

UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO
JEQUITINHONHA E MUCURI

EDUARDO SILVA CORDEIRO DRUMOND

AValiação de CODORNAS DE CORTE EM CRUZAMENTOS
DIALÉLICOS

DIAMANTINA - MG
2012

EDUARDO SILVA CORDEIRO DRUMOND

**AVALIAÇÃO DE CODORNAS DE CORTE EM CRUZAMENTOS
DIALÉLICOS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientador: Prof. Aldrin Vieira Pires

DIAMANTINA - MG
2012

Ficha Catalográfica - Serviço de Bibliotecas/UFVJM
Bibliotecário Anderson César de Oliveira Silva, CRB6 - 2618.

D795a	<p>Drumond, Eduardo Silva Cordeiro Avaliação de codornas de corte em cruzamentos dialélicos / Eduardo Silva Cordeiro Drumond. – Diamantina: UFVJM, 2012. 49p.</p> <p>Orientador: Aldrin Vieira Pires</p> <p>Dissertação (Mestrado - Curso de Pós Graduação em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.</p> <p>1. Capacidade geral de combinação. 2. <i>Coturnix coturnix</i>. 3. Desempenho. 4. Rendimento de carcaça. 5. Qualidade do ovo I. Título II. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.</p> <p style="text-align: right;">CDD 636.594</p>
-------	---

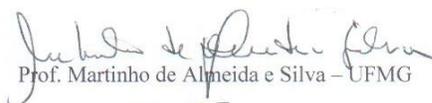
EDUARDO SILVA CORDEIRO DRUMOND

AVALIAÇÃO DE CODORNAS DE CORTE EM CRUZAMENTOS DIALÉLICOS

Dissertação apresentada à Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA em 10/08/2012


Prof. Aldrin Vieira Pires – UFVJM
Orientador


Prof. Martinho de Almeida e Silva – UFMG


Prof. Idalmo Garcia Pereira – UFMG


Prof.^a Cristina Moreira Bonafé – UFVJM


Prof. Joerley Moreira – UFVJM

DIAMANTINA – MG
2012

DEDICATÓRIA

*Aos meus pais, José Renato e Tânia,
Aos meus irmãos Renata, Fernanda e João Paulo
Ao meu sobrinho Pedro Henrique.*

DEDICO

AGRADECIMENTO

À minha mãe, pai e irmãos que sempre apoiaram e acreditaram na realização deste sonho.

À Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri em especial ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, e a todos que compõe o seu quadro docente.

Ao Prof. Aldrin, pela orientação, ensinamentos e conselhos.

Ao grupo de melhoramento por toda ajuda e apoio na condução do experimento, tornando possível a realização deste trabalho: Leonardo, Diego, Carol, Jéssica, Talita, Rogério, Graziela, Lucília, Luiza, Larissa e Maria Teresa.

Aos funcionários Geraldo, Rogério e Zezinho, pela grande colaboração na condução do experimento.

À FAPEMIG e à CAPES pela concessão da bolsa de estudos e aporte financeiro.

Ao CNPq pelo aporte financeiro ao projeto.

Aos amigos e aos irmãos de república, por tornarem mais fáceis a execução deste trabalho.

A todas as pessoas que direta ou indiretamente contribuíram na realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

EDUARDO SILVA CORDEIRO DRUMOND, filho de José Renato Cordeiro Drumond e Elza Tânia da Silva Drumond, nasceu em 19/12/1985, natural de Sete Lagoas – MG. Em 2004, iniciou o curso de Zootecnia, pela Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, graduando-se em julho de 2010. Em agosto de 2010, iniciou o curso de mestrado em Zootecnia, na área de Melhoramento Animal, na Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – MG. Em 10 de agosto de 2012, submeteu-se aos exames finais de defesa de Dissertação para obtenção do título de *Magister Scientiae* em Zootecnia.

RESUMO

DRUMOND, Eduardo Silva Cordeiro. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Agosto de 2012. 49p. **Avaliação de codornas de corte em cruzamentos dialélicos**. Orientador: Aldrin Vieira Pires. Dissertação (Mestrado em Zootecnia).

