO), obtido em duas pesagens realizadas, respectivamente, na 36ª e 39ª semanas de idade; taxa de postura/ave/dia (TP), avaliada entre a 23ª e 40ª semana, e a massa de ovos (MO), obtida por meio do produto entre PMO e o número de ovos produzidos no período entre 35 a 40 semanas de idade.

Para análise incluíram-se apenas galinhas com, no mínimo, duas filhas, e galos acasalados com, no mínimo, duas galinhas, resultando em 2.054 e 1.514 aves, geradas por 88 e 80 galos e por 467 e 321 galinhas, para as linhagens CC e DD, respectivamente.

As médias estimadas por linhagem, para cada característica, foram obtidas pelo método dos quadrados mínimos proposto por Harvey (1987), para número desigual nas subclasses, utilizando-se o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijklm} = u + L_i + R(L)_{ij} + D(RL)_{ijk} + I_l + LI_{il} + e_{ijklm}$$

em que:

Y_{ijklm} = característica a ser estudada;

u = média geral;

L_i = efeito fixo da linhagem i ; $i = 1, 2$;

$R(L)_{ij}$ = efeito aleatório do galo j , dentro da linhagem i ;

$D(RL)_{ijk}$ = efeito aleatório da galinha k , acasalada com o galo j , dentro da linhagem i ;

I_l = efeito fixo da incubação l ; $l = 1, 2$;

LI_{il} = efeito da interação entre a linhagem e a incubação;

e_{ijklm} = erro aleatório, com média 0 e variância σ_e^2 .

O efeito de L foi testado usando-se $R(L)$ como erro, enquanto que o teste de $R(L)$ utilizou $D(RL)$ como erro e os demais efeitos foram testados contra o residuo.

As estimativas referentes aos parâmetros genéticos e fenotípicos foram obtidas separadamente para cada linhagem.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise de variância para as características PMO, TP e MO são apresentados na Tabela 1, e as médias e erros-padrão, de acordo com linhagem e incubação, na Tabela 2.

O efeito da linhagem foi significativo ($P < 0,01$) apenas para TP, onde a linhagem CC obteve vantagem de cerca de 1% sobre DD. Os efeitos de reprodutor, fêmea e incubação foram significativos em todas as características estudadas. A interação linhagem x incubação foi significativa ($P < 0,01$) apenas para PMO, onde CC apresentou redução ao redor de 3g no PMO da incubação 1 para a 2, enquanto que a redução em DD foi de apenas 1g. (Fig. 1).

As análises de variância, dentro de cada linhagem (Tabela 3), revelam que todos os efeitos incluídos no modelo foram significativos, com exceção da fêmea dentro de reprodutor na linhagem CC, que não foi importante a respeito da TP ($P > 0,05$).

As estimativas de herdabilidade, obtidas pela correlação intraclasse entre meio-irmãs maternas (h_d^2), irmãs completas (h_{s+d}^2) e meio-irmãs paternas (h_s^2), bem como as correlações genéticas (rg^{s+d}) e fenotípicas (rp) obtidas pela correlação intraclasse entre meio-irmãs paternas, são descritas na Tabela 4.

Os valores de herdabilidade referentes a PMO foram consistentes entre os diferentes métodos de

TABELA 1. Resumo da análise de variância para as características PMO, TP e MO.

Fonte de variação	GL	Quadrado médio		
		PMO	TP	MO
Linhagem (L)	1	160,15NS	829,65**	184806,74NS
Reprodutor (R(L))	167	67,45**	203,56**	193201,87**
Fêmea (D(RL))	787	24,52**	102,17**	110821,11*
Incubação (I)	1	2427,73**	4134,11**	8813719,95**
Interação L x I	1	308,28**	126,86NS	57239,80NS
Residuo	2610	16,32	86,65	86833,20

** efeito significativo ($P < 0,01$).

NS efeito não-significativo ($P > 0,05$).

TABELA 2. Médias estimadas e respectivos erros-padrão para as características PMO, TP e MO, nas linhagens CC e DD e nas incubações 1 e 2.

