

CAPACIDADE GERAL E ESPECÍFICA DE COMBINAÇÃO E EFEITOS RECÍPROCOS PARA VÁRIOS CARACTERES DE DIFERENTES LINHAGENS DE LEGHORN BRANCA¹

LAMARTINE ANTONIO DA CUNHA FILHO² e JOANNA MARIA LAFAYETE MONTEIRO³

Sinopse

Foi estudado o comportamento de quatro populações genéticamente diferentes de galinhas da raça Leghorn Branca em cruzamentos dialelos reunindo as linhagens paternas, um grupo de gerações F1 e seus recíprocos, analisados pelo modelo de Griffing. Os cruzamentos foram testados em quatro repetições, em apenas um ano, sendo as aves criadas na Seção de Avicultura do Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuárias do Centro-Sul, no Km 47 da antiga Rodovia Rio-São Paulo, município de Itaguaí, Estado do Rio de Janeiro.

Duas das populações utilizadas no experimento, denominadas linhagens A e B, provieram de um longo período de seleção pela progênie, e as outras duas, denominadas linhagens C e D, são dois híbridos simples de origem americana, selecionados nos Estados Unidos da América do Norte para a produção de um híbrido duplo comercial. Esta escolha permitiu uma comparação entre êsses dois grupos de germoplasmas, com a finalidade de se testar a conveniência da produção local das matrizes para a constituição de híbridos altamente produtivos em nosso meio ambiente.

Foram estimados e analisados os efeitos das capacidades geral e específica de combinação e os efeitos dos cruzamentos recíprocos das quatro linhagens para dez caracteres econômicos.

De um modo geral, as linhagens locais A e B, se mostraram melhores ou, pelo menos, não inferiores às importadas, C e D, no teste para capacidade geral de combinação (efeitos genéticos aditivos). Para capacidade específica de combinação (efeitos genéticos de dominância), o híbrido AB não diferiu significativamente do híbrido CD para sete dos oito caracteres estudados. Para efeitos recíprocos não houve significância do contraste entre os cruzamentos AB e CD.

Concluiu-se ser mais conveniente a produção de híbridos no próprio local de sua exploração do que em outros países, pois a interação dos genótipos com o ambiente pode ser a causa da grande diminuição do valor fenotípico das linhagens estrangeiras em nosso meio.

INTRODUÇÃO

A utilização do híbrido como ave comercial, não somente para produção de ovos como também para a produção de carne, tem sua justificativa genética no aproveitamento do efeito heterótico dos genes presentes nos genótipos das aves a serem selecionadas. Esse efeito interalélico pode se manifestar no estado de heterozigose de alguns ou de muitos "loci" relacionados de uma forma qualquer com a produção. Obviamente, o vigor híbrido, que pode se expressar no aumento da produção, está na dependência não somente da heterozigose como também da presença de genes heteróticos no germoplasma da população

em aprêço. Assim sendo, um programa de melhoramento genético visando o vigor híbrido deverá cercar-se de certas garantias de sucesso por meio de testes preliminares sobre a natureza gênica das fontes genéticas a serem reunidas pela hibridação. Uma análise da natureza das ações gênicas presentes nas populações e suas importâncias relativas poderá ser feita por meio de cruzamentos dialelos.

Cruzamentos dialelos têm sido utilizados com o emprêgo de linhagens consanguíneas pois o aumento da homozigose antecedendo à hibridação tem, entre outros objetivos, o de manter as linhagens mais estáveis e, portanto, com maior capacidade de repetir as mesmas performances nos mesmos cruzamentos e de produzirem híbridos mais uniformes. Porém, ao lado dessas vantagens, o aumento da taxa de homozigose determina a chamada depressão pela consanguinidade que é, principalmente para o criador de aves, extremamente desvantajosa por diminuir grandemente a produção dos plantéis, tornando a

¹ Recebido 24 nov. 1970, aceito 10 dez. 1970.

² Eng.º Agrônomo, M.Sc. e Doutor em Agronomia, e Veterinário; Professor Adjunto do Departamento de Genética da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Km 47, Campo Grande, GB, ZC-26.

³ Pesquisador em Agricultura do Setor de Avicultura e Cunicultura do Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuárias do Centro-Sul (IPEACS), Km 47, Campo Grande, GB, ZC-26.

criação antieconômica. Schoffner (1948) mostrou que a consangüinidade nas fêmeas tem pequeno efeito sobre a chocabilidade de seus ovos mas, nos zigotos deles resultantes, o efeito é consideravelmente maior. Para a chocabilidade e para a produção de ovos o efeito da consangüinidade é consideravelmente maior do que para maturidade sexual, peso do corpo e peso do ovo. Os mesmos efeitos nocivos da consangüinidade foram demonstrados por Hess e Jull (1948) em relação à eficiência do aproveitamento dos alimentos. Galinhas retrocruzadas com o pai produziram descendentes menos eficientes na utilização de alimentos do que as filhas do mesmo macho quando acasaladas com outro macho não parente. O efeito prejudicial da consangüinidade sobre a produção foi também constatado pela determinação do coeficiente de regressão da performance de vários caracteres sobre o grau de "inbreeding". Stephenson *et al.* (1953) obtiveram a estimativa de -0,43 em relação à produção de ovos e Blow e Glazener (1953) também obtiveram valores negativos desse coeficiente em relação aos caracteres peso do corpo, peso do ovo, produção de ovos e chocabilidade.

Para ser evitada a depressão pelo "inbreeding", as fontes gênicas reunidas em cruzamento dialelos no presente trabalho não foram preliminarmente preparadas por consangüinidade para aumento da homozigose. Duas das quatro populações utilizadas no experimento, chamadas linhagens C e D, são híbridos simples utilizados por granjas particulares na produção de um híbrido duplo comercial e as outras duas, chamadas linhagens A e B, pertencem à Seção de Avicultura do Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuárias do Centro-Sul (IPEACS) onde estão sendo utilizadas em um programa de melhoramento por seleção recorrente e recíproca. A escolha dessas quatro linhagens poderia permitir uma eficiente comparação entre o comportamento do híbrido AB e do híbrido CD, permitindo uma avaliação das possibilidades da seleção recorrente e recíproca no melhoramento das populações A e B para aumento da produção nos híbridos. Como o modelo analítico utilizado permite a avaliação das capacidades geral e específica de combinação e os efeitos recíprocos (Griffing 1956), os resultados do trabalho poderiam ser utilizados como orientação no programa de melhoramento das linhagens A e B da Seção de Avicultura do IPEACS.

Yao (1961) utilizou os modelos analíticos de Hayman (1954) e de Griffing (1956) com linhagens consangüíneas e não consangüíneas, obtendo resultado significativo para capacidade geral de combinação para produção de ovos, tamanho do ovo, peso do corpo com 10 semanas e peso na maturidade sexual. Para capacidade específica de combinação os

resultados foram não significativos. Eisen *et al.* (1967) estudaram em cruzamentos dialelos treze caracteres em galinhas leves e pesadas verificando que, para a maioria dos caracteres estudados, a variância da capacidade geral de combinação foi o mais importante componente da variância genotípica, enquanto que a variância dominante e epistática foram de pequena importância. Os efeitos recíprocos não contribuíram significativamente para a variância genotípica de todos os caracteres estudados. Em cruzamentos dialelos com galinhas White Leghorn, Rodero *et al.* (1968, 1969) obtiveram efeitos aditivos significativos para alguns caracteres e efeitos heteróticos também significativos, para outros.