Objetivou-se com este trabalho avaliar o controle gênico das características de desempenho, rendimento de carcaça, produção e qualidade dos ovos de codornas de corte, por meio da análise de um dialelo completo, bem como a indicação de linhagens e cruzamentos superiores. O experimento foi realizado nas instalações do Programa de Melhoramento de Codornas da UFVJM no período de dezembro de 2011 a maio de 2012. Foram avaliadas quatro linhagens de codornas de corte em cruzamentos dialélicos, denominadas L1, L2, L3 e L4, sendo proporcionados 16 grupos de progênies avaliadas segundo a metodologia de dialelos completos de Griffing. No primeiro experimento, foi avaliado o peso corporal ao nascimento, aos 35 e aos 42 dias de idade; o consumo de dieta e a conversão alimentar, do nascimento aos 35 e do nascimento aos 42 dias de idade. Houve significância da capacidade geral de combinação para todas as características avaliadas, com exceção do consumo médio de dieta, e da conversão alimentar do nascimento aos 35 dias de idade. Houve efeito significativo da capacidade específica de combinação, que representa a influência dos efeitos genéticos não aditivos, para o peso ao nascimento, conversão alimentar do nascimento aos 35 e do nascimento aos 42 dias de idade, e o consumo de dieta do nascimento aos 35 dias de idade. O efeito recíproco apresentou significância apenas para o peso ao nascimento. Com base na capacidade geral de combinação as linhagens L1 e L2 foram as mais favoráveis para aumento do peso corporal. Para a conversão alimentar, pela capacidade específica de combinação, os cruzamentos L1xL3 e L2xL4 são os mais favoráveis, enquanto para o consumo de dieta do nascimento aos 35 dias de idade, os cruzamentos L1xL3 e L2xL3 foram os melhores. No segundo experimento, foram avaliados o peso corporal, o peso e rendimento de carcaça, peito, pernas e asas de machos abatidos aos 42 dias de idade. Foi observada a predominância de efeitos aditivos na expressão das características, nas quais as linhas L1, L2 e L4 foram recomendadas para as características de peso, sendo o cruzamento L2xL4 recomendado para um maior peso de pernas. No terceiro experimento, foi avaliada a postura do 51º ao 150º dia de idade das aves, dividido em três períodos (51 a 80; 81 a 110 e 111 a 150 dias de idade), em cada um dos quais foi realizada análise para qualidade dos ovos, sendo avaliado o peso do ovo e a unidade Haugh. A variabilidade genética aditiva, expressa pelos quadrados médios da capacidade geral de combinação foi significativa para peso do ovo em todos os períodos avaliados, da mesma forma a unidade Haugh, com exceção do período de 51 a 80 dias de idade. Assim a escolha de progenitores geneticamente superiores dentro das linhas puras é viável. A capacidade específica de combinação foi significativa apenas para unidade Haugh com exceção do segundo período, permitindo a identificação de combinações híbridas superiores para esta característica. Visando maior produção de ovos os cruzamentos da L3 resultam em ganhos satisfatórios, enquanto para peso do ovo as linhagens L1 e L4 podem aumentar esta característica, já para unidade Haugh o cruzamento L2xL3 é o mais indicado.

Palavras-chave: capacidade geral de combinação, *Coturnix coturnix*, desempenho, rendimento de carcaça, qualidade do ovo

ABSTRACT

DRUMOND, Eduardo Silva Cordeiro. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, August, 2012. 49p. **Evaluation of meat quails in diallel crossing** . Adviser: Aldrin Vieira Pires. Dissertation (Master's degree in Animal Science).

The objective of this study was to evaluate the gene control of the performance traits, carcass yield, egg's production and quality of meat quails through the analysis of a complete diallel, as well as indicating superior strains and crosses. The experiment was conducted on the premises of the Genetic Improvement Program for Quails of UFVJM, from December 2011 to May 2012. Four strains of meat quails in diallel crosses were evaluated, named L1, L2, L3 and L4, which provided 16 groups of progenies according to the method of Griffing's complete diallel. In the first experiment, there have been determined body weight at hatch, at 35 and at 42 days of age, feed intake and feed conversion, from hatch to 35 days old and from hatch to 42 days old. The combining ability analysis revealed significance for general combining ability for all traits, except for average feed intake and feed from hatch to 35 days old. There was significant effect of specific combining ability, what shows the influence of non-additive genetic effects for hatch weight, feed efficiency from hatch to 35 days of age and from hatch to 42 days of age and feed intake from hatch to 35 days of age. The reciprocal effect showed significance only for hatch weight. Based on the general ability of the lines for combining, L1 and L2 showed to be the most suitable ones for increasing body weight. For food conversion, for the specific ability for combining, crosses L1xL3 and L2xL4 are the most suitable, while for feed intake from hatch to 35 days old, crosses L1xL3 and L2xL3 would be satisfactory. In the second experiment, there have been evaluated body weight, and carcass weight and yield, breast, legs and wings of males quails slaughtered at 42 days old. It was observed the predominant additive effects of the expression characteristics, and the lines L1, L2 and L4 were the recommended for weight characteristics, and the cross L2xL4 being more suitable for a heavier weight of legs. In the third experiment, there have been evaluated the egg's laying from 51st to 150th days of age of the birds, dividing the period in three (51-80, 81-110, and 111 to 150 days of age) in each period analysis were performed for egg quality, being rated the egg weight and Haugh unit. The additive genetic variability, expressed as the mean squares of general combining ability was significant for egg weight in all periods, as the Haugh unit, except for the first period. So the choice of genetically superior the hat within the inbred lines is feasible and can provide satisfactory earnings. The specific combining ability, which represents the influence of non-additive genetic effects, was significant only for Haugh unit with the exception of the second period, allowing the identification of superior hybrids for this trait, resulting from genetic complementation between the parents. In order to maximize egg production the L3 crosses can result in satisfactory earnings, while for egg weight lines L1 and L4 can print an increase in this feature, for Haugh unit, the cross L2xL3 is the most suitable.

