

REPETIBILIDADE E CORRELAÇÕES ENTRE CARACTERES REPRODUTIVOS EM GALINHAS PARA CORTE.

PAULO GERVINI SOUSA
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

Orientador: DR. RANDOLFO W. S. CUSTÓDIO

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

P I R A C I C A B A
Estado de São Paulo - Brasil
Abril - 1978

BIOGRAFIA DO AUTOR

PAULO GERVINI SOUSA, filho de Rosalino Cruz de Sousa e Luíza Gervini Sousa, nasceu em Pelotas, Estado do Rio Grande do Sul, aos 4 dias do mês de dezembro de 1949. Em 1973, obteve o diploma de Engenheiro-Agrônomo na Faculdade de Agronomia "Eliseu Maciel" da Universidade Federal de Pelotas. Em março de 1974, foi contratado pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). Em março de 1976, iniciou o curso de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas na Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo.

Aos meus pais

e irmãos,

O F E R E Ç O .

AGRADECIMENTOS

O autor expressa os mais sinceros agradecimentos a todos aqueles que contribuíram para a concretização do presente trabalho. Em especial às seguintes pessoas e instituições:

- Prof. Dr. Randolph W.S. Custódio, pela orientação segura e amiga;
- Prof. Dr. Roland Vencovsky, pelos ensinamentos recebidos;
- Prof. Dr. Natal Antônio Vello, pelos auxílios recebidos;
- Prof.^a Heloísa Aldeia dos Santos, pela dedicação e amizade;
- Eng^o-Agr^o M.S. Isaías Olívio Geraldi, pelas inúmeras sugestões;
- Sr. Ayrton Rasera, pelos auxílios na obtenção das análises;
- Sr. Ângelo Cerignoni, pelas valiosas informações;
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária e Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", pela oportunidade de treinamento a nível de pós-graduação.

ÍNDICE

	Pág.
1. RESUMO	1
2. INTRODUÇÃO	4
3. REVISÃO DE LITERATURA	7
3.1 - Herdabilidade (h^2) e Repetibilidade (r)	7
3.2 - Correlações Genéticas e Fenotípicas	8
3.3 - Efeitos Maternos	9
3.4 - Consanguinidade e Heterose	9
4. MATERIAL E MÉTODOS	11
4.1 - Análise da Variância	13
4.2 - Repetibilidade	14
4.2.1 - Implicações da repetibilidade na seleção ...	15
4.2.2 - Desvios padrões das repetibilidades	17
4.3 - Análise da Covariância	17
4.4 - Correlações Genéticas e Ambientais	18
4.4.1 - Implicações da correlação genética na seleção	19
4.4.2 - Desvios padrões das correlações genéticas ..	20
4.4.3 - Determinação da precisão das estimativas das correlações genéticas	22
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
6. CONCLUSÕES	31
7. SUMMARY	33
8. LITERATURA CITADA	36
9. APÊNDICE	41

LISTA DE TABELAS

TABELA		Pág.
1	Estimativas da herdabilidade para fertilidade, eclodibilidade, nascimento e postura, encontradas na Literatura	42
2	Estimativas das correlações genéticas e fenotípicas entre caracteres reprodutivos, encontradas na Literatura	43
3	Número de incubações, número de galinhas e idade das galinhas, nos experimentos 1 e 2. Piracicaba, SP, 1976	44
4	Número de dias de coleta de ovos em cada incubação, nos experimentos 1 e 2. Piracicaba, SP, 1976	44
5	Fontes de variação, graus de liberdade e esperança dos quadrados médios, referentes ao modelo A. Piracicaba, SP, 1976	45
6	Fontes de variação, graus de liberdade e esperanças dos quadrados médios, referentes ao modelo B. Piracicaba, SP, 1976	45
7	Componentes fenotípicos da variância expressos em termos de variância genéticas e ambientais. Piracicaba, SP, 1976	46
8	Componentes fenotípicos da covariância expressos em termos de covariância genéticas e ambientais. Piracicaba, SP, 1976	47

TABELA

Pág.

9	Médias da fertilidade, eclodibilidade, nascimento e postura, referentes a populações, nos experimentos 1 e 2. Piracicaba, SP, 1976 ...	48
10	Análise da variância da fertilidade (Fert), eclodibilidade (Eclod), nascimento (Nasc) e postura (Post), no experimento 1, Piracicaba, SP, 1976	49
11	Análise da variância da fertilidade, eclodibilidade, nascimento e postura, no experimento 2. Piracicaba, SP, 1976	50
12	Repetibilidades da fertilidade, eclodibilidade, nascimento e postura, nos experimentos 1 e 2. Piracicaba, SP, 1976	51
13	Correlações genéticas entre os caracteres reprodutivos, nos experimentos 1 e 2. Piracicaba, SP, 1976	51
14	Correlações ambientais entre os caracteres reprodutivos, nos experimentos 1 e 2. Piracicaba, SP, 1976	52
15	Médias da fertilidade, eclodibilidade, nascimento e postura, referentes às populações LT e LF. Piracicaba, SP, 1976	52
16	Análise da variância da fertilidade, eclodibilidade, nascimento e postura, referente à população LT. Piracicaba, SP, 1976	53

TABELA		Pág.
17	Análise da variância da fertilidade, eclodibilidade, nascimento e postura, referente à população LF. Piracicaba, SP, 1976	53
18	Repetibilidades da fertilidade, eclodibilidade, nascimento e postura, referentes às populações LT e LF. Piracicaba, SP, 1976	54
19	Correlações genéticas entre os caracteres reprodutivos das populações LT e LF. Piracicaba, SP, 1976	54
20	Correlações ambientais entre os caracteres reprodutivos das populações LT e LF. Piracicaba, SP, 1976	55
21	Valores de repetibilidade para diferentes números de repetições, referentes ao experimento 1. Piracicaba, SP, 1976	55
22	Relação entre o ganho genético, obtido por seleção indireta (RC), e o ganho genético, conseguido através da seleção direta (ΔG), para o melhoramento da fertilidade e da eclodibilidade. Piracicaba, SP, 1976	56

LISTA DE FIGURAS

FIGURA		Pág.
1	Relação entre ganho genético de seleção e número de repetições, para fertilidade, eclodibilidade, nascimento e postura, referente ao experimento 1. Piracicaba, SP, 1976	57

1. RESUMO

A presente pesquisa teve por objetivo estudar a herança dos caracteres reprodutivos em galinhas para corte. Valores das repetibilidades para fertilidade, eclodibilidade, nascimento e postura foram estimados com a finalidade de se determinar o número mais adequado de repetições, que permita o máximo de eficiência na seleção das galinhas com base nos seus próprios desempenhos. Correlações genéticas foram calculadas com o propósito de se avaliar o grau de associação entre os caracteres estudados, e verificar até que ponto a seleção indireta seria mais eficiente que a seleção direta, para o melhoramento de tais caracteres. Correlações ambientais também foram estimadas.

Três populações de galinhas para corte do Departamento de Genética da ESALQ foram utilizadas em dois experimentos, sendo que no experimento 1 participaram as populações LT e LF, e no ex

perimento 2, as populações LT, LM e LF. Em ambos os experimentos, as galinhas foram inseminadas, duas vezes por semana, com uma mistura de sêmen de aproximadamente 30 galos, de suas respectivas populações.

Os valores estimados das repetibilidades foram de $0,20 \pm 0,07$ para fertilidade; $0,10 \pm 0,06$ para eclodibilidade; $0,16 \pm 0,06$ para nascimento e $0,33 \pm 0,07$ para postura. Como a repetibilidade é o limite superior da herdabilidade, conclui-se que os caracteres estudados possuem baixa herdabilidade, o que está de acordo com os resultados encontrados na Literatura. Os valores das correlações genéticas entre os caracteres estudados mostram a existência de uma forte associação positiva entre eclodibilidade e nascimento ($r_G = 0,98 \pm 0,05$) e entre fertilidade e postura ($r_G = 0,90 \pm 0,13$), enquanto que os valores das correlações ambientais evidenciam uma forte associação positiva entre eclodibilidade e nascimento ($r_E = 0,93$) e uma fraca associação também positiva entre fertilidade e postura ($r_E = 0,09$).

Vinte galinhas permitem a obtenção de estimativas satisfatórias das repetibilidades para fertilidade, eclodibilidade, nascimento e postura, o que pode ser verificado pelos baixos desvios padrões. Pelo menos 40 galinhas são necessárias para a obtenção de boas estimativas das correlações genéticas entre fertilidade e eclodibilidade, fertilidade e nascimento, fertilidade e postura.

A mensuração da postura durante 70 a 110 dias fornece boas estimativas da produtividade de uma galinha, para efeito de seleção individual. No mínimo 6 incubações são necessárias para as

mensurações das taxas de fertilidade e nascimento, visando à seleção para estes caracteres. Não há limite máximo de incubações para o melhoramento da fertilidade e do nascimento.

A fertilidade pode ser mais eficientemente melhorada, através de uma seleção indireta para a produção individual de ovos, estimada pelo número de ovos produzidos em 72 dias aproximadamente, enquanto que o melhoramento da eclodibilidade pode ser feito com maior eficiência, selecionando-se para o nascimento, com qualquer número de incubações, respeitando-se o limite mínimo de 6 incubações.