MATERIAL E MÉTODOS

No presente trabalho foram utilizadas quatro origens genéticas diferentes de galinha da raça Leghorn Branca, não consangüíneas, as quais serão chamadas linhagens A, B, C e D. As linhagens A e B foram tomadas de plantéis que haviam sido submetidos por mais de dez anos, separadamente, a uma seleção pela progênie. As linhagens C e D são híbridos simples de origem americana, selecionados para a produção de um híbrido duplo comercial. As quatro linhagens foram testadas em cruzamentos dialelos reunindo as linhagens paternas, um grupo de gerações F1 e seus recíprocos, que constituíram as aves para o teste. Os cruzamentos efetuados para a obtenção das aves das parcelas experimentais, obedeceram ao seguinte esquema: de cada uma das origens genéticas foram tomados 20 machos considerados em condições ideais para a reprodução; os machos da origem A foram cruzados com 26 fêmeas da origem B e 30 de cada uma das demais; os machos da origem B foram cruzados com 24 fêmeas da origem B e 30 de cada uma das demais; os machos da origem C foram cruzados com 24 fêmeas da origem B e 30 de cada uma das demais; os machos da origem D foram cruzados com 26 fêmeas da origem B e 30 de cada uma das demais. Portanto, foram utilizadas 120 fêmeas em cada uma das linhagens A, C e D e 100 na linhagem B. Essa diferença foi devida ao menor número de aves disponíveis nesta última linhagem.

Todos os cruzamentos foram feitos por inseminação artificial, tomando-se a mistura do sêmen dos 20 machos de uma só origem para a inseminação das 120 ou 100 galinhas correspondentes àquele cruzamento. Durante todo o tempo transcorrido nesta etapa inicial do trabalho, todas as aves reprodutoras foram mantidas em gaiolas individuais.

Os ovos foram incubados em duas etapas, com um intervalo de tempo de duas semanas entre uma incubação e outra.

Os pintos foram sexados ao nascer, anelados, vacinados por via intranasal contra a doença de Newcastle e criados sobre cama até a idade de 16 semanas, sendo então alojados em gaiolas individuais dispostas em duas filas longitudinais e paralelas em um galpão. Cada um dos 16 cruzamentos foi representado por 32 fêmeas em cada incubação, sendo cada incubação separada em dois grupos no interior do galpão, ficando um do lado do nascente e, outro, do lado do poente. Com tal distribuição, cada cruzamento foi repetido quatro vezes, tendo, cada repetição, 16 fêmeas em controle experimental.

Os caracteres estudados foram os seguintes:

- 1) peso do corpo aos 150 dias de idade, estimado em balança com aproximação até 50 gramas;
- 2) peso do corpo aos 290 dias de idade, estimado em balança com aproximação até 50 gramas;
- 3) idade na maturidade sexual medida em dias por ocasião do primeiro ovo;
- 4) produção total de ovos até a idade de 290 dias;
- 5) produção de ovos por galinha e por dia até a idade de 290 dias, medida em percentagem;
- 6) qualidade do ovo, avaliada por unidades "Haugh" em quatro ovos por parcela experimental, colhidos em um só dia, de 28 em 28 dias, a partir da idade de 175 dias;
- 7) espessura da casca em micra, estimada em quatro ovos por parcela experimental, colhidos em um só dia, de 28 em 28 dias, a partir da idade de 175 dias;
- 8) percentagem de viabilidade no período de 119 a 290 dias de idade;
- 9) peso médio do ovo estimado em dois dias consecutivos, de 28 em 28 dias, a partir da idade de 180 dias, medido em balança com aproximação até um grama;
- 10) percentagem de leucose constatada em necropsia, a partir de 119 dias e até 290 dias de idade.

Os dados experimentais obtidos para a análise de acordo com o modelo de Griffing (1956), constaram dos quatro valores paternos, dos seis valores correspondentes às gerações híbridas entre as diferentes linhagens e dos seis valores recíprocos em relação ao sexo dos pais utilizados nos cruzamentos.

O modelo matemático para a análise dos efeitos genéticos considerado foi o seguinte:

$$Y_{ij} = \mu + g_i + g_j + s_{ij} + r_{ij} + e_{ij}$$

onde:

- μ = média paramétrica;
- g_i = efeito da capacidade geral de combinação da linhagem de ordem i ;
- g_j = efeito da capacidade geral de combinação da linhagem de ordem j ;
- s_{ij} = efeito da capacidade específica de combinação entre as linhagens de ordem i e de ordem j , sendo $s_{ij} = s_{ji}$;
- r_{ij} = efeito recíproco envolvendo os cruzamentos recíprocos entre as linhagens de ordem i e de ordem j , sendo $r_{ij} = r_{ji}$;

e_{ij} = efeito ambiente próprio da observação individual de ordem ij . Para a análise, são impostas as seguintes restrições:

$$\begin{aligned} \sum_i \mu_i &= 0 \\ \sum_j \mu_j &= 0 \\ \sum_i s_{ij} &= 0 \end{aligned}$$

para cada j .

Para o caráter produção total de ovos até a idade de 290 dias, a análise foi feita sobre a raiz quadrada dos dados obtidos nas parcelas experimentais. Para os caracteres percentagem de produção de ovos por galinha e por dia, percentagem de viabilidade e percentagem de leucose, os valores obtidos nas parcelas experimentais foram transformados em arco-seno para a análise.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As 16 médias obtidas para cada um dos 10 caracteres estudados estão relacionadas no Quadro 1. Com os dados deste quadro foram calculados os do Quadro 2 onde estão destacadas, na parte superior, as médias de todas as hibridações entre linhagens diferentes e, na parte inferior, as médias de cada linhagem, o que permite uma comparação entre a "performance" de cada linhagem e a dos cruzamentos dessa linhagem com as demais.

Tratando-se de aves de postura, será considerada, nesta discussão, como melhor "performance", aquela mais condizente com esta condição zootécnica. Assim sendo, menor peso do corpo aos 150 dias e aos 290 dias de idade, menor idade na maturidade sexual, maior produção de ovos por parcela, maior percentagem de produção de ovos por galinha e por dia, maior valor para as unidades Haugh, maior espessura da casca, maior percentagem de viabilidade, maior peso do ovo e menor percentagem de leucose, serão considerados melhores expressões desses caracteres do que as expressões contrárias, para o fim visado com a exploração econômica de aves de postura.

Os híbridos da linhagem A com as demais se mostraram, em média, melhores do que a própria linhagem A em relação a sete dos dez caracteres estudados, quais sejam: peso do corpo aos 290 dias, produção de ovos por parcela, percentagem de produção por galinha e por dia, espessura da casca, percentagem de viabilidade, peso do ovo e percentagem de leucose. Para o caráter idade na maturidade sexual, o valor permaneceu igual e, para os caracteres peso do corpo aos 150 dias e unidades Haugh, os híbridos se mostraram piores do que a própria linhagem.