Keywords: general combining ability, *Coturnix coturnix*, performance, yield carcass, quality of eggs

SUMÁRIO

	Página
INTRODUÇÃO GERAL	9
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	11
ARTIGO CIENTÍFICO I - DESEMPENHO DE CODORNAS DE CORTE EM CRUZAMENTOS DIALÉLICOS	12
Resumo.....	12
Abstract	13
Introdução.....	14
Material e Métodos	15
Resultados e Discussão	16
Conclusão	21
Referências Bibliográficas	21
ARTIGO CIENTÍFICO II - AVALIAÇÃO DE CARCAÇA DE CODORNAS DE CORTE EM CRUZAMENTOS DIALÉLICOS	24
Resumo.....	24
Abstract	25
Introdução.....	26
Material e Métodos	27
Resultados e Discussão	28
Conclusão	33
Referências Bibliográficas	33
ARTIGO CIENTÍFICO III - POSTURA E QUALIDADE DO OVO EM CODORNAS DE CORTE EM CRUZAMENTOS DIALÉLICOS.....	36
Resumo.....	36
Abstract	37
Introdução.....	38
Material e Métodos	38
Resultados e Discussão	40
Conclusão	46
Referências Bibliográficas	47
CONCLUSÕES GERAIS	49

INTRODUÇÃO GERAL

O melhoramento genético tem contribuído de forma expressiva para a evolução da avicultura de corte no Brasil. Dentro deste segmento a coturnicultura ganha cada vez mais destaque, com números crescentes, e se concretizando no cenário nacional, o que leva à demanda por material genético de qualidade.

Contudo, a primeira dificuldade encontrada pelo melhorista é o conhecimento e identificação dos genitores que serão utilizados em cruzamentos. A escolha dos genitores com base em suas características desejáveis é insuficiente para assegurar a obtenção de progênie híbridas de maior potencial. É necessário que os genótipos utilizados nos cruzamentos tenham capacidade combinatória em nível expressivo a fim de produzir, em alta frequência, recombinações favoráveis.

A realização de cruzamentos dialélicos auxilia nessa escolha, principalmente por considerar a capacidade de combinação das linhagens cruzadas (VENCOVSKY e BARRIGA, 1992). Hayman (1954) definiu o cruzamento dialélico como o conjunto de todos os possíveis acasalamentos entre vários genótipos, podendo estes ser indivíduos, clones ou linhas homozigotas, o que perfaz p^2 combinações, se existirem p genótipos.

O trabalho de Sprague e Tatum (1942) é considerado fundamental. Esses autores incluíram os $[n(n-1)]/2$ F1's obtidos de n linhas puras de milho, definiram os termos capacidade geral (CGC) e capacidade específica de combinação (CEC) e os relacionaram com efeitos gênicos aditivos e efeitos gênicos não-aditivos (dominantes e epistáticos), respectivamente.

Cruz e Regazzi (1997) relataram diversos tipos de análise dialélica: balanceados, parciais, circulantes, incompletos e desbalanceados. Os dialelos balanceados são os dialelos que incluem os híbridos F1's entre todos os pares de combinações dos genitores, podendo adicionalmente incluir os genitores, e, ou, seus híbridos recíprocos. Nos dialelos parciais são avaliados dois grupos de genitores e seus respectivos cruzamentos, sendo possível maximizar as informações sobre os grupos com menor número de cruzamentos.

Nos dialelos circulantes os genitores são representados por mesmo número de cruzamentos, porém sempre menor do que $p-1$, que ocorre nos dialelos balanceados. Já nos dialelos incompletos os genitores são representados por número variável de cruzamentos, geralmente em consequência da perda de tratamentos. Por fim, nos dialelos desbalanceados,

todas as combinações híbridas estão representadas, porém em frequência variável, em virtude do número desigual de repetições por tratamento.

Entre as várias metodologias existentes para análise e interpretação dos dados obtidos em cruzamentos dialélicos, pode-se destacar a de Griffing (1956), na qual são estimadas a capacidade geral e específica de combinação, a de Gardner e Eberhart (1966), na qual são avaliados os efeitos de variedade e de heterose varietal, e a de Hayman (1954), que fornece informações sobre o mecanismo básico de herança do caráter em estudo, dos valores genéticos dos genitores utilizados e do limite de seleção.

Vencovsky e Barriga (1992) e Cruz e Regazzi (1997) citam a metodologia de Griffing (1956) como a mais utilizada em análise dialélica, e segundo Viana (2000), isto se deve à sua generalidade, uma vez que os parentais podem ser clones