2. INTRODUÇÃO

Em galinhas, as aves, destinadas à produção de carne, são chamadas de frangos de corte. Para o produtor de carne, a característica mais importante é a taxa de crescimento dos frangos de corte. Porém, para o produtor de pintos, o caráter mais importante é a quantidade de pintos produzidos pelos reprodutores.

As atuais mães dos frangos de corte são aproximadamente 2 kg mais pesadas do que eram há 25 anos (MOHAMMADIAN, 1971). Isso é decorrência da resposta correlacionada para taxa de crescimento. Como consequência do aumento do peso do corpo adulto, outros caracteres foram modificados (GHOSTLEY e NORDSKOG, 1956; FRIARS *et alii*, 1962; IDETA e SIEGEL, 1966).

O peso do corpo adulto e a taxa de crescimento estão negativamente correlacionados com medidas de produção de ovos (MERRIT, 1968; publicações sumarizadas por KINNEY, 1969). Segundo JAAP

et alii (1962), a produção de ovos diminui 1% a cada 46 gramas de aumento no peso do corpo com 8 semanas de idade. Como a eclodibilidade está positivamente correlacionada com a produção de ovos (publicações sumarizadas por KINNEY, 1969), espera-se que a eclodibilidade seja diminuída, quando se aumenta a taxa de crescimento. De fato, VERGUESE e NORDSKOG (1968) verificaram uma severa diminuição na eclodibilidade das linhas selecionadas para aumentar o tamanho do corpo.

A taxa de crescimento e o tamanho do corpo adulto es tão positivamente correlacionados com o peso do ovo (MERRITT, 1968; publicações sumarizadas por KINNEY, 1969). O aumento no tamanho do corpo e do peso dos ovos ocorreu paralelamente ao aparecimento da síndrome de ovos defeituosos, o que é característico das mães dos frangos de corte (JAAP e MUIR, 1968).

A produção de ovos diminui quando se aumenta a taxa de crescimento (JAAP *et alii*, 1962; MERRITT *et alii*, 1966; KINNEY e SHOFFNER, 1967). Entretanto, quando se seleciona para aumentar a produção de ovos, pode ser que a taxa de crescimento não diminua (KINNEY e SHOFFNER, 1967; JAAP e KHAN, 1972). Portanto, é possível que a seleção para aumentar o número de pintos produzidos por galinha possa ser praticada com sucesso, concomitantemente com a seleção para aumentar a taxa de crescimento das populações.

A presente pesquisa preocupou-se em estudar a herança dos caracteres reprodutivos em galinhas para corte. Valores das repetibilidades para fertilidade, eclodibilidade, nascimento e pos-

tura foram estimados com a finalidade de se determinar o número mais adequado de repetições para a seleção destes caracteres. As correlações genéticas foram calculadas com o propósito de se avaliar o grau de associação entre os caracteres reprodutivos, e verificar se a seleção indireta é mais eficiente que a seleção direta, para o melhoramento de tais caracteres.

3. REVISÃO DE LITERATURA

A fertilidade deve ser considerada como uma propriedade dos pais (BERNIER *et alii*, 1951), mas a eclodibilidade é um caráter composto da habilidade do embrião de sobreviver e da contribuição materna à sobrevivência do embrião (WARREN, 1927-1928; AXELSSON, 1932 ^{1/}).

A fertilidade, a viabilidade embriônica e os efeitos maternos (qualidade da casca e conteúdo de proteínas dos ovos), que influenciam na viabilidade embriônica, são hereditários em parte (ABPLANALP e KOSIN, 1953).

3.1 - Herdabilidade (h^2) e Repetibilidade (r)

SHOFFNER e SLOAN (1948) obtiveram o valor 0,16 para a herdabilidade da eclodibilidade. WILSON (1948 a,b) obteve estima-

^{1/} Citado por CRITTENOEIN *et alii* (1957a).

tivas da herdabilidade para fertilidade e eclodibilidade, cujo valor foi 0,10 para ambos os caracteres. HILL *et alii* (1954) estimaram em 0,08 a herdabilidade da eclodibilidade. CRITTENDEN *et alii* (1957a) obtiveram estimativas da variância para fertilidade e eclodibilidade de uma população selecionada para se obter altos desempenhos para esses caracteres. As estimativas das herdabilidades das diferenças entre filhas variaram de zero a 10% para todos os caracteres relacionados com a eclodibilidade. CRITTENDEN e BOHREN (1961) determinaram uma herdabilidade de 0,16 para eclodibilidade a partir da variância entre galos. Observaram em populações fechadas de galinhas que a eclodibilidade apresenta uma pequena quantidade de variância genética aditiva. Contudo, grandes diferenças entre raças, mantidas sob as mesmas condições, têm sido constantemente notada. Isto pode ser explicado pela variância genética não-aditiva (dominância, epístase). Demais estimativas das herdabilidades da fertilidade, eclodibilidade, nascimento e postura, extraídas da Literatura, encontram-se na Tabela 1 (no Apêndice).

CRITTENDEN e BOHREN (1961) encontraram uma repetibilidade de 0,29 para a eclodibilidade, na base de médias. Para produção de ovos, CRITTENDEN e BOHREN (1962) obtiveram uma repetibilidade de 0,35, também na base de médias.

3.2 - Correlações Genéticas e Fenotípicas

As correlações genéticas, estimadas por CRITTENDEN *et alii* (1957a), entre fertilidade e eclodibilidade variaram bastante,

mas indicaram uma associação positiva entre esses caracteres. LAMO-REUX (1940) encontrou uma forte associação positiva entre fertilidade e produção de ovos. Valores das correlações genéticas e fenotípicas, encontrados na Literatura, estão na Tabela 2 (Apêndice).

3.3 - Efeitos Maternos

As estimativas das herdabilidades e das correlações genéticas, baseadas nos componentes de fêmea, são superiores às estimativas, obtidas através dos componentes de variância de macho, segundo CRITTENDEN e BOHREN (1961). Isto pode ser explicado pelos efeitos maternos que, apesar de não influenciarem nas habilidades reprodutivas das filhas, são considerados como uma fonte de variação, que pode ser ambiental e/ou genética (dominância, epístase). Os efeitos maternos podem ser considerados como um efeito ambiental permanente. A sua variância e covariância podem ser estimadas por subtração dos componentes de galos e de galinhas dos componentes de progênies.

3.4 - Consanguinidade e Heterose

Diversos autores preocuparam-se em medir os efeitos da consanguinidade sobre os caracteres reprodutivos e, paralelamente, avaliaram os efeitos heteróticos dos cruzamentos entre linhagens puras de galinhas. Segundo WILSON (1948a), a produção de ovos diminui em 14%, para cada 10% de aumento na consanguinidade, enquanto que a fertilidade não é afetada pela consanguinidade. WILSON (1948b) ob-

servou um decréscimo de 19% na eclodibilidade, para cada 10% de aumento na consanguinidade. LANDAUER (1951) fez diversas revisões sobre o assunto, e observou que a eclodibilidade diminui em 4,4%, para cada 10% de aumento na consanguinidade, e que cruzamentos entre linhagens puras mostravam evidentes efeitos heteróticos para a eclodibilidade, e que estes efeitos heteróticos eram mais pronunciados nos cruzamentos entre linhagens de famílias divergentes. LERNER (1954) também observou heterose para fertilidade e eclodibilidade. Entretanto BRUNSON *et alii* (1956) não encontraram efeitos heteróticos para eclodibilidade e nascimento.

4. MATERIAL E MÉTODOS

As populações de galinhas para corte, LT, ML e LF, do Setor de Aves do Departamento de Genética da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", foram utilizadas em dois experimentos, cujos detalhes são apresentados na Tabela 3 (Apêndice). No experimento 1, foram utilizados 1.359 ovos em seis incubações, enquanto que no experimento 2 foram empregados 959 ovos em outras seis incubações. O período de coleta variou de 10 a 14 dias, conforme ilustra a Tabela 4 (Apêndice). Em ambos os experimentos, as galinhas foram inseminadas duas vezes por semana com uma mistura de sêmen de aproximadamente 30 galos, de suas respectivas populações.

Os seguintes caracteres foram estudados:

x_1 = fertilidade (%) ,

x_2 = eclodibilidade (%) ,

x_3 = nascimento (%) ,

x_4 = postura (%) .

As taxas de fertilidade, eclodibilidade, nascimento e postura, para cada galinha e em ambos os experimentos, foram calculadas da seguinte maneira:

$$\text{Fertilidade (\%)} = \frac{\text{Número de ovos férteis}}{\text{Número de ovos incubados}} \times 100 ,$$

$$\text{Eclodibilidade (\%)} = \frac{\text{Número de pintos nascidos}}{\text{Número de ovos férteis}} \times 100 ,$$

$$\text{Nascimento (\%)} = \frac{\text{Número de pintos nascidos}}{\text{Número de ovos incubados}} \times 100 ,$$

$$\text{Postura (\%)} = \frac{\text{Número de ovos coletados}}{\text{Número de dias de coleta}} \times 100 .$$

A maioria das observações não se situou entre os limites de 30% e 70%, por isso foram transformados pela escala arco-seno p , como recomenda BARTLET (1947). As observações, que assumiram valores de 0% a 100%, foram multiplicadas por $\frac{1}{4n}$ e $(n - \frac{1}{4})/n$, respectivamente, antes de serem transformadas.