QUADRO 1. Médias dos 16 tratamentos

Cruzamentos macho x fêmea	Peso ave (kg)		Maturidade sexual (dias)	Produção ovos		Unidade Haugh	Espessura da Casca (micra)	Viabilidade (%)	Peso do ovo	Leucose (%)
	150 dias	290 dias		Total/ parcela	Galinha/ dia (%)					
	AA	1,60		1,71	157					
AB	1,68	1,74	161	1498	55,86	87,3	355	79,0	50	3,12
AC	1,68	1,72	156	1574	59,42	89,0	348	74,7	53	6,25
AD	1,68	1,72	156	1620	60,80	85,5	350	75,9	52	4,69
BA	1,64	1,70	158	1659	60,96	85,8	357	84,8	51	0
BB	1,64	1,76	164	1393	52,48	83,7	361	71,6	53	4,69
BC	1,70	1,78	157	1582	59,11	86,8	360	81,1	56	3,12
BD	1,64	1,76	159	1566	62,59	84,6	369	68,4	51	7,81
CA	1,54	1,58	153	1769	65,15	88,5	344	81,1	52	0
CB	1,66	1,74	156	1602	60,73	89,2	368	71,5	54	6,25
CC	1,49	1,60	162	1486	55,52	87,7	348	79,0	55	3,12
CD	1,62	1,64	151	1578	61,31	84,1	362	71,4	56	6,25
DA	1,58	1,58	156	1637	62,86	82,7	351	71,0	50	3,12
DB	1,58	1,71	160	1496	59,16	82,0	362	67,2	52	7,81
DC	1,65	1,66	154	1367	59,12	82,7	362	57,6	56	15,62
DD	1,58	1,65	156	1583	62,02	80,8	346	69,8	53	6,25

QUADRO 2. Médias dos híbridos de cada linhagem com os demais (parte superior) e das próprias linhagens (parte inferior)

Natureza do material genético	Peso ave (kg)		Maturidade sexual (dias)	Produção ovos		Unidade Haugh	Espessura da Casca (micra)	Viabilidade (%)	Peso do ovo	Leucose (%)	
	150 dias	290 dias		Total/ parcela	Galinha/ dias (%)						
	Híbridos de A	1,63		1,67	157						1626
B	1,65	1,74	158	1567	59,74	86,0	362	75,3	53	4,68	
C	1,64	1,69	154	1579	60,81	86,7	357	72,9	54	6,25	
D	1,62	1,68	156	1544	60,97	83,6	359	68,6	53	7,55	
Linhagens	A	1,60	1,71	157	1558	57,53	87,2	344	77,4	49	3,12
B	1,64	1,76	164	1393	52,48	83,7	361	71,6	53	4,69	
C	1,49	1,60	162	1486	55,52	87,7	348	79,0	55	3,12	
D	1,58	1,65	156	1583	62,02	80,8	346	69,8	53	6,25	

Os híbridos da linhagem B com as demais se mostraram, em média, melhores do que a própria linhagem B em relação a sete dos dez caracteres estudados, quais sejam: peso do corpo aos 290 dias, idade na maturidade sexual, percentagem de produção por galinha e por dia, produção de ovos por parcela, unidade Haugh, espessura da casca e percentagem de viabilidade. Para os caracteres peso do ovo e percentagem de leucose, os valores permaneceram iguais e, para o caráter peso do corpo aos 150 dias, os híbridos se mostraram piores do que a própria linhagem.

Os híbridos da linhagem C com as demais se mostraram, em média, melhores do que a própria linhagem C, em relação a apenas quatro dos dez caracteres estudados, quais sejam: idade na maturidade sexual, produção de ovos por parcela, percentagem de produção de ovos por galinha e por dia e espessura da casca. Para os seis caracteres restantes, peso do corpo aos 150 dias, peso do corpo aos 290 dias, unidades Haugh, percentagem de viabilidade, peso do ovo e percentagem de leucose, os híbridos se mostraram piores do que a própria linhagem.

Os híbridos da linhagem D com as demais se mostraram, em média, melhores do que a própria linhagem D, em relação a apenas dois dos dez caracteres estudados, quais sejam: unidades Haugh e espessura da casca. Para os caracteres idade na maturidade sexual e peso do ovo, os valores permaneceram iguais e, para os seis caracteres restantes, peso do corpo aos 150 dias, peso do corpo aos 290 dias, produção de ovos por parcela, percentagem de produção de ovos por galinha e por dia, percentagem de viabilidade e percentagem de leucose, os híbridos se mostraram piores do que a própria linhagem.

Considerando-se simultaneamente as quatro linhagens e os dez caracteres, os resultados mostraram que vinte vezes os híbridos foram melhores do que as linhagens, cinco vezes foram iguais e quinze vezes foram piores, não havendo, portanto, a tendência observada por Yao (1961) de os híbridos serem melhores do que as linhagens, o que foi a consequência do comportamento particular das linhagens C e D. Com as linhagens A e B, porém, a mesma tendência observada por Yao foi encontrada e isto foi devido, provavelmente, ao fato de os germoplasmas destas duas linhagens não terem sido ainda suficientemente explorados no sentido do aumento das frequências dos alelos de uma delas que, em combinação com os da outra, se expressem em vigor híbrido. Na verdade, as linhagens A e B vieram de um longo período de seleção pela progênie a qual, provavelmente, foi eficiente no aumento da frequência dos genes aditivos, principalmente para menor peso do corpo, menor idade na maturidade sexual, maior produção de ovos, maior espessura da casca, maior viabilidade, maior peso do ovo e menor percentagem de leucose. Essa maior frequência de genes aditivos explica a maior capacidade dessas linhagens para produzirem melhores híbridos com as demais. As linhagens C e D, entretanto, foram selecionadas no sentido de o híbrido CD apresentar características favoráveis e não quaisquer outros híbridos.

Com respeito ao valor dos híbridos em comparação com o valor da própria linhagem, o comportamento da linhagem A foi muito semelhante ao da linhagem B, sendo esta um tanto melhor quanto ao caráter peso do ovo e, aquela, um tanto melhor quanto à resistência à leucose.

O Quadro 3 relaciona os valores F obtidos na análise da variância e os níveis de significância a eles relativos quando significativos. Para essa análise foram considerados como tratamentos cada uma das 16 combinações possíveis das quatro linhagens tomadas duas a duas. Para os caracteres produção de ovos por parcela, percentagem de viabilidade e percentagem de leucose não ocorreu significância nem a 5%. Essa não significância deve ser interpretada

admitindo-se que as pequenas diferenças entre esses tratamentos são apenas o reflexo de menores diferenças genéticas entre eles, as quais não puderam ser detectadas pelo teste F.