Efeito	Nº Obs.	PMO (g)	TP (%)	MO (g)
Linhagem:				
CC	2054	56,42 ± 0,20a	83,30 ± 0,34a	2122 ± 10,43a
DD	1514	55,99 ± 0,22a	82,32 ± 0,38b	2107 ± 11,84a
Incubação:				
1	1693	57,19 ± 0,17A	81,53 ± 0,32B	2175 ± 10,03A
2	1875	55,22 ± 0,17B	84,09 ± 0,31A	2055 ± 09,83B

a,b(A,B) - Médias por coluna, dentro de linhagem ou dentro de incubação, seguidas de mesma letra, não diferem significativamente ($P > 0,05$).

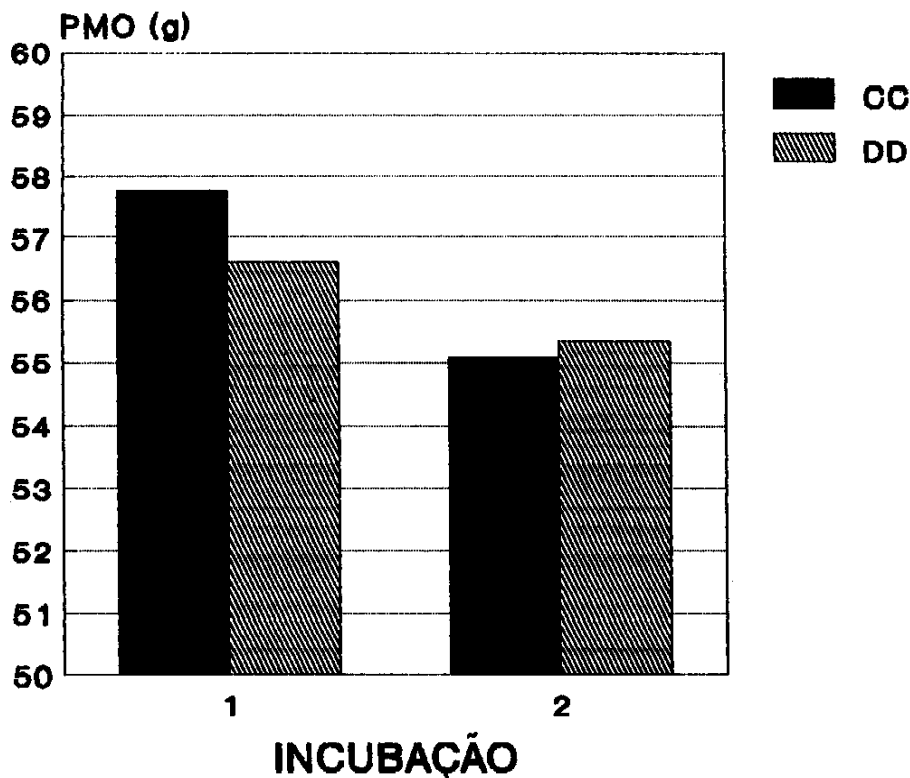


FIG. 1. Interação linhagem x incubação para a característica PMO.

TABELA 3. Análise de variância para as características PMO, TP e MO, obtida separadamente para as linhagens CC e DD.

Linhagem	Fontes de variação	GL	Quadrado médio		
			PMO	TP	MO
CC(1)	Reprodutor (R)	87	55,62**	182,91**	165488,98**
	Fêmea (D(R))	466	22,88**	71,91NS	100771,50**
	Incubação	1	2558,51**	3423,83**	5982570,33**
	Resíduo	1481	14,70	67,93	83527,32
DD(2)	Reprodutor (R)	79	80,48**	189,21**	224071,92**
	Fêmea (D(R))	320	26,92**	117,16**	125364,96**
	Incubação	1	446,03**	1549,69**	3268078,87**
	Resíduo	1100	18,51	82,21	91386,18

** efeito significativo ($P < 0,01$).

NS efeito não-significativo ($P > 0,05$).

estimação na linhagem DD, porém apresentaram variação na linhagem CC. Verificou-se um grande efeito aditivo dos genes na expressão do PMO na linhagem DD e influências do efeito materno e de efeitos genéticos não-aditivos na linhagem CC.