Todos os ovos foram submetidos à ovoscopia no 18º dia de incubação, para a identificação dos ovos claros, isto é, sem embrião.

A fertilidade foi considerada como sendo exclusivamente dependente das condições genéticas e ambientais temporária e permanente da fêmea, já que as galinhas foram inseminadas com uma mis-

tura de sêmen. A eclodibilidade depende da viabilidade embriônica e das características físico-químicas do ovo, e a viabilidade embriônica, por sua vez, depende do genótipo do próprio embrião e dos efeitos maternos genéticos e ambientais. CRITTENDEN *et alii* (1957a) concluíram que a contribuição do genótipo do embrião à viabilidade embriônica é muito pequena, a ponto de ser desprezada. CRITTENDEN e BOHREN (1961) consideraram a eclodibilidade como sendo um caráter só da fêmea. Neste trabalho, a eclodibilidade também foi considerada como um caráter só da fêmea.

4.1 - Análise da Variância

As análises da variância foram feitas, obedecendo a um delineamento de blocos casualizados. As galinhas dentro de populações foram consideradas amostras ao acaso. Os efeitos de população e de incubação foram considerados como fixos.

Os modelos A (classificação hierárquica e cruzada) e B (classificação cruzada) são apresentados a seguir.

Modelo A

$$y_{ijk} = \mu + P_i + g_{ik} + I_j + (PI)_{ij} + e_{ijk}$$

onde: y_{ijk} = porcentagem referente à galinha k da população i, obtida na incubação j;

μ = média geral;

P_i = efeito da população i;

g_{ik} = efeito da galinha k dentro da população i;

I_j = efeito da incubação j;

$(PI)_{ij}$ = efeito da interação da população i com a incubação j;

e_{ijk} = efeito da interação da galinha k com a incubação j dentro da população i.

Modelo B

$$y_{jk} = \mu + g_k + I_j + e_{jk}$$

onde: y_{jk} = porcentagem referente à galinha k na incubação j;

μ = média geral;

g_k = efeito da galinha k;

I_j = efeito da incubação j;

e_{jk} = efeito da interação da galinha k com a incubação j.

As Tabelas 5 e 6 (Apêndice) apresentam as fontes de variação, os graus de liberdade e as esperanças dos quadrados médios, referentes aos modelos A e B.

4.2 - Repetibilidade

Usando-se os componentes, obtidos das análises da variância, foram calculadas as repetibilidades r_{x_1} , r_{x_2} , r_{x_3} e r_{x_4} , relativos aos caracteres x_1 , x_2 , x_3 e x_4 , respectivamente, através da expressão geral:

$$r = \frac{(\sigma_g^2 + \sigma_{Ep}^2)}{(\sigma_g^2 + \sigma_{Ep}^2) + \sigma_{d/w}^2 + \sigma_e^2},$$

onde: r = repetibilidade;

σ_g^2 = variância genética entre galinhas;

σ_{Ep}^2 = variância ambiental permanente entre galinhas;

σ_d^2 = variância entre ovos de uma mesma galinha;

σ_e^2 = variância devida à interação galinha x incubação;

w = número de observações por galinha em cada incubação.

As interpretações dos componentes fenotípicos da variância em termos de variâncias genéticas e ambientais, para cada um dos quatro caracteres, são apresentadas na Tabela 7 (Apêndice).

4.2.1 - Implicações da repetibilidade na seleção

Para cada caráter, a variância fenotípica individual média foi relacionada ao número de incubações pela expressão de FALCONER (1964):

$$\frac{\sigma_{p(n)}^2}{\sigma_p^2} = \frac{1 + r(n - 1)}{n},$$

onde: $\sigma_{p(n)}^2$ = variância fenotípica de n incubações;

σ_p^2 = variância fenotípica de uma única incubação;

r = repetibilidade;

n = número de incubações.

Pode-se estabelecer a seguinte expressão geral do progresso esperado, sem especificar o tipo de seleção:

$$\Delta G = ds \frac{\sigma_G^2}{\sigma_P^2}$$

onde: ds = diferencial de seleção;

σ_G^2 = variância genética;

σ_P^2 = variância fenotípica.

Portanto, o progresso esperado na seleção é, de um modo geral, tanto maior quanto mais variação genética existir, e quanto maior for o diferencial de seleção. A influência da variação fenotípica sobre o progresso, todavia, é diferente. Se temos uma certa quantidade de variação genética, o progresso será tanto maior quanto menor for a variação fenotípica, ou seja, quanto menor for a variação ambiental contida na variação fenotípica. Quando tomam-se repetidas observações fenotípicas de cada indivíduo, consegue-se assim reduzir a influência da variação ambiental. No presente estudo, procurou-se relacionar o progresso esperado com diferentes números de incubações, com a finalidade de se determinar o número ideal de incubações para a seleção de cada caráter. Para facilitar esta decisão, usou-se a seguinte expressão geral de HARVEY (1977):

$$r_n = \frac{nr}{1 + (n - 1)r}$$

onde: r_n = repetibilidade de n incubações;

r = repetibilidade de uma única incubação;

n = número de incubações.

4.2.2 - Desvios padrões das repetibilidades

Os desvios padrões das repetibilidades foram calculados pela seguinte expressão de FISHER (1954) ^{2/}:

$$\sigma_r = \sqrt{\frac{2(1 - r)^2 [1 + (n - 1) r]^2}{n(n - 1)(k - 1)}}$$

onde: σ_r = desvio padrão da repetibilidade;

r = repetibilidade;

n = número de incubações;

k = número de galinhas.

4.3 - Análise da Covariância

As análises da covariância foram realizadas de maneira análoga às da variância, substituindo-se as esperanças dos quadrados médios pelas esperanças dos produtos médios e os componentes da variância pelos componentes da covariância.

^{2/} Citado por BECKER (1975).

4.4 - Correlações Genéticas e Ambientais

Utilizando-se os componentes das análises da variância e da covariância, foram calculadas as correlações genéticas entre x_1 , x_2 , x_3 e x_4 , pela expressão geral:

$$r_{G_{x,x'}} = \frac{COV_{g_{x,x'}} + COV_{Ep_{x,x'}}}{\sqrt{(\sigma_{g_x}^2 + \sigma_{Ep_x}^2)(\sigma_{g_{x'}}^2 + \sigma_{Ep_{x'}}^2)}}$$

onde: $r_{G_{x,x'}}$ = correlação genética entre os caracteres x e x' ;

$COV_{g_{x,x'}}$ = covariância genética entre galinhas para os caracteres x e x' ;

$COV_{Ep_{x,x'}}$ = covariância ambiental permanente entre galinhas para os caracteres x e x' ;

$\sigma_{g_x}^2$ e $\sigma_{g_{x'}}^2$ = variância genética entre galinhas para os caracteres x e x' , respectivamente;

$\sigma_{Ep_x}^2$ e $\sigma_{Ep_{x'}}^2$ = variância ambiental permanente entre galinhas para os caracteres x e x' , respectivamente;

x e x' = representam dois caracteres quaisquer dentre os quatro estudados.

As correlações ambientais entre x_1 , x_2 , x_3 e x_4 foram obtidas pela expressão geral:

$$r_{E_{x,x'}} = \frac{COV_{e_{x,x'}}}{\sqrt{(\sigma_{e_x}^2)(\sigma_{e_{x'}}^2)}}$$

sendo: $r_{E_{x,x'}}$ = correlação ambiental entre os caracteres x e x' ;
 $COV_{e_{x,x'}}$ = covariância ambiental entre galinhas para os caracteres x e x' ;
 $\sigma_{e_x}^2$ e $\sigma_{e_{x'}}^2$ = variância ambiental entre galinhas para os caracteres x e x' , respectivamente.
 x e x' = representam dois caracteres quaisquer dentre os quatro estudados.

As interpretações dos componentes fenotípicos da covariância em termos de covariâncias genéticas e ambientais, para cada uma das seis combinações, estão apresentadas na Tabela 8 (Apêndice).

4.4.1 - Implicações da correlação genética na seleção

Quando um caráter é de difícil melhoramento por apresentar uma baixa herdabilidade, a solução mais apropriada para o seu melhoramento pode ser através da seleção indireta, isto é, praticar a seleção em outro caráter que tenha uma herdabilidade pelo menos razoável, e que esteja intimamente associado com o caráter que se quer melhorar. Neste trabalho, foi feita a comparação do ganho genético, obtido pela seleção direta, para fertilidade e eclodibilidade com o ganho genético que se obtém para fertilidade e eclodibilidade, quando se seleciona para postura e nascimento, respectivamente.

Para o cálculo das respostas correlacionadas, foi utilizada a seguinte expressão geral:

$$RC_{x,x'} = i_x \sigma_{g_{x'}} r_{G_{x,x'}} \sqrt{r_x}$$

onde: $RC_{x,x'}$ = resposta correlacionada entre os caracteres x e x' ;

i_x = intensidade de seleção para o caráter x ;

$\sigma_{g_{x'}}$ = desvio padrão entre galinhas para o caráter x' ;

$r_{G_{x,x'}}$ = correlação genética entre os caracteres x e x' ;

r_x = repetibilidade do caráter x ;

x = postura ou nascimento;

x' = fertilidade ou eclodibilidade.