Entretanto, comparando-se as "performances" médias dos híbridos de cada uma das quatro linhagens com as demais (Quadro 2), não se pode aceitar que, para esses três caracteres, as quatro linhagens tenham proporcionado aos respectivos híbridos, iguais contribuições. Se os híbridos da linhagem A tiveram apenas 2,86% de leucose enquanto que os da linhagem D tiveram 7,55%, não há dúvida de que a contribuição da linhagem A, em termos de genes para resistência à leucose, é muito maior do que a da linhagem D. A análise da variância utilizada para a obtenção dos dados do Quadro 3 não permite a comparação entre essas duas médias, já que elas não são independentes mas, para o criador, é muito mais interessante, evidentemente, 2,86% de leucose do que 7,55%. Segundo o mesmo raciocínio, com respeito ao caráter produção de ovos por parcela, a "performance" dos híbridos da linhagem A é muito mais interessante do que as das demais, principalmente em comparação com a da linhagem D, embora a análise da variância tenha concluído pela não significância dos contrastes de médias desse caráter, médias estas que não são as mesmas relacionadas na parte superior do Quadro 2. Com respeito ao caráter percentagem de viabilidade, pela terceira vez os híbridos da linhagem A se mostraram, sem dúvida, melhores do que os das demais, principalmente em comparação com os da linhagem D.

QUADRO 3. Valores obtidos no teste F entre tratamentos *

Caracteres	Entre tratamentos
Peso ave 150 dias	4,66**
Maturidade sexual (dias)	3,93**
Produção de ovos/parcela	1,46
Produção de ovos galinha/dia (%)	1,93*
Unidade Haugh	5,68**
Espessura casca (micra)	3,93**
Viabilidade (%)	1,83
Peso ovo	12,81**
Aves sem leucose (%)	1,63
Peso ave 290 dias	3,30**

* Limites de significância para tratamentos: 5%: 1,89; 1%: 2,50.

Análise dos efeitos isolados no modelo analítico

A análise das capacidades geral e específica de combinação e dos efeitos recíprocos foi feita apenas em relação a nove dos dez caracteres já estudados, não tendo sido considerado apenas o caráter percentagem de leucose. Os valores F obtidos na análise da variância e os níveis de significância a eles relativos, quando significativos, constam do Quadro 4.

QUADRO 4. Valores obtidos no teste F para capacidade geral de combinação^a, capacidade específica de combinação e efeitos recíprocos^b

Caracteres	Capacidade de combinação		
	Geral	Específica	Recíproca
Pêso ave 150 dias	4,31**	5,14**	4,31**
Pêso ave 290 dias	8,33**	1,10	2,99*
Maturidade sexual (dias)	9,65**	4,16**	0,84
Produção de ovos/parcela	1,56	1,50	1,37
Produção de ovos galinha/dia (%)	3,01*	2,01	1,30
Unidade Haugh	22,28**	1,32	1,73
Espessura da casca (micra)	11,83**	3,27**	0,70
Viabilidade (%)	4,45**	1,14	1,34
Pêso do ovo	53,99**	0,96	4,08**

^a Limites da significância para capacidade geral de combinação: 5%: 2,82; 1%: 4,25.

^b Limites da significância para capacidade específica de combinação e efeitos recíprocos: 5%: 2,29; 1%: 3,24.

Análise da capacidade geral de combinação

Para capacidade geral de combinação, dos nove caracteres considerados na análise, os valores F foram significativos ao nível de 1% para pêso do corpo aos 150 dias, pêso do corpo aos 290 dias, idade na maturidade sexual, unidades Haugh, espessura da casca, percentagem de viabilidade e pêso do ovo e, a 5%, para percentagem de produção de ovos por galinha e por dia. Apenas em relação ao caráter produção de ovos por parcela não houve significância. Esses resultados permitem concluir-se pela presença de efeitos genéticos aditivos em relação aos oito caracteres mencionados para os quais o efeito da capacidade geral de combinação mostrou significância, o que confirma amplamente a conclusão tirada das comparações entre as médias das linhagens e as dos híbridos de cada uma com as demais. Entretanto, deve ser lembrado que, para o caráter percentagem de produção de ovos por galinha e por dia, o valor F para capacidade geral de combinação embora significativo, está próximo do limite de 5%. Assim sendo, pode-se considerar presente um baixo efeito de genes aditivos para produção de ovos, quer em total por parcela, quer em percentagem por galinha e por dia.

De todos os caracteres, o mais elevado valor F para capacidade geral de combinação, 53,99, ocorreu para pêso do ovo, sendo o limite de significância a 1% igual a 4,25. Esse resultado é muitíssimo interessante do ponto de vista prático pois indica que, desde que ocorra variabilidade genotípica, a simples seleção pode resolver o problema do melhoramento em relação a esse caráter, um dos mais importantes para aves de postura e, para o qual a herdabilidade é geralmente elevada. A linhagem A já foi submetida a uma seleção dessa natureza durante mais de uma dezena de anos, não tendo sido conseguido um progresso genético compensador. Como o controle genético do caráter é por herança aditiva, este insucesso da seleção permite concluir-se que esta linhagem não tem suficiente variabilidade genotípica para pêso do ovo e, assim sendo, qualquer esforço no sentido do seu melhoramento em relação a esse caráter, sem a introdução de germoplasma estranho, deve resultar infrutífero.

O extremamente elevado nível de significância para o valor F para capacidade geral de combinação em relação ao caráter pêso do ovo, indicando presença de efeitos aditivos, poderia ter sido previsto pela comparação das médias de duas linhagens quaisquer com a média dos híbridos entre elas. Por exemplo, segundo os dados do Quadro 1, as médias das linhagens A e B para pêso do ovo foram, respectivamente, 49 e 53 e, a média dos dois híbridos entre essas duas linhagens, 50,5, ou seja, um valor intermediário àqueles dois. As médias dos híbridos AC, AD e BD, também foram intermediárias às das duas linhagens envolvidas em cada uma dessas hibridações. Apenas para os híbridos BC e CD, essa comparação de médias indicou presença de efeitos genéticos dominantes.

Para o caráter unidades Haugh, o valor F para capacidade geral de combinação também foi elevado ($F = 22,28^{**}$) e a presença dos efeitos genéticos aditivos para esse caráter também poderia ter sido prevista na comparação das médias de duas linhagens quaisquer, com a média dos híbridos entre elas. Tiveram média intermediária aos valores paternos, os híbridos AB, AD, BD e CD, havendo discreto efeito de dominância na manifestação fenotípica dos híbridos AC e BC.

Para o caráter espessura da casca ($F = 11,83^{**}$), a mesma previsão de efeitos genéticos aditivos apenas poderia ter sido feita para os híbridos AB e AC. Graus variáveis de efeitos de dominância ocorreram nos híbridos AD, BC, BD e CD, tendo, este último, mostrado sensível efeito heterótico.

Para o caráter idade na maturidade sexual ($F = 9,65^{**}$), essa simples comparação de médias dos híbridos com as "performances" paternas apenas

poderia prever efeitos genéticos aditivos para os híbridos AB e BD. Para os híbridos AC, BC e CD ocorreu heterose para precocidade e, para o híbrido AD, dominância do pai mais precoce, demonstrando que, além dos efeitos aditivos, há também efeitos de dominância para esse caráter.