Poggenpoel & Duckitt (1988) verificaram valores superiores de h^2 em relação a h^2_d , para PMO, sugerindo a existência de efeitos ligados ao sexo de cerca de 0,20 a 0,50. Sato & Nordskog (1977) também observaram a existência de efeito mater-

TABELA 4 Estimativas de herdabilidade pela correlação intraclasse entre meio-irmãs maternas (h_d^2), irmãs completas (h_{s+d}^2) e meio-irmãs paternas (h_s^2) e correlações genéticas (acima da diagonal) e fenotípicas (abaixo da diagonal) obtidas pela correlação intraclasse entre meio-irmãs paternas.

Linha	Carat.	h_d^2	h_{s+d}^2	h_s^2		
				PMO	TP	MO
CC	PMO	0,51 ± 0,09	0,40 ± 0,05	0,29 ± 0,07	-0,28 ± 0,16	0,39 ± 0,18
	TP	0,06 ± 0,08	0,16 ± 0,04	-0,00	0,26 ± 0,07	0,77 ± 0,10
	MO	0,22 ± 0,09	0,17 ± 0,04	0,51	0,63	0,12 ± 0,05
DD	PMO	0,40 ± 0,10	0,43 ± 0,06	0,46 ± 0,11	-0,59 ± 0,19	0,71 ± 0,11
	TP	0,41 ± 0,10	0,28 ± 0,05	-0,03	0,14 ± 0,06	0,06 ± 0,26
	MO	0,37 ± 0,10	0,28 ± 0,05	0,57	0,58	0,18 ± 0,07

no sobre PMO, e Silva et al. (1984) sugerem algum efeito genético não-aditivo na expressão dessa característica. Dionello (1979) encontrou valor de h_d^2 de 0,53, semelhante ao obtido neste trabalho quanto a CC.

Maior variabilidade genética aditiva para PMO na linhagem DD do que na CC, sugere maior resposta à seleção individual para aumento do peso do ovo naquela linhagem.

Resultados semelhantes a h_s^2 quanto a TP, obtida em CC foram verificados por Lowe & Garwood (1980) e por Weyde & Liljedahl (1984), que estimaram valores entre 0,21 e 0,35. As estimativas de h_s^2 em DD estão de acordo com as observadas por Abdou & Kolstad (1979), Ayyagari et al. (1980) e Gowe & Fairfull (1984), porém, são inferiores às obtidas por Torres (1982), Zanella et al. (1987) e Thangaraju & Ulaganathan (1990b). Embora Hagger (1989) tenha encontrado h_s^2 de 0,14 para produção de ovos de 21 a 40 semanas, este também constatou efeito genético aditivo significativo para a característica em fêmeas jovens. A estimativa de 0,43 para h_d^2 , verificada por Avila (1987), confirma a estimativa obtida para DD.

A estimativa de h_s^2 da TP foi superior às h_d^2 e h_{s+d}^2 na linhagem CC e inferior na DD, indicando a existência de maior variabilidade genética aditiva referente a TP em CC ou a presença de efeito ligado ao sexo. Cerca de metade da variância ligada ao sexo pode estar superestimando o componente de reprodutor, quando apenas as fêmeas heterogaméticas são medidas (Hogsett & Nordskog 1958). Resultados semelhantes foram obtidos por

Torres (1982) e Poggenpoel & Duckitt (1988), que também encontraram valores maiores de h_s^2 em relação às demais estimativas.

As estimativas de herdabilidade relativas a MO variaram menos em CC do que em DD. Observou-se efeito materno mais acentuado na linhagem DD, referente à característica MO, provavelmente em função da alta h_d^2 da TP nesta linhagem, já que a MO é uma característica dependente da produção de ovos e do peso deles.

Os valores de h_s^2 referentes a MO, de ambas as linhagens, estão de acordo com o de 0,12 obtido por Hagger (1989), porém a maioria dos trabalhos mostra valores superiores, de 0,34 (Gerstmayr & Horst 1990) a 0,81 (Thangaraju & Ulaganathan 1990b), enquanto que outros autores encontraram estimativas baixas, de 0,01 (Zanella et al. 1987) a 0,04 (Avila 1987). Resultados semelhantes de h_d^2 referentes a MO, em CC, foram obtidos por Euclydes (1980), de 0,26, e em DD, por Torres (1982), de 0,45.