Para o cálculo do ganho direto foi usada a seguinte expressão geral:

$$\Delta G_{x'} = i_{x'} \sigma_{g_{x'}} \sqrt{r_{x'}}$$

onde: $\Delta G_{x'}$ = progresso esperado para o caráter x' ;

$i_{x'}$ = intensidade de seleção para o caráter x' ;

$\sigma_{g_{x'}}$ = desvio padrão entre galinhas para o caráter x' ;

$r_{x'}$ = repetibilidade do caráter x' ;

x' = fertilidade ou eclodibilidade.

4.4.2 - Desvios padrões das correlações genéticas

Os desvios padrões das correlações genéticas foram obtidos pela expressão de TALLIS (1959), que permite estimar as variâncias das correlações genéticas:

$$\begin{aligned} \hat{\sigma}_{r_G}^2 = & \frac{1}{g_1 n^2 r_x r_{x'}} \left\{ (1 + r_G^2)(1 + r_b^2)(1 + (n-1) r_x)(1 + (n-1) r_{x'}) - \right. \\ & \left. - 2 r_G r_b \left[r_x r_{x'} (1 + (n-1) r_x)(1 + (n-1) r_{x'}) \right]^{1/2} \right. \\ & \left. + \left[\frac{1 + (n-1) r_x}{r_x} + \frac{1 + (n-1) r_{x'}}{r_{x'}} \right] + \frac{r_G^2 (r_x - r_{x'})^2}{2 r_x r_{x'}} \right\} + \\ & + \frac{1}{g_2 n^2 r_x r_{x'}} \left\{ (1 + r_G^2)(1 + r_E)(1 - r_x)(1 - r_{x'}) - \right. \\ & \left. - 2 r_G r_E \left[r_x r_{x'} (1 - r_x)(1 - r_{x'}) \right]^{1/2} \cdot \left[\frac{(1 - r_x)}{r_x} + \frac{(1 - r_{x'})}{r_{x'}} \right] + \right. \\ & \left. + \frac{r_G^2 (r_x - r_{x'})^2}{2 r_x r_{x'}} \right\} \end{aligned}$$

sendo: $\hat{\sigma}_{r_G}^2$ = variância da correlação genética;

g_1 = graus de liberdade entre galinhas;

g_2 = graus de liberdade do resíduo;

n = número de incubações;

r_G = correlação genética;

r_E = correlação ambiental;

r_x e $r_{x'}$ = repetibilidades dos caracteres x e x' ;

$$r_b = \frac{PM_{x,x'}}{(QM_x)(QM_{x'})}$$

PM = produto médio;

QM = quadrado médio.

4.4.3 - Determinação da precisão das estimativas das correlações genéticas

Foram feitas as comparações das correlações genéticas com zero, através de um teste t , isto é:

$$t = \frac{r_G - 0}{\sqrt{\hat{\sigma}_0^2(r_G)}}$$

sendo $\hat{\sigma}_0^2(r_G)$ a variância da correlação genética, admitindo-se que a verdadeira correlação é normalmente distribuída com média zero.

Quando admite-se que a verdadeira correlação genética é normalmente distribuída com média zero, a variância da correlação genética é estimada pela seguinte expressão de TALLIS (1959):

$$\hat{\sigma}_0^2(r_G) = \frac{1}{g_1 n^2 r_x r_{x'}} \left[(1 + (n-1) r_x)(1 + (n-1) r_{x'}) + r_p^2 \right] + \frac{1}{g_2 n^2 r_x r_{x'}} \left[(1 - r_x)(1 - r_{x'}) + r_p^2 \right]$$

sendo:

$$r_p = \frac{COV_{g_{x,x'}} + COV_{E_{p_{x,x'}}} + COV_{e_{x,x'}}}{\sqrt{(\sigma_{g_x}^2 + \sigma_{E_{p_x}}^2 + \sigma_{e_x}^2)(\sigma_{g_{x'}}^2 + \sigma_{E_{p_{x'}}}^2 + \sigma_{e_{x'}}^2)}}$$

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias referentes aos experimentos 1 e 2 são apresentadas na Tabela 9 (Apêndice), e as análises da variância correspondentes estão nas Tabelas 10 e 11 (Apêndice). Os quadrados médios de populações foram significativos a 5% ($P < 0,05$) para eclodibilidade e postura no experimento 1, enquanto que no experimento 2 foram altamente significativos ($P < 0,01$) para eclodibilidade, nascimento e postura. Os quadrados médios de incubações foram significativos ($P < 0,05$) em ambos os experimentos somente para nascimento. A interação P x I não foi significativa em todos os casos. Os quadrados médios de galinhas dentro de populações foram altamente significativos ($P < 0,01$) para todos os caracteres em ambos os experimentos, com exceção do referente à fertilidade, no experimento 2, que foi significativo a 5% ($P < 0,05$). Quando testaram-se os quadrados médios de galinhas dentro de cada população, os resultados, em am

bos os experimentos, mostraram que dentro da população LT existe variabilidade para todos os caracteres em estudo. Já para a população LF observaram-se que existem diferenças entre galinhas, em ambos os experimentos, somente para postura. Entre galinhas da população LM não se detectou diferenças para os caracteres em estudo, com exceção de postura, cujo quadrado médio foi significativo a 5% ($P < 0,05$).

A Tabela 12 (Apêndice) apresenta as repetibilidades e os respectivos desvios padrões. É importante ressaltar que tais valores de repetibilidade foram subestimados, pois como as análises da variância foram feitas com médias de incubação, não se pode separar o efeito da interação galinha/P x incubação (σ_g^2) da variação dentro de galinha (σ_d^2). Portanto a variância ambiental ficou superestimada. Para melhor esclarecer esta situação, assume-se que, se a análise fosse feita na base de ovos individuais, a repetibilidade de um único ovo seria calculada pela seguinte expressão:

$$r = \frac{(\sigma_g^2 + \sigma_{Ep}^2)}{(\sigma_g^2 + \sigma_{Ep}^2) + \sigma_d^2 + \sigma_e^2} \quad (1)$$

mas, conforme foi feita a análise, a repetibilidade na base de um único ovo seria assim determinada:

$$r = \frac{(\sigma_g^2 + \sigma_{Ep}^2)}{(\sigma_g^2 + \sigma_{Ep}^2) + \sigma_d^2 + w \sigma_e^2} \quad (2)$$

Comparando as expressões 1 e 2, nota-se que, para as mesmas se igualarem, é necessário que o componente σ_e^2 seja igual a zero. CRITTENDEN e BDHREN (1961) não encontraram significância estatística para a interação galinha x incubação para todos os caracteres relacionados com a eclodibilidade.

Dentre os quatro caracteres estudados, a postura é que apresentou o maior valor de repetibilidade em ambos os experimentos. A repetibilidade da eclodibilidade foi inferior ao valor encontrado por CRITTENDEN e BOHREN (1961), entretanto a repetibilidade da postura foi semelhante ao valor obtido por CRITTENDEN e BOHREN (1962). De um modo geral, as magnitudes das repetibilidades encontradas foram baixas, concordando com CRITTENDEN e BOHREN (1961). Devido à baixa repetibilidade, estes autores sugerem o uso de diversas incubações como um modo vantajoso para a seleção da eclodibilidade.

As correlações genéticas entre os caracteres estudados e os respectivos desvios padrões estão apresentados na Tabela 13 (Apêndice). Nota-se o alto grau de associação positiva entre fertilidade e postura. Isto está de acordo com o resultado obtido por LAMOREUX (1940). Observa-se também uma alta associação positiva entre eclodibilidade e nascimento. Os desvios padrões das correlações genéticas foram nitidamente maiores que os das repetibilidades, principalmente no experimento 2, cujo número de galinhas participantes foi inferior àquele registrado no experimento 1. Isto leva a crer que 30 galinhas são suficientes para se obter boas estimativas das repetibilidades para fertilidade, eclodibilidade, nascimento e pos-

tura, enquanto que para se estimar as correlações genéticas entre fertilidade e eclodibilidade, fertilidade e nascimento, fertilidade e postura são necessárias pelo menos 40 galinhas. Todas as correlações genéticas no experimento 2 foram inferiores às observadas no experimento 1. É conveniente lembrar que esses valores não são plenamente comparáveis, pois os experimentos diferem quanto ao número de populações, número de galinhas, idade das galinhas e proporção de galinhas que participaram de ambos os experimentos. A significância das correlações genéticas está colocada entre parênteses, em virtude da metodologia utilizada (TALLIS, 1959) não fornecer o número de graus de liberdade, necessário para se testar os valores de "t" obtidos. Entretanto os valores de "t" obtidos permitiram a colocação de tais significâncias, pois, em geral, ou foram altos (acima de 2,0) ou foram baixos (próximos de 1,0), de tal forma que foi possível de terminar-se uma significância provável, com boa margem de segurança, conforme pode ser verificado pela Tabela de FISHER e YATES (1971).

A Tabela 14 (Apêndice) apresenta as correlações ambientais entre os caracteres estudados. Destes resultados pode-se destacar a alta correlação ambiental positiva entre eclodibilidade e nascimento. Isto quer dizer que os efeitos ambientais, que influenciam a eclodibilidade, são os mesmos que afetam o nascimento. Portanto, ao melhorarmos as condições ambientais para o nascimento, a eclodibilidade também é favorecida. Pode-se dizer também que os efeitos ambientais que influenciam a fertilidade não são os mesmos que influenciam a postura, devido à baixa correlação ambiental en-

tre estes dois caracteres.