Para o caráter peso do corpo aos 290 dias ($F = 8,33^{**}$), essa simples comparação de médias mostra efeitos aditivos nos híbridos AB, AC e BD, tendo ocorrido efeitos de dominância nos híbridos AD, BC e CD.

Para o caráter percentagem de viabilidade ($F = 4,45^{**}$), a simples comparação de médias mostra efeitos aditivos para os híbridos AC, AD e BC. Os híbridos BD e CD mostram ligeira heterose para diminuição da viabilidade e o híbrido AB, para aumento da viabilidade.

Para o caráter peso do corpo aos 150 dias ($F = 4,31^{**}$), essa comparação de médias mostra efeitos aditivos apenas para o híbrido BD, havendo efeitos de dominância em todos os demais, sempre para aumento do peso do híbrido.

Para o caráter percentagem de produção de ovos por galinha e por dia ($F = 3,01^*$), essa comparação de médias mostra efeitos aditivos nos híbridos AD, BD e CD, e efeitos de dominância nos híbridos AB, AC e BC.

Análise da capacidade específica de combinação

Para capacidade específica de combinação ocorreu significância dos valores F calculados, apenas para os caracteres peso do corpo aos 150 dias, idade na maturidade sexual e espessura da casca, para os quais, os valores F foram, respectivamente, $5,14^{**}$, $4,16^{**}$ e $3,27^{**}$. Sendo o limite de significância a 1% igual a 3,24, conclui-se que, para tais caracteres, há efeitos genéticos de dominância mas não muito acentuados, principalmente para o caráter espessura da casca. Para os demais caracteres, peso do corpo aos 290 dias, produção de ovos por parcela, percentagem de produção de ovos por galinha e por dia, unidade Haugh, percentagem de viabilidade e peso do ovo, os efeitos genéticos de dominância são menos importantes ainda na variabilidade genotípica.

Este resultado concorda bastante com aquilo que se poderia esperar do conhecimento que se tem da natureza genética das quatro linhagens reunidas nos cruzamentos. As linhagens A e B somente foram selecionadas para genes aditivos, pois foram submetidas a uma seleção pela progênie durante muitos anos, a qual permitiu a distinção entre fenótipos favoráveis devido ao ambiente, fenótipos favoráveis devido ao efeito da dominância e fenótipos favoráveis devido aos genes aditivos. Assim sendo, pouco efeito

de dominância deve continuar existindo nessas duas linhagens. Por outro lado, as linhagens C e D foram selecionadas, em uma etapa que antecedeu ao presente experimento, para que o híbrido CD expresse efeito heterótico. Este efeito, que provavelmente se expressou no ambiente de origem dessas duas linhagens, pode não estar se expressando em toda a sua amplitude, em nosso meio ambiente, devido à interação genótipo x ambiente. Os híbridos das linhagens C e D com as outras duas não devem mostrar efeitos heteróticos, pois as primeiras não foram selecionadas para tal resposta. Portanto, na variância genotípica do material utilizado no experimento deve prevalecer a variância aditiva, e não a variância dominante.

A presença de efeito genético de dominância para os caracteres peso do corpo aos 150 dias, idade na maturidade sexual e espessura da casca, para os quais o valor F para capacidade específica de combinação foi significativo, também poderia ter sido prevista pela comparação das médias de duas linhagens quaisquer com a média dos híbridos entre elas. Para o caráter peso do corpo aos 150 dias, por exemplo, os dados do Quadro 1 indicam as médias 1,60 e 1,64 para as linhagens A e B, respectivamente, e a média 1,66 para o híbrido AB, mostrando efeito genético de dominância. As médias dos híbridos AC, AD, BC e CD também permitem concluir-se pela presença de maiores ou menores efeitos de dominância. Apenas para o híbrido BD a média obtida foi intermediária aos valores paternos, indicando ação aditiva.

Para o caráter idade na maturidade sexual, essa simples comparação de médias mostra efeitos de dominância nos híbridos AC, BC, CD e AD, e efeitos aditivos apenas nos híbridos AB e BD.

Para o caráter espessura da casca, essa comparação de médias mostra efeitos de dominância nos híbridos AD, BC, BD e CD, e efeitos aditivos apenas nos híbridos AB e AC.

Análise dos efeitos recíprocos

No teste dos efeitos recíprocos que se relacionam com os genes ligados ao sexo e que, por isso, podem influir no efeito dos cruzamentos em relação à natureza da linhagem tomada como macho ou como fêmea, ocorreu significância apenas para os caracteres peso do corpo aos 150 dias, peso do ovo e peso do corpo aos 290 dias, para os quais os valores F obtidos foram, respectivamente, $4,31^{**}$, $4,08^{**}$ e $2,99^{**}$. Sendo o limite de significância a 1% igual a 3,24, conclui-se que os dois primeiros valores mostram um considerável efeito do sentido do cruzamento em relação ao sexo, para os caracteres a que eles se referem.

Para o caráter pêso do corpo aos 150 dias, as comparações entre as "performances" dos dois cruzamentos recíprocos (Quadro 1) mostram que as linhagens A e C usadas como macho, sempre aumentam o valor do caráter; a linhagem D usada como macho, sempre diminui o valor do caráter; e a linhagem B usada como macho, aumenta esse valor apenas no cruzamento com C e diminui nos demais. Considerando-se que o coeficiente de correlação entre pêso do corpo em diferentes idades é elevado e lembrando-se que as raças de postura devem ser leves, os resultados indicam que a linhagem D, se utilizada em hibridação, deve entrar como macho e não como fêmea, e que a linhagem A, se utilizada na obtenção de um híbrido, deve entrar como fêmea e não como macho.

Para o caráter pêso do ovo, as comparações entre as "performances" dos dois cruzamentos recíprocos mostram que a linhagem A, usada como macho, aumentar o valor do caráter em dois cruzamentos e diminui no terceiro; a linhagem B, usada como macho, aumenta o valor do caráter nos três cruzamentos; e as linhagens C e D, usadas como macho, diminuem o valor do caráter em dois cruzamentos e não contribuem com efeitos recíprocos no cruzamento CD. Assim sendo, a linhagem B deve ser utilizada como macho nos cruzamentos em que tomar parte e, no cruzamento CD, é indiferente a utilização da primeira ou da segunda como macho.

Para o caráter pêso do corpo aos 290 dias, as comparações entre as "performances" dos dois cruzamentos recíprocos mostram que a linhagem A, usada como macho, aumenta o valor do caráter nos três cruzamentos; a linhagem B, usada como macho, aumenta o valor do caráter em dois cruzamentos e diminui em um deles; a linhagem C, usada como macho, diminui o valor do caráter nos três cruzamentos; e a linhagem D, usada como macho, aumenta o valor do caráter em um cruzamento e diminui nos outros dois. Assim sendo, a linhagem A deve ser usada como fêmea, nos cruzamentos em que tomar parte, pois irá concorrer para a diminuição do pêso dos híbridos, o que é mais vantajoso para as raças de postura. Pelos mesmos motivos, a linhagem C deverá ser usada como macho nos cruzamentos em que tomar parte.