As rg entre PMO e TP foram negativas em ambas as linhagens, enquanto que as rp foram iguais a zero. Isso mostra o antagonismo genético existente entre as características, em especial na linhagem DD, em que foi mais acentuado.

A maioria das estimativas de rg entre PMO e TP são moderadas e negativas (Gowe & Fairfull 1982, Weyde & Liljedahl 1984, Gowe & Fairfull 1984), o que, de uma forma geral, concorda com os valores obtidos. Em relação às rp, estimativas semelhantes foram encontradas por Poggenpoel & Duckitt (1988) e Thangaraju & Ulaganathan (1990a), que também determinaram valores pró-

ximos a zero, apesar de que a maioria dos trabalhos mostra estimativas que giram em torno de -0,13 (Avila 1987) a -0,32, (Zenella et al. 1987).

As estimativas de h^2 e rg para TP e PMO indicam que diferentes estratégias de seleção deveriam ser utilizadas nas duas linhagens. Maiores ganhos genéticos em TP poderiam ser obtidos pela aplicação de seleção individual na linhagem CC, refletindo em pequena redução no PMO, que poderá ser monitorada com a utilização de um índice de seleção. Essas mesmas estimativas ainda sugerem que na linhagem DD a seleção massal referente à TP não se justifica, em função da baixa h^2 desta característica, e também por causa da redução esperada no PMO, devendo-se, por isso, utilizar seleção familiar para TP e, posteriormente, utilizar seleção por níveis independentes de descarte em PMO.

Quanto às rg entre PMO e MO, estas foram moderadas em CC e altas em DD, indicando que, nesta última, a maior MO está associada ao maior PMO. Já a rp entre estas características foi semelhante nas duas linhagens.

Avila (1987) encontrou rg de 0,42, e Thangaraju & Ulaganathan (1990a), rg de 0,75 entre PMO e MO, o que está de acordo com as estimativas observadas em CC e DD, respectivamente. Estimativa de rg negativa e alta (-0,73) foi obtida por Zanella et al. (1987) entre essas características, e correlações fenotípicas menores, ao redor de 0,24, foram encontradas por Kalita et al. (1986) e Avila (1987). Estimativa de rp de 0,42 foi obtida por Thangaraju & Ulaganathan (1990a).

A rg entre TP e MO foi baixa em DD e alta em CC, o que mostra que nesta linhagem, a maior MO está associada a maior TP, ao contrário do ocorrido em DD. Resultado semelhante a este foi obtido por Kalita et al. (1986) e Thangaraju & Ulaganathan (1990a), cujas estimativas de rg foram mais altas, ao redor de 0,90. As rp entre estas características foram altas e positivas para ambas as linhagens, porém, Kalita et al. (1986) e Thangaraju & Ulaganathan (1990a) encontraram valores superiores, acima de 0,90. Estimativas negativas, tanto para rg (-0,20) como para rp (-0,13) entre TP e MO, foram observadas por Avila (1987).

CONCLUSÕES

1. As estimativas de herdabilidade e correlações genéticas indicam que diferentes estratégias de seleção deveriam ser utilizadas nas duas linhagens.

2. Maiores ganhos genéticos em TP poderiam ser obtidos pela aplicação de seleção massal na linhagem CC e de seleção familiar na linhagem DD. Em ambas, a seleção deve ser dirigida também para evitar a redução acentuada no PMO.