Foram realizadas também análises separadas das populações LT e LF, que participaram do experimento 1. A Tabela 15 (Apêndice) apresenta as médias referentes às populações LT e LF, e as análises da variância correspondentes estão nas Tabelas 16 e 17 (Apêndice). As diferenças entre as médias das referidas populações não foram estatisticamente significativas. Os quadrados médios de galinhas referentes à eclodibilidade não foram significativos, ao contrário do que ocorreu, quando se fez a análise das populações em conjunto. Os demais quadrados médios confirmaram aos resultados obtidos no experimento 1.

As repetibilidades, calculadas na base de médias de incubação, e os desvios padrões estão apresentados na Tabela 18 (Apêndice). As populações LT e LF mostraram repetibilidades de magnitudes semelhantes para todos os caracteres estudados, com exceção de nascimento, cujos valores foram contrastantes, apesar de esta diferença entre as duas populações não ser estatisticamente significativa. Os desvios padrões destas análises praticamente não diferiram daqueles encontrados no experimento 1.

A Tabela 19 apresenta as correlações genéticas e os respectivos desvios padrões. Existe uma forte discrepância entre estes valores de correlações genéticas, obtidos das populações LT e LF separadamente, e aqueles observados, quando se considerou as referidas populações em conjunto. Notam-se também que os desvios padrões são bem maiores que aqueles, obtidos no experimento 1. Mesmo

assim é possível novamente ressaltar as fortes associações positivas, existentes entre fertilidade e postura e entre nascimento e eclodibilidade. Estes resultados também indicam que 20 galinhas não são suficientes para se obter boas estimativas das correlações, entretanto são satisfatórias para a obtenção das repetibilidades.

Valores das correlações ambientais entre os caracteres reprodutivos estudados estão apresentados na Tabela 20 (Apêndice). Destes valores pode-se novamente destacar a alta correlação ambiental entre eclodibilidade e nascimento.

A repetibilidade é muito útil, pois estabelece o limite superior da herdabilidade ($r = \frac{\sigma_G^2}{\sigma_P^2} + \frac{\sigma_{Ep}^2}{\sigma_P^2}$), frequentemente pode ser conhecida quando não é possível medir-se a herdabilidade e é mais fácil de ser determinada. Outra utilidade do uso da repetibilidade refere-se à indicação de quanto se pode esperar de redução da variância fenotípica (através da diminuição da variância ambiental temporária) quando se realiza mais de uma observação por indivíduo. E como o ganho de seleção é também função da variância fenotípica, em última análise, pode-se prever a resposta do ganho de seleção para cada redução da variância fenotípica (FALCONER, 1964).

A Figura 1 mostra qual é a tendência do ganho genético de seleção, quando se aumenta o número de incubações para fertilidade, eclodibilidade e nascimento. Para postura procurou-se relacionar o ganho de seleção com o número de períodos de coleta de ovos, sendo que cada período corresponde a uma incubação. A finalidade deste estudo foi a de determinar o número mais adequado de re-

petições, que permita o máximo de eficiência na seleção das galinhas com base nos seus próprios desempenhos. Examinando-se a Figura 1 e a Tabela 21, que apresenta valores de repetibilidade para diferentes números de repetições, pode-se observar que, para o melhoramento da fertilidade e do nascimento, é preciso um mínimo de 6 incubações, e para o melhoramento da eclodibilidade, um mínimo de 9 incubações, sendo que praticamente não se pode estabelecer um limite máximo de incubações para o melhoramento da fertilidade, do nascimento e, principalmente, da eclodibilidade. Para o melhoramento da postura, 6 a 9 períodos de coleta de ovos parecem ser suficientes.

O melhoramento da fertilidade e da eclodibilidade pode ser feito por seleção direta para estes caracteres ou por seleção indireta, isto é, selecionando-se para um caráter relacionado com o que se pretende melhorar. A Tabela 22 apresenta as relações entre ganho genético indireto e ganho genético direto, para o melhoramento da fertilidade e da eclodibilidade. Os resultados deixaram bem evidente que o melhoramento da fertilidade e da eclodibilidade, selecionando-se para postura e nascimento, respectivamente, é superior ao conseguido pela seleção direta para fertilidade e eclodibilidade. Nota-se que a superioridade da seleção indireta sobre a seleção direta, para o melhoramento da eclodibilidade, mantém-se até 24 repetições, enquanto que a vantagem da seleção indireta, para o melhoramento da fertilidade, persiste somente até 6 repetições. É importante ressaltar que a validade das relações, apresentadas na Tabela 22, é relativa, pois as mesmas foram obtidas, lançando-se

mão das repetibilidades.

Com os dados disponíveis, somente a seleção individual pode ser usada para o melhoramento dos caracteres estudados; mas, segundo NORDSKOG e CRUMP (1948), a seleção individual não é um método eficiente para o melhoramento dos caracteres reprodutivos. Estes mesmos autores recomendam o uso da seleção de famílias ou de progênes de macho, como métodos mais eficientes que a seleção individual. Entretanto, CRITTENDEN *et alii* (1957b) observaram que os resultados, obtidos com seleção individual, realizada na primavera, foram equivalentes àqueles, conseguidos com seleção de famílias, no outono.

Os coeficientes de variação dos experimentos 1 e 2 (ver Tabelas 10, 11, 16 e 17, do Apêndice), podem ser considerados relativamente altos, o que indica a existência de fontes de variação que não foram isoladas nas análises da variância

6. CONCLUSÕES

Dos resultados da presente pesquisa, pode-se concluir que:

- a) Fertilidade, eclodibilidade, nascimento e postura apresentam herdabilidade baixa.
- b) Fertilidade, eclodibilidade, nascimento e postura são todos correlacionados positivamente.
- c) Existe um alto grau de associação positiva, genética e ambiental, entre eclodibilidade e nascimento.
- d) Entre fertilidade e postura existe uma alta correlação genética positiva e uma baixa correlação ambiental também positiva.

- e) Vinte galinhas permitem a obtenção de estimativas satisfatórias das repetibilidades para fertilidade, eclodibilidade, nascimento e postura.
- f) Pelo menos 40 galinhas são necessárias para a obtenção de boas estimativas das correlações genéticas entre fertilidade e eclodibilidade, fertilidade e nascimento, fertilidade e postura.
- g) A mensuração da postura durante 70 a 110 dias fornece boas estimativas da produtividade de uma galinha, para efeito de seleção individual.
- h) No mínimo 6 incubações são necessárias para as mensurações das taxas de fertilidade e nascimento, visando a seleção para estes caracteres. Não há limite máximo de incubações para o melhoramento da fertilidade e do nascimento.
- i) A fertilidade pode ser mais eficientemente melhorada através de uma seleção indireta para a produção individual de ovos, estimada pelo número de ovos produzidos em 72 dias, aproximadamente, enquanto que o melhoramento da eclodibilidade pode ser feito com maior eficiência, selecionando-se para o nascimento, com qualquer número de incubações, respeitando-se o limite mínimo de 6 incubações.

7. SUMMARY

This research was conducted in order to study the inheritance of reproductive traits in meat-type chickens. Coefficients of repeatability were estimated for fertility (Fert), hatchability of fertile eggs (Eclod), hatchability of all eggs set (Hatch) and percentage of lay (Post), in order to establish adequate numbers of measures that would give the good responses when selecting females on the basis of their own performances. Genetic correlations were obtained in order to evaluate the degree of association among traits, and the relative efficiency of directed and indirect selection for the improvement of these traits. Environmental correlations were also obtained.

Data from three meat-type chicken populations were utilized in two experiments. The LT and LF populations were included in the first experiment, whereas all three populations were in-

cluded in the second experiment (LT, LM and LF). In both experiments the females were inseminated twice a week with a mixture of the semen of 30 males from their own populations.

Repeatability estimates were: Fert = 0.20 ± 0.07 , Eclod = 0.10 ± 0.06 , Hatch = 0.16 ± 0.06 , and Post = 0.33 ± 0.07 . The genetic correlations indicated a high degree of association between Eclod and Hatch ($r_G = 0.98 \pm 0.05$), and between Fert and Post ($r_G = 0.90 \pm 0.13$), whereas the environmental correlations indicated a high degree of association between Eclod and Hatch ($r_E = 0.93$), and an almost independence between Fert and Post ($r_E = 0.09$).

Based on the magnitude of the standard deviations it was concluded that it can be obtained good estimates of the coefficients of repeatabilities. However, 40 chickens may be needed to get estimates of genetic correlations.

Based on the reduction of the phenotypic variation when more measures are made on a trait, it was verified that 70 to 110 days of measuring individual egg production was satisfactory for improving this trait through individual selection. For the improvement of fertility and hatchability of all eggs set, at least 6 hatches would be necessary in order to allow an efficient improvement. Actually, specially for fertility and hatchability of all eggs set, the larger the number of hatches, the best the selection efficiency would be.

The data available indicated that indirect selection toward individual rate of lay would be more efficient than direct

selection for the improvement of fertility. However, the improvement of hatchability of fertile eggs can be made more efficiently by selecting for hatchability of all eggs set.