Estimativas dos efeitos e testes de contrastes

Para os caracteres pêso do corpo aos 150 dias, pêso do corpo aos 290 dias, idade na maturidade sexual, pêso do ovo, unidades Haugh, espessura da casca, percentagem de viabilidade e percentagem de produção de ovos por galinha e por dia, foram estimados, para cada uma das quatro linhagens, os efeitos da capacidade geral de combinação (Quadro 5), os efeitos da capacidade específica de combinação (Quadro 6) e os efeitos dos cruzamentos recíprocos (Quadro 7).

QUADRO 5. *Estimativas do efeito da capacidade geral de combinação g*

Linhagens	Pêso ave		Maturidade Sexual (dias)	Produção (%)	Unidade Haugh	Espessura da Casca (micra)	Viabilidade (%)	Pêso do ovo
	150 dias	290 dias						
A	0,00250	- 0,008125	- 0,5	0,688	1,175	- 6,3125	3,81875	- 2,125
B	0,02500	0,053125	2,625	- 0,550	- 0,0875	6,1875	0,55625	0
C	- 0,01875	- 0,025625	- 0,875	- 1,550	1,4875	- 0,4375	0,58125	1,750
D	- 0,00875	- 0,019375	- 1,25	1,412	- 2,575	0,5625	- 4,95625	0,375

QUADRO 6. *Estimativas do efeito da capacidade específica de combinação s*

Cruzamentos macho x fêmea	Pêso ave		Maturidade Sexual (dias)	Produção (%)	Unidade Haugh	Espessura da Casca (micra)	Viabilidade (%)	Pêso do ovo
	150 dias	290 dias						
AB	0,01	- 0,015625	0,125	- 0,4250	- 0,0125	0,6875	3,68125	- 0,25
AC	0,00375	0,008875	- 1,375	2,9750	0,6125	- 2,6875	- 0,34375	0
AD	0,01375	- 0,013125	0,5	- 0,4375	0,0250	0,8125	0,74375	- 0,125
BC	0,05125	0,041875	- 2,5	2,6625	1,1250	2,8125	1,31875	0,375
BD	- 0,02875	0,010625	0,875	0,4000	0,4875	3,3125	- 1,64375	- 0,25
CD	0,04	0,004375	- 2,625	1,0000	- 0,9875	6,4375	- 4,96875	1,00

QUADRO 7. Estimativas do efeito dos cruzamentos recíprocos ^a

Cruzamentos macho x fêmea	Peso ave		Maturidade Sexual (dias)	Produção (%)	Unidade Haugh	Espessura da Casca (micra)	Viabilidade (%)	Peso do ovo
	150 dias	290 dias						
AB	0,02	0,02	1,5	1,45	0,75	1	2,9	0,5
AC	0,07	0,07	1,5	1,65	0,25	2	3,2	0,5
AD	0,05	0,07	0	0,60	1,40	3	2,45	1,0
BC	0,02	0,02	0,5	0,50	1,20	4	4,8	1,0
BD	0,03	0,025	0,5	1,00	1,30	3,5	0,6	1,0
CD	- 0,015	0,01	1,5	0,60	0,70	0	6,9	0

Com essas estimativas foram efetuados os testes *t* para alguns contrastes. Os valores e os níveis de significância dos contrastes significativos efetuados para capacidade geral de combinação, constam do Quadro 8, para capacidade específica de combinação, do Quadro 9 e, para efeitos recíprocos, do Quadro 10. O Quadro 8 contém os contrastes definidos por: $\hat{Y} = (\hat{g}_i - \hat{g}_j)$. O Quadro 9 contém os contrastes definidos por: $\hat{Y} = (\hat{s}_{ij} - \hat{s}_{ik})$ e $\hat{Y} = (\hat{s}_{ij} - \hat{s}_{kl})$. O Quadro 10 contém os contrastes definidos por: $Y = (\hat{r}_{ij} - \hat{r}_{kl})$.

Os resultados expostos no Quadro 8 mostram uma tendência quase constante de ocorrência de menor capacidade geral de combinação da linhagem A em comparação com as das demais, principalmente em comparação com a linhagem B. Mostra também uma tendência quase constante de ocorrência de maior capacidade geral de combinação da linhagem B em comparação com as das demais. Assim, a linhagem B tem capacidade geral de combinação significativamente maior do que a linhagem A em relação a quatro dos oito caracteres analisados e significativamente menor apenas para as unidades Haugh, não havendo significância em relação aos outros três caracteres. A linhagem B tem capacidade geral de combinação

significativamente maior do que a linhagem C em relação a cinco dos oito caracteres e significativamente menor apenas para o caráter unidades Haugh, não havendo significância nos contrastes para os outros dois caracteres. A linhagem B tem capacidade geral de combinação significativamente maior do que a linhagem D em relação a seis dos oito caracteres e significativamente menor para um apenas, não havendo significância somente para o contraste peso do ovo. Esses resultados mostram que, de todas, a linhagem B é aquela que melhores condições oferece para o melhoramento por meio da seleção fenotípica.

Os resultados expostos no Quadro 9 mostram significância apenas para o contraste entre as estimativas da capacidade específica de combinação do cruzamento AB e da capacidade específica de combinação do cruzamento CD para o caráter percentagem de viabilidade, tendo a significância ocorrido ao nível de 5%. Realmente, o cruzamento AB, com a percentagem média de viabilidade igual a 81,9%, é bastante diferente e, no caso, muito melhor do que o cruzamento CD, cuja viabilidade média foi de apenas 64,5% (Quadro 1). A não significância do contraste $\hat{Y} = \hat{s}_{AB} - \hat{s}_{CD}$ para todos os demais caracteres mostra que o híbrido CD pouco ou nada tem de su-

QUADRO 8. Valores *t* dos testes dos contrastes entre efeitos de capacidade geral de combinação ^a

Contrastes	Peso da ave		Maturidade Sexual (dias)	Produção (%)	Unidade Haugh	Espessura da Casca (micra)	Viabilidade (%)	Peso do ovo
	150 dias	290 dias						
$\hat{g}_A - \hat{g}_B$	1,67	3,49**	-3,75**	1,89	2,29*	-6,14**	1,33	- 7,15**
$\hat{g}_A - \hat{g}_C$	1,57	1,00	0,45	3,41**	-0,57	-2,89**	1,32	-13,03**
$\hat{g}_A - \hat{g}_D$	0,83	0,64	0,90	-1,10	6,79**	-3,35**	3,58**	- 8,40**
$\hat{g}_B - \hat{g}_C$	3,24**	4,48**	4,20**	1,53	-2,85**	3,26**	-0,01	5,88**
$\hat{g}_B - \hat{g}_D$	2,50*	4,13**	4,65**	-2,99**	4,51**	2,76**	2,25*	1,26
$\hat{g}_C - \hat{g}_D$	-0,74	0,36	0,45	-4,52**	7,36**	-0,49	2,26*	4,62**

^a Limites da significância: 5%: 2,09; 1%: 2,69.