REFERÊNCIAS

- ABDOU, F.H.; KOLSTAD, N. Genetic analysis of a control population of white leghorn hens. *Meldinger*, v.58, n.2, p.2-12, 1979.
- AVILA, V.S. de. *Estimativas de eficiência alimentar e de parâmetros genéticos e fenotípicos das características produtivas em duas populações de aves legornes*. Pelotas: UFPel, 1987. 71p. Tese de Mestrado.
- AYYAGARI, V.; MOHAPATRA, S.C.; VENKATRAMAIAH, A.; THIAGASUNDARAM, T.; CHOUDHURI, D.; JOHRI, C.D. Selection for egg production on part records. I. Evaluation of short term response to selection (White Leghorn Chickens). *Theoretical and Applied Genetics*, v.57, n.6, p.277-283, 1980.
- DIONELLO, N.J.L. *Estudo genético da eficiência alimentar de aves de postura e proposição de índices de seleção*. Viçosa: UFV, 1979. 111p. Tese de Mestrado.
- EUCLYDES, R.F. *Aspectos genéticos da eficiência alimentar e uso de características alternativas para seleção de poedeiras Leghorne*. Viçosa: UFV, 1980. 69p. Tese de Mestrado.
- FALCONER, D.S. *Introduction to quantitative genetics*. 2. ed. New York: Longman, 1981. 340p.
- GERSTMAYR, S.; HORST, P. The relationships between body, egg and oviduct weight in laying hens. *Journal of Animal Breeding and Genetics*, v.107, p.149-158, 1990.
- GOWE, R.S.; FAIRFULL, R.W. Some lessons from selection studies in poultry. In: *WORLD CONGRESS ON SHEEP AND BEEF CATTLE BREEDING, 1982, New Zealand. Proceedings...* New Zealand: Dunmore Press, 1982. p.261-281.

- GOWE, R.S.; FAIRFULL, R.W. Effect of selection for part-record number off eggs from housing vs selection for hen-day rate of production age at first egg. *Annales Agriculture Fenniae, Seria Animalia Domestica*, v.23, p.196-203, 1984.
- HAGGER, C. Genetic effects estimated from crosses and backcrosses of two related lines of White Leghorn chickens. *Journal of Animal Breeding and Genetics*, v.106, p.241-248, 1989.
- HARVEY, W.R. *Lest-square and maximum likelihood mixed model*. Ohio: Ohio State University, 1987. 59p.
- HOGSETT, M.L.; NORDSKOG, A.W. Genetic economic value in selecting for egg production rate, body weight and egg weight. *Poultry Science*, v.37, n.6, p.1404-1419, 1958.
- KALITA, D.; DAS, D.; GOSWAMI, R.N. Genetic studies on some of the economic traits of White Leghorn (M-Line) chicken. *Indian Journal of Animal Sciences*, v.56, n.12, p.1234-1237, 1986.
- LOWE, P.C.; GARWOOD, V.A. Efficiency of selection based on segments of the early record for improving annual rate of lay (White Leghorn Chickens). *Poultry Science*, v.59, n.4, p.677-680, 1980.
- NORDSKOG, A.W.; TOLMAN, H.S.; CASEY, D.W.; LIN, C.Y. Selection in small populations of chickens. *Poultry Science*, v.53, p.1188-1219, 1974.
- POGGENPOEL, D.G.; DUCKITT, J.S. Genetic basis of the increase in egg weight with pullet age in a White Leghorn flock. *British Poultry Science*, v.29, n.4, p.863-867, 1988.
- SATO, M.; NORDSKOG, A.W. On estimating components of genetic variance in diallel matings. *British Poultry Science*, v.18, n.7, p.699-704, 1977.
- SILVA, M.A.; EUCLYDES, R.F.; SOARES, P.R.; FONSECA, J.B. Análise genética de características de importância econômica em poedeiras leves. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, v.13, n.1, p.82-94, 1984.
- THANGARAJU, P.; ULAGANATHAN, V. Genetic, phenotypic and environmental correlations among egg production and other related economic traits. *Indian Journal of Animal Sciences*, v.60, n.4, p.444-449, 1990a.
- THANGARAJU, P., ULAGANATHAN, V. Simultaneous selection for egg production and egg size in White Leghorn chicken. *Indian Journal of Animal Sciences*, v.60, n.11, p.1355-1359, 1990b.
- TORRES, R.A. *Desempenho de três linhagens de poedeiras em cruzamento dialético*. Viçosa: UFV, 1982. 115p. Tese de Mestrado.
- WEYDE, C.; LILJEDAHL, L.E. Specialised compared with index selection for two genetically antagonist traits in laying hens. *Annales Agriculturae Fenniae, Seria Animalia Domestica*, v.23, p.204-210, 1984.
- ZANELLA, I.; SILVA, M.A.; SOARES, P.R.; FONSECA, J.B. Aspectos genéticos e fenotípicos de características produtivas de poedeiras Leghornes brancas submetidas a diferentes regimes alimentares durante a recria. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, v.16, n.5, p.470-480, 1987.