8. LITERATURA CITADA

- ABPLANALP, H. e I.L. KOSIN, 1953. Genetic variation of fertility and hatchability in the broadbreasted bronze turkey. Poultry Sci. Ithaca, 32:321-331.
- BARTLET, M.S., 1947. The use of transformations. Biometrics. Fort Collins, Atlanta, 3:39-52.
- BECKER, W.A., 1975. Manual of Quantitative Genetics. 3a. ed. Washington, Washington State University Press. 170 p.
- BERNIER, P.E.; L.W. TAYLOR e C.A. GUNNS, 1951. The relative effects of inbreeding and outbreeding on reproduction in the domestic fowl. Hilgardia. Fort Atkinson, Wisc., 20:529-628.
- BRUNSON, C.C.; G.F. GODFREY e B.L. GOODMAN, 1955. Heritability estimates of hatchability and resistance to death to ten weeks of age. Poultry Sci. Ithaca, 34:1183.

- BRUNSON, C.C.; G.F. GOOFREY e B.L. GOODMAN, 1956. Heritability of all-or-one traits: hatchability and resistance to death to ten weeks of age. Poultry Sci. Ithaca, 35:516-523.
- CRITTENDEN, L.B.; B.B. BOHREN e V.L. ANDERSON, 1957a. Genetic variance and covariance of the components of hatchability in New Hampshires. Poultry Sci. Ithaca, 36:90-103.
- CRITTENDEN, L.B.; B.B. BOHREN e V.L. ANDERSON, 1957b. A comparison of different criteria of selection for hatchability in chickens. Poultry Sci. Ithaca, 36:104-110.
- CRITTENDEN, L.B. e B.B. BOHREN, 1961. The genetic and environmental effects of hatching time, egg weight and holding time on hatchability. Poultry Sci. Ithaca, 40:1736-1750.
- CRITTENDEN, L.B. e B.B. BOHREN, 1962. The effects of current egg production, time in production, age of pullet and inbreeding on hatchability and hatching time. Poultry Sci. Ithaca, 41:426-433.
- DAVIS, G.T., 1955. Influence of oxygen concentrations on hatchability and on selecting for hatchability. Poultry Sci. Ithaca, 34:107-113.
- FALCONER, D.S., 1964. Introduction to Quantitative Genetics. 3a. imp. New York, The Ronald Press Company. 365 p.
- FISHER, R.A. e F. YATES, 1971. Tabelas Estatísticas para Pesquisa em Biologia, Medicina e Agricultura. São Paulo, Editora Polígono S.A. 150 p. (Tradução do idioma inglês para o português por S.L. HAIM).

- FRIARS, G.W.; B.B. BOHREN e H.E. MACKEAN, 1962. Time trends in estimates of genetic parameters in a population of chickens subjected to multiple objective selection. Poultry Sci. Ithaca, 41: 1773-1784.
- GHOSTLEY, J.E. e A.W. NORDSKOG, 1956. Efficiency of index selection for egg weight and for growth rate. Poultry Sci. Ithaca, 35:1144.
- HARVEY, W.R., 1977. Comunicação pessoal.
- HILL, J.F.; G.E. DICKERSON e H.L. KEMPSTER, 1954. Some relationships between hatchability, egg production and adult mortality. Poultry Sci. Ithaca, 33:1059-1060.
- IDETA, G. e P.B. SIEGEL, 1966. Selection for body weight weeks of age. 4. Phenotypic, genetic and environmental correlation between selected and unselected traits. Poultry Sci. Ithaca, 45:933-939.
- JAAP, R.G.; J.H. SMITH e B.L. GOODMAN, 1962. A genetic analysis of growth and egg production in meat-type chickens. Poultry Sci. Ithaca, 41:1439-1446.
- JAAP, R.G. e F.V. MUIR, 1968. Erratic oviposition and egg defects in broiler-type pullets. Poultry Sci. Ithaca, 47:417-423.
- JAAP, R.G. e A.G. KHAN, 1972. Hatching egg production increased without decreasing 8-weeks body weight in broiler chickens. Poultry Sci. Ithaca, 51:336-338.
- KINNEY, T.B. Jr. e R.N. SHOFFNER, 1967. Phenotypic and genetic responses to selection in a meat-type poultry population. Poultry Sci. Ithaca, 46:900-910.

- KINNEY, T.B. Jr., 1969. A summary of reported estimates of heritabilities and of genetic and phenotypic correlations for traits in chickens. Agriculture Handbook n° 363, ARS, USDA:
- LAMOREUX, W.F., 1940. The influence of intensity of egg production upon fertility in the domestic fowl. J. Agr. Res. Washington, 61:191-206.
- LANDAUER, W., 1951. The hatchability of chicken eggs as influenced by environment and heredity. Connecticut (Storrs) Agr. Exp. Sta. Bull. 262. 223 p.
- LERNER, I.M., 1954. Genetic Homeostasis. Oliver and Boyd, Edinburg and London. 134 p.
- MERRITT, E.S.; M. ZEWALSKY e S.B. GLEM, 1966. Directed and correlated responses to selection for 63-day body weight in chickens. In: Proc. 13th World's Poultry Congress, Kiev, p. 86-91.
- MERRITT, E.S., 1968. Genetic parameter estimates for growth and reproductive traits in a randombred control strain of meat-type fowl. Poultry Sci. Ithaca, 47:190.199.
- MOHAMMAOIAN, M., 1971. Phenotypic variation attributable to the dwarf allele, dw, in broiler populations of the domestic fowl. Ohio State Univ., USA. (PhD dissertation).
- NORDSKOG, A.W. e S.L. CRUMP, 1948. Systematic and random sampling for estimating egg production in poultry. Biometrics. Fort Collins, Atlanta, 4:223-233.

- NORDSKOG, A.W.; L.T. SMITH e R.E. PHILLIPS, 1959. Heterosis in poultry. 2. Crossbreds versus top-crossbreds. Poultry Sci. Ithaca, 38:1372-1380.
- SHOFFNER, R.N. e H.J. SLOAN, 1948. Heritability studies in the domestic fowl. In: Off. Report. 8th World's Poultry Congress, Copenhagen, p. 269-281.
- TALLIS, G.M., 1959. Sampling errors of genetic correlation coefficients calculated from analyses of variance and covariance. Australian Journal of Statistics. (s.l.), 1:35-43.
- VERGHESE, M.W. e A.W. NORDSKOG, 1968. Correlated responses in reproductive fitness to selection in chickens. Genetical Res. (s.l.), 11:221-238.
- WARREN, D.C., 1927-1928. Hybrid vigor in poultry. Poultry Sci. Ithaca, 7:1-8.
- WILSON, W.O., 1948a. Egg production rate and fertility in inbred chickens. Poultry Sci. Ithaca, 27:719-726.
- WILSON, W.O., 1948b. Viability of embryos and chicks in inbred chickens. Poultry Sci. Ithaca, 27:727-735.

9. APÉNDICE

Tabela 1 - Estimativas da herdabilidade para fertilidade, eclodibilidade, nascimento e postura, encontradas na Literatura.

Caracteres	Componentes da Variância		Referência
	Entre Machos	Entre Fêmeas	
Fertilidade	-	0,08	CRITTENDEN <i>et alii</i> (1957a)
Eclodibilidade	0,05	-	BRUNSON <i>et alii</i> (1955)
	-0,05	-	BRUNSON <i>et alii</i> (1956)
	0,04	-	BRUNSON <i>et alii</i> (1956)
	0,06	-	BRUNSON <i>et alii</i> (1956)
	0,12	-	BRUNSON <i>et alii</i> (1956)
	-	0,03	CRITTENDEN <i>et alii</i> (1957a)
	-	0,23	CRITTENDEN e BOHREN (1961)
	0,65	-	DAVIS (1955)
	0,29	-	DAVIS (1955)
Nascimento	0,11	-	BRUNSON <i>et alii</i> (1955)
	0,08	-	BRUNSON <i>et alii</i> (1956)
	0,11	-	BRUNSON <i>et alii</i> (1956)
	0,13	-	BRUNSON <i>et alii</i> (1956)
	-	0,10	CRITTENDEN <i>et alii</i> (1957a)
Postura	0,01	0,50	CRITTENDEN e BOHREN (1962)
	0,19	0,26	MERRITT (1968)
	-	0,43	WILSON (1948a)

Tabela 2 - Estimativas das correlações genéticas e fenotípicas entre caracteres reprodutivos, encontradas na Literatura.

Caracteres Correlacionados	Correlação		Referência
	Genética	Fenotípica	
Eclodibilidade x Postura	0,96	0,05	CRITTENDEN e BOHREN (1962)
	0,22	0,04	CRITTENDEN e BOHREN (1962)
	0,31	0,13	HILL <i>et alii</i> (1954)
	0,30	0,16	HILL <i>et alii</i> (1954)
	0,23	0,25	HILL <i>et alii</i> (1954)
Eclodibilidade x Fertilidade	0,60	0,00	CRITTENDEN <i>et alii</i> (1957a)
	0,36	0,18	NORDSKOG <i>et alii</i> (1959)
	0,64	-	NORDSKOG <i>et alii</i> (1959)
	0,08	-	NOROSKOG <i>et alii</i> (1959)
Eclodibilidade x Nascimento	0,80	0,75	CRITTENDEN <i>et alii</i> (1957a)
	-	0,78	NORDSKOG <i>et alii</i> (1959)
Fertilidade x Nascimento	0,80	0,65	CRITTENDEN <i>et alii</i> (1957a)
	-	0,69	NORDSKOG <i>et alii</i> (1959)

Tabela 3 - Número de incubações, número de galinhas e idade das galinhas, nos experimentos 1 e 2. Piracicaba, SP, 1976.