QUADRO 9. Valores t dos testes dos contrastes entre efeitos de capacidade específica de combinação*

Contrastes	Pêso da ave		Maturidade Sexual (dias)	Produção (%)	Unidade Haugh	Espessura da Casca (micra)	Viabilidade (%)	Pêso do ovo
	150 dias	290 dias						
macho x fêmea — macho x fêmea								
‡ AB — ‡ AC	0,268	-0,288	1,04	-2,99	-0,65	0,936	0,948	-0,485
‡ AB — ‡ AD	0,161	-0,082	-0,26	0,01	-0,04	-0,035	0,692	-0,243
‡ BA — ‡ BC	1,769	-1,890	1,82	-2,72	-1,19	-0,589	0,557	0,243
‡ AB — ‡ DC	1,576	-0,805	1,91	-1,54	1,25	-1,952	2,496*	1,783

* Limites da significância: 5%: 2,09; 1%: 2,69.

QUADRO 10. Valores t do teste dos contrastes entre efeitos recíprocos †*

Contrastes	Pêso da ave		Maturidade Sexual (dias)	Produção (%)	Unidade Haugh	Espessura da Casca (micra)	Viabilidade (%)	Pêso do ovo
	150 dias	290 dias						
AB — CD	0,19	0,285	0	0,648	0,045	0,24	-0,816	0,72
AC — BD	1,48	1,281	0,60	0,496	0,951	0,36	0,531	0,72
AD — BC	1,11	1,423	0,30	0,076	0,181	0,24	-0,480	0

* Limites da significância: 5%: 2,09; 1%: 2,69.

perioridade sobre o híbrido AB em termos de genes selecionados em uma das linhagens para a expressão de efeitos heteróticos com os genes selecionados na outra. Entretanto, embora o valor desse contraste tenha sido não significativo para todos os demais caracteres testados, foi positivo para peso do corpo aos 150 dias, idade na maturidade sexual, peso do ovo e unidades Haugh, e negativo para peso do corpo aos 290 dias, espessura da casca e percentagem de produção de ovos por galinha e por dia. Assim sendo, dos oito caracteres testados, sem se levar em conta a significância dos contrastes, se poderia dizer que o híbrido AB expressa maior capacidade específica de combinação entre as suas linhagens do que o híbrido CD, para os caracteres peso do corpo aos 150 dias, idade na maturidade sexual, unidades Haugh, percentagem de viabilidade e peso do ovo, e menor capacidade específica de combinação do que o híbrido CD para os caracteres peso do corpo aos 290 dias, percentagem de produção de ovos por galinha e por dia e espessura da casca.

Os resultados expostos no Quadro 10 não mostram significância para qualquer um dos contrastes testados. Portanto, embora as linhagens A e B não tenham sido selecionadas para uma delas atuar como macho e a outra como fêmea, tal como ocorreu com as linhagens C e D, o contraste $\hat{Y} = \hat{r}_{AB} - \hat{r}_{CD}$ foi não significativo para todos os oito caracteres testados.

Porém, embora não tivesse ocorrido tal significância, pode-se afirmar que o efeito recíproco no cruzamento AB é ainda maior do que no cruzamento CD para os caracteres peso do corpo aos 150 dias, peso do corpo aos 290 dias, percentagem de produção de ovos por galinha e por dia, unidades Haugh, espessura da casca e peso do ovo. O efeito recíproco no cruzamento CD somente foi maior do que no cruzamento AB para o caráter percentagem de viabilidade. Para o caráter idade na maturidade sexual, a estimativa do contraste foi igual a zero.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos dos cruzamentos dialelos entre as quatro linhagens, A, B, C e D de galinhas da raça Leghorn Branca, reunindo as linhagens paternas, um grupo de gerações F1 e seus recíprocos e analisados pelo modelo I de Griffing (1956), permitiram as conclusões abaixo.

1) A "performance" média dos híbridos da linhagem A com as demais foi superior ao próprio valor da linhagem A para sete caracteres, quais sejam: peso do corpo aos 290 dias, produção de ovos por parcela, percentagem de produção de ovos por galinha e por dia, espessura da casca, percentagem de viabilidade, peso do ovo e percentagem de leucose. Para o caráter idade na maturidade sexual, a "performance" média dos híbridos foi igual e, para

pêso do corpo aos 150 dias e unidades Haugh, foi inferior. A "performance" média dos híbridos da linhagem B com as demais foi superior ao próprio valor da linhagem B para os sete caracteres seguintes: pêso do corpo aos 290 dias, idade na maturidade sexual, produção de ovos por parcela, percentagem de produção de ovos por galinha e por dia, unidades Haugh, espessura da casca e percentagem de viabilidade. Para os caracteres pêso do ovo e percentagem de leucose, a "performance" média dos híbridos foi igual e, para pêso do corpo aos 150 dias, foi inferior. A "performance" média dos híbridos da linhagem C como as demais, foi superior ao próprio valor da linhagem C para os quatro caracteres seguintes: idade na maturidade sexual, produção de ovos por parcela, percentagem de produção de ovos por galinha e por dia e espessura da casca. Para os seis caracteres restantes, as "performances" dos híbridos de C foram inferiores às da própria linhagem. A "performance" média dos híbridos da linhagem D com as demais, foi superior ao próprio valor da linhagem D em relação a apenas dois caracteres: unidades Haugh e espessura da casca. Para os caracteres idade na maturidade sexual e pêso do ovo, a "performance" média dos híbridos foi igual e, para os seis caracteres restantes, foi inferior ao valor da própria linhagem. Nessas referências, foram consideradas "performances" superiores aquelas mais condizentes com a condição zootécnica de aves de postura.

O melhor comportamento das linhagens A e B nas hibridações se deve, provavelmente, ao fato de não terem sido ainda selecionadas no sentido da produção de vigor quando em cruzamentos com uma linhagem determinada e também ao fato de terem sofrido uma seleção bastante eficiente para aumento das freqüências dos genes aditivos para os caracteres: menor pêso do corpo, maior precocidade, maior produção de ovos, maior espessura da casca, maior viabilidade, maior pêso do ovo e maior resistência à leucose. A condição atual das linhagens A e B permite considerá-las como possuidoras de um melhor material genético do que as linhagens C e D.

2) Embora o teste F entre tratamentos tenham acusado não significância a 5% para os caracteres produção de ovos por parcela, percentagem de viabilidade e percentagem de leucose, não se deve aceitar uma não significância para as diferenças entre as "performances" médias dos híbridos, pois o valor 2,86% de leucose nos híbridos da linhagem A é um valor muito superior a 7,55% de leucose dos híbridos da linhagem D. A não significância no teste F efetuado se refere apenas aos contrastes ortogonais entre médias dos 16 tratamentos e não entre as "performances" médias de dois híbridos, pois não há independência entre estas variáveis. Com respeito aos ou-

tros dois caracteres para os quais não houve significância do teste F, ainda a "performance" dos híbridos da linhagem A se mostrou superior as das demais, principalmente em comparação com a da linhagem D.