	Experimento 1		Experimento 2		
	População LT	População LF	População LT	População LM	População LF
Número de incubações	6	6	6	6	6
Número de galinhas	20	20	10	10	10
<u>Idade das galinhas</u>					
Galinhas com 8 meses	20	-	-	10	10
Galinhas com 12 meses	-	-	10	-	-
Galinhas com 15 meses	-	20	-	-	-

Tabela 4 - Número de dias de coleta de ovos em cada incubação, nos experimentos 1 e 2. Piracicaba, SP, 1976.

Experimento 1		Experimento 2	
Incubações	Dias de Coleta	Incubações	Dias de Coleta
I	10	VII	13
II	10	VIII	13
III	11	IX	10
IV	10	X	11
V	14	XI	10
VI	12	XII	12

Tabela 5 - Fontes de variação, graus de liberdade e esperanças dos quadrados médios, referentes ao modelo A. Piracicaba, SP, 1976.

Fonte de Variação	G.L.	E(Q.M.)
Populações (P)	P-1	$\sigma_{d/w}^2 + \sigma_e^2 + b(\sigma_{g/P}^2 + \sigma_{Ep}^2) + bc K_P^2$
Galinhas/P	(g-1)/P	$\sigma_{d/w}^2 + \sigma_e^2 + b(\sigma_{g/P}^2 + \sigma_{Ep}^2)$
Incubação (I)	I-1	$\sigma_{d/w}^2 + \sigma_e^2 + ac K_I^2$
P x I	(P-1)(I-1)	$\sigma_{d/w}^2 + \sigma_e^2 + c K_{PI}^2$
Resíduo	(g-1)(I-1)/P	$\sigma_{d/w}^2 + \sigma_e^2$

w = número de observações por galinha em cada incubação;

a = número de populações;

b = número de incubações;

c = número de galinhas.

Tabela 6 - Fontes de variação, graus de liberdade e esperanças dos quadrados médios, referentes ao modelo B. Piracicaba, SP, 1976.

Fontes de Variação	G.L.	E(Q.M.)
Incubações	I-1	$\sigma_{d/w}^2 + \sigma_e^2 + c K_I^2$
Galinhas	g-1	$\sigma_{d/w}^2 + \sigma_e^2 + b(\sigma_g^2 + \sigma_{Ep}^2)$
Resíduo	(I-1)(g-1)	$\sigma_{d/w}^2 + \sigma_e^2$

Tabela 7 - Componentes fenotípicos da variância expressos em termos de variâncias genéticas e ambientais. Piracicaba, SP, 1976.

Componentes da Variância	Componentes genéticos e ambientais			
	σ_A^2	σ_D^2	σ_{Ep}^2	σ_{Et}^2
	Caracteres x_1 e x_4			
σ_g^2	1	1	1	0
σ_d^2	0	0	0	1
	Caracteres x_2 e x_3			
σ_g^2	1/4	0	1	0
σ_d^2	3/4	1	0	1

σ_A^2 = variação genética aditiva;
 σ_D^2 = variação genética dominante;
 σ_{Ep}^2 = variação ambiental permanente;
 σ_{Et}^2 = variação ambiental temporária.

Tabela 8 - Componentes fenotípicos da covariância expressos em termos de covariâncias genéticas e ambientais. Piracicaba, SP, 1976.

Componentes da covariância	Componentes genéticos e ambientais			
	COV _A	COV _D	COV _{Ep}	COV _{Et}
	Todas as combinações, exceto x ₂ x ₃			
COV _{g_{x,x'}}	1	1	1	0
COV _{d_{x,x'}}	0	0	0	1
	Combinação x ₂ x ₃			
COV _{g_{x,x'}}	1/4	0	1	0
COV _{d_{x,x'}}	3/4	1	0	1

COV_A = covariância genética aditiva;

COV_D = covariância genética dominante;

COV_{Ep} = covariância ambiental permanente;

COV_{Et} = covariância ambiental temporária.

Tabela 9 - Médias da fertilidade, eclodibilidade, nascimento e postura, referentes a populações, nos experimentos 1 e 2. Pi racicaba, SP, 1976.

Caracteres	Experimento 1		Experimento 2		
	Popula- ção L \bar{T}	Popula- ção L \bar{F}	Popula- ção L \bar{T}	Popula- ção L \bar{M}	Popula- ção L \bar{F}
Fertilidade	68,8±0,8	70,6±0,8	70,1±1,1	72,9±1,1	74,0±1,1
Eclodibilidade	64,0±1,2	60,5±1,2	55,9±1,7	64,9±1,7	61,9±1,7
Nascimento	58,0±1,2	56,9±1,2	53,6±1,8	62,4±1,8	59,5±1,8
Postura	46,6±0,7	44,3±0,7	40,1±1,0	43,7±1,0	44,7±1,0

Tabela 10 - Análise da variância da fertilidade (Fert), eclodibilidade (Eclod), nascimento (Nasc) e postura (Post), no experimento 1. Piracicaba, SP, 1976.

Fontes de Variação	G.L.	Quadrados Médios			
		Fert	Eclod	Nasc	Post
Populações (P)	1	210,0 ^{ns}	716,9*	72,9 ^{ns}	309,9*
Galinhas/P	38	198,4***	295,4***	399,4***	260,6***
Galinhas/LT	19	220,9***	299,8*	513,7***	228,8***
Galinhas/LF	19	175,9***	291,0*	285,1 ^{ns}	292,5***
Incubações (I)	5	186,8 ^{ns}	808,8 ^{ns}	970,5*	253,8 ^{ns}
P x I	5	32,1 ^{ns}	313,0 ^{ns}	239,6 ^{ns}	52,5 ^{ns}
Resíduo	190	79,8	180,9	186,4	67,2
Coeficientes de Variação		12,8%	21,6%	23,7%	18,0%

* = significativo a 5% (P < 0,05);

** = significativo a 1% (P < 0,01);

ns = não significativo.

Tabela 11 - Análise da variância da fertilidade, eclodibilidade, nascimento e postura no experimento 2. Piracicaba, SP, 1976.

Fontes de Variação	G.L.	Quadrados Médios			
		Fert	Eclod	Nasc	Post
Populações (P)	2	165,7 ^{ns}	1271,0 ^{**}	1215,5 ^{**}	353,9 ^{**}
Galinhas/P	27	114,3*	405,5 ^{**}	423,7 ^{**}	258,1 ^{**}
Galinhas/LT	9	189,7 ^{**}	735,1 ^{**}	770,4 ^{**}	291,0 ^{**}
Galinhas/LM	9	93,7 ^{ns}	167,5 ^{ns}	193,2 ^{ns}	146,8*
Galinhas/LF	9	59,4 ^{ns}	313,9 ^{ns}	307,4 ^{ns}	336,5 ^{**}
Incubações (I)	5	76,6 ^{ns}	834,3*	967,2*	118,7 ^{ns}
P x I	10	31,5 ^{ns}	238,3 ^{ns}	177,7 ^{ns}	47,1 ^{ns}
Resíduo	135	71,7	181,0	200,5	66,5
Coeficientes de Variação		11,7%	22,1%	24,2%	19,0%

* = significativo a 5% ($P < 0,05$);

** = significativo a 1% ($P < 0,01$);

ns = não significativo.

Tabela 12 - Repetibilidades da fertilidade, eclodibilidade, nascimento e postura, nos experimentos 1 e 2. Piracicaba, SP, 1976.

Caracteres	Experimento 1	Experimento 2
Fertilidade	0,20±0,07	0,09±0,07
Eclodibilidade	0,10±0,06	0,17±0,08
Nascimento	0,16±0,06	0,16±0,08
Postura	0,33 0,07	0,33 0,09

Tabela 13 - Correlações genéticas entre os caracteres reprodutivos, nos experimentos 1 e 2, Piracicaba, SP, 1976.

Caracteres Correlacionados	Experimento 1	Experimento 2
Fert x Eclod	0,66 ^(ns) ±0,29 (t=1,94)	0,37 ^(ns) ±0,40 (t=0,84)
Fert x Nasc	0,78 ^(*) ±0,15 (t=2,60)	0,56 ^(ns) ±0,32 (t=1,19)
Fert x Post	0,90 ^(**) ±0,13 (t=3,60)	0,70 ^(ns) ±0,26 (t=1,84)
Eclod x Nasc	0,98 ^(*) ±0,05 (t=2,33)	0,97 ^(*) ±0,03 (t=2,36)
Eclod x Post	0,44 ^(ns) ±0,28 (t=1,47)	0,42 ^(ns) ±0,27 (t=1,40)
Nasc x Post	0,55 ^(*) ±0,22 (t=2,10)	0,43 ^(ns) ±0,27 (t=1,39)

(*) = significativo a 5% (P < 0,05);

(**) = significativo a 1% (P < 0,01);

(ns) = não significativo.

Tabela 14 - Correlações ambientais entre os caracteres reprodutivos, nos experimentos 1 e 2. Piracicaba, SP, 1976.

Caracteres Correlacionados	Experimento 1	Experimento 2
Fertilidade x Eclodibilidde	0,09	0,18
Fertilidade x Nascimento	0,49	0,48
Fertilidade x Postura	0,09	0,35
Eclodibilidade x Nascimento	0,89	0,93
Eclodibilidade x Postura	0,13	0,14
Nascimento x Postura	0,05	0,12

Tabela 15 - Médias da fertilidade, eclodibilidade, nascimento e postura, referentes às populações LT e LF. Piracicaba, SP, 1976.

Caracteres	População LT	População LF
Fertilidade	68,8±0,9	70,6±0,7
Eclodibilidade	64,0±1,2	60,5±1,2
Nascimento	58,0±1,2	56,9±1,3
Postura	46,6±0,7	44,3±0,8

Tabela 16 - Análise da variância da fertilidade, eclodibilidade, nascimento e postura, referente à população LT. Piracicaba, SP, 1976.

Fontes de Variação	G.L.	Quadrados Médios			
		Fert	Eclod	Nasc	Post
Incubações	5	72,2 ^{ns}	903,5**	844,4**	89,5 ^{ns}
Galinhas	19	220,9**	299,8 ^{ns}	513,7**	228,8**
Resíduo	95	97,7	182,5	179,1	51,8
Coeficientes de Variação		14,4%	21,1%	23,1%	15,5%

* = significativo a 5% ($P < 0,05$);

** = significativo a 1% ($P < 0,01$);

ns = não significativo.

Tabela 17 - Análise da variância da fertilidade, eclodibilidade, nascimento e postura, referente à população LF. Piracicaba, SP, 1976.

Fontes de Variação	G.L.	Quadrados Médios			
		Fert	Eclod	Nasc	Post
Incubações	5	146,7*	210,4 ^{ns}	365,7 ^{ns}	216,8*
Galinhas	19	175,9**	291,0 ^{ns}	285,1 ^{ns}	292,5**
Resíduo	95	61,8	179,2	193,7	82,6
Coeficientes de Variação		11,1%	22,1%	24,4%	20,5%

* = significativo a 5% ($P < 0,05$);

** = significativo a 1% ($P < 0,01$);

ns = não significativo.

Tabela 18 - Repetibilidade da fertilidade, eclodibilidade, nascimento e postura, referente às populações LT e LF. Piracicaba, SP, 1976.

Caracteres	População LT	População LF
Fertilidade	0,17±0,09	0,24±0,10
Eclodibilidade	0,10±0,08	0,09±0,08
Nascimento	0,24±0,10	0,07±0,08
Postura	0,37±0,11	0,30±0,11

Tabela 19 - Correlações genéticas entre os caracteres reprodutivos das populações LT e LF. Piracicaba, SP, 1976.

Caracteres Correlacionados	População LT	População LF
Fertilidade x Eclodibilidade	1,40±0,47	-0,12±0,46
Fertilidade x Nascimento	1,03±0,13	0,40±0,42
Fertilidade x Postura	0,88±0,23	0,93±0,14
Eclodibilidade x Nascimento	1,11±0,11	0,86±0,15
Eclodibilidade x Postura	0,57±0,38	0,32±0,41
Nascimento x Postura	0,47±0,29	0,80±0,40

Tabela 20 - Correlações ambientais entre os caracteres reprodutivos das populações LT e LF. Piracicaba, SP, 1976.

Caracteres Correlacionados	População LT	População LF
Fertilidade x Eclodibilidade	-0,08	0,31
Fertilidade x Nascimento	0,43	0,57
Fertilidade x Postura	-0,06	0,24
Eclodibilidade x Nascimento	0,85	0,94
Eclodibilidade x Postura	0,01	0,22
Nascimento x Postura	-0,09	0,16

Tabela 21 - Valores de repetibilidade para diferentes números de repetições, referentes ao experimento 1. Piracicaba, SP, 1976.

Número de Repetições	Repetibilidades			
	Fertilidade	Eclodibilidade	Nascimento	Postura
1	0,20	0,10	0,16	0,33
3	0,43	0,25	0,36	0,60
6	0,60	0,40	0,53	0,75
9	0,69	0,50	0,63	0,81
12	0,75	0,57	0,70	0,85
15	0,79	0,62	0,74	0,88
18	0,82	0,67	0,77	0,90
21	0,84	0,70	0,80	0,91
24	0,86	0,73	0,82	0,92

Tabela 22 - Relação entre o ganho genético, obtido por seleção indireta (RC), e o ganho genético, conseguido através da seleção direta (ΔG), para o melhoramento da fertilidade e da eclodibilidade. Piracicaba, SP, 1976.

Número de repetições:	1	3	6	9	12	15	18	21	24
$RC_{Fert,Post} / \Delta G_{Fert}$	116%	106%	101%	98%	96%	95%	94%	93%	93%
$RC_{Eclod,Nasc} / \Delta G_{Eclod}$	124%	118%	113%	110%	109%	107%	105%	104%	104%

$RC_{Fert,Post}$ = ganho genético, obtido para fertilidade, quando se seleciona para postura;

ΔG_{Fert} = ganho genético, obtido por seleção direta, para fertilidade;

$RC_{Eclod,Nasc}$ = ganho genético, obtido para eclodibilidade, quando se seleciona para nascimento;

ΔG_{Eclod} = ganho genético, obtido por seleção direta, para eclodibilidade.

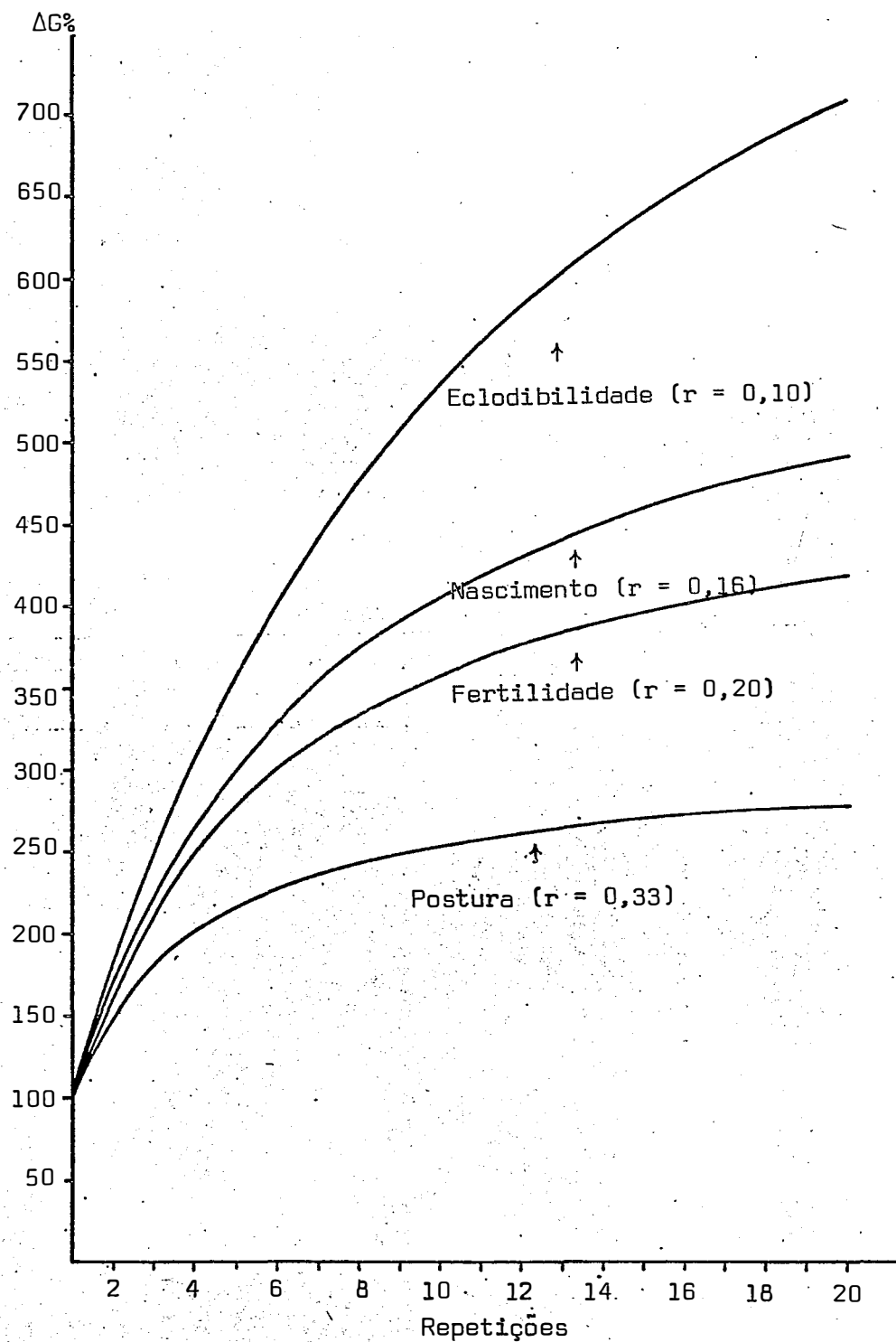


Figura 1 - Relação entre ganho genético de seleção e número de repetições, para fertilidade, eclodibilidade, nascimento e postura, referente ao experimento 1. Piracicaba, SP, 1976.