3) Para capacidade geral de combinação, o teste F, significativo a 1% para os caracteres pêso do corpo aos 150 dias, pêso do corpo aos 290 dias, idade na maturidade sexual, unidades Haugh, espessura da casca, percentagem de viabilidade e pêso do ovo e, significativo a 5% para percentagem de produção de ovos por galinha e por dia, permite concluir pela presença de efeitos genéticos aditivos em relação a esses oito caracteres, no material genético utilizado no experimento. A presença desse tipo de ação gênica também pode ser constatada comparando-se as médias de duas linhagens quaisquer com a média dos híbridos entre elas. A posição intermediária da média dos híbridos é tão mais consistente em relação aos diferentes híbridos quanto maior fôr o valor obtido para F no teste do caráter em aprêço.

4) Para capacidade específica de combinação, o teste F, significativo a 1% para os caracteres pêso do corpo aos 150 dias, idade na maturidade sexual e espessura da casca, permite concluir-se pela presença de efeitos genéticos de dominância em relação a esses três caracteres no material genético utilizado no experimento. A presença destes efeitos de dominância também pode ser constatada pela comparação das médias de duas linhagens quaisquer com a média dos híbridos entre elas. Os efeitos de dominância desviam o valor da média do híbrido em direção à de um dos pais, ultrapassando-a muitas vezes quando os efeitos de dominância são muito fortes, expressando-se em heterose. Em comparação com os efeitos aditivos, os efeitos de dominância são menos importantes do que aqueles no material genético estudado.

5) Para o teste dos efeitos recíprocos, a significância de F a 1% apenas para os caracteres pêso do corpo aos 150 dias e pêso do ovo, e a 5% apenas para pêso do corpo aos 290 dias, permite concluir-se que, para os demais caracteres, não há efeitos importantes relacionados com os cromossomas sexuais. Entretanto, considerando-se os valores das médias nos cruzamentos recíprocos, conclui-se que a linhagem A deverá ser utilizada como fêmea nos cruzamentos em que tomar parte, para produzir híbridos mais leves tanto aos 150 dias como aos 290 dias. Da mesma forma, a linhagem D deverá ser usada como macho em seus cruzamentos, para produzir híbridos mais leves aos 150 dias, e a linhagem C, também como macho, para produzir híbridos mais leves aos 290 dias. Portanto, sob esse aspecto o híbrido CD não pode ser considerado um bom híbrido pois as

aves ganham muito peso ou aos 150 ou aos 290 dias. Em relação ao caráter peso do ovo, a linhagem B deve ser utilizada como macho em seus cruzamentos, enquanto que as linhagens C e D poderão ser utilizadas, indiferentemente, como macho ou como fêmea.

6) Há uma tendência quase constante de ocorrência de capacidade geral de combinação da linhagem B significativamente maior do que a das demais linhagens para os caracteres estudados. Esse resultado pode ser devido a maior heterogeneidade genética da linhagem B em comparação com as demais.

7) O efeito da capacidade específica de combinação da linhagem A para a linhagem B não difere significativamente do efeito da capacidade específica de combinação da linhagem C para a linhagem D, a não ser para o caráter viabilidade, para o qual o híbrido AB é muito superior ao híbrido CD. A não superioridade da capacidade específica de combinação de C com D, em comparação com a de A com B, pode ser devida aos efeitos negativos da interação do comportamento do híbrido CD com o meio, pois este híbrido deve ter realmente melhores qualidades no país de origem do que em nosso meio. Isso mostra a conveniência de se produzir híbridos diretamente no local de sua exploração e não em condições ambientes diferentes, tais como as do Brasil e as dos Estados Unidos da América do Norte.

8) Os efeitos recíprocos entre as linhagens A e B não diferem significativamente dos efeitos recíprocos entre as linhagens C e D, permitindo concluir-se que os genes "sex-linked" relacionados com a produção e próprios das linhagens C e D não devem estar se expressando, em nosso ambiente, da mesma forma

com que provavelmente se expressam no país de origem das duas linhagens. Esse resultado novamente contra-indica a importação de linhagens selecionadas em outros ambientes para a exploração econômica do Brasil.

9) As linhagens A e B possuem características genéticas que as recomendam para a formação de um bom híbrido após alguns ciclos de seleção recorrente e recíproca.

REFERÊNCIAS

- Blow, W.L. & Glazener, E.W. 1953. The effect of inbreeding on some production characters in poultry. *Poult. Sci.* 32:696-701.
- Eisen, E.J., Bohren, B.B., Mc Kean, H.E. & King, S.C. 1967. Genetic combining ability of light and heavy inbred lines in single crosses of poultry. *Genetics* 55:5-20.
- Griffing, B. 1956. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. *Aust. J. exp. Biol. med. Sci.* 9:463-493.
- Hayman, B.I. 1954. The theory of the diallel cross. *Genetics* 39:789-809.
- Hess, C.H. & Jull, M.A. 1948. A study of the inheritance of feed utilization efficiency in the growing domestic fowl. *Poult. Sci.* 27:24-39.
- Rodero, A., Leguey, N., Rivas, C. & Jordano, D. 1968. Análisis genético de cruces dialélicos en gallinas ponedoras. I) Efectos de tanda y estimaciones de los efectos aditivos, maternos, específicos y recíprocos. *Archos Zootecnia* 17:339-361.
- Rodero, A., Leguey, N., Rivas, C. & Jordano, D. 1969. Análisis genético de cruces dialélicos en gallinas ponedoras. II) Medidas de los efectos de heterosis, heredabilidad, índices de selección, y aplicación del método del polígrafo. *Archos Zootecnia* 18:3-18.
- Schoffner, R.N. 1948. The reaction of the fowl to inbreeding. *Poult. Sci.* 27:443-452.
- Stephenson, A.B., Wyatt, A.J. & Nordskog, A.W. 1953. Influence of inbreeding on egg production in the domestic fowl. *Poult. Sci.* 32:510-517.
- Yao, T.S. 1961. Genetic variations in the progenies of the diallel crosses of inbred lines of chicken. *Poult. Sci.* 40: 1048-1059.

GENERAL AND SPECIFIC COMBINING ABILITY AND RECIPROCAL EFFECTS OF SEVERAL ECONOMIC CHARACTERS IN DIFFERENT WHITE LEGHORN LINES

Abstract

Four genetic ally different populations of White Leghorn were studied. Griffing's model was applied on diallelic crosses composed of paternal lines, a group of F₁ generations and their reciprocals. The crosses were tested within a year, in four repetitions and where conducted at the Poultry Section of the Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuárias do Centro-Sul (IPEACS).

Two of the populations, labelled A and B, were the results of long progeny selections and the other two, labelled C and D, were hybrids of North American origin to be used in a double cross for commercial purposes. This choice permitted a comparison between these two groups of germplasm, with the aim of evaluating the desirability of producing our own hybrids in our own environment.

The analysis covered the effects of the general and specific combining abilities and the effects of reciprocal crosses of the four lines in relation to ten economic characters.

In general, the local lines A and B were better or, at least, not inferior to C and D lines, concerning the general combining ability (additive effects). In relation to the specific combining ability (dominance effects), hybrid AB was not significantly different from CD, concerning seven of the eight characters studied. In relation to the reciprocals, there was no significant difference between crosses AB and CD.

The conclusion was in favor of the local production of hybrids, since genotype - environment interactions may be the cause of the great decline in the phenotypic value of imported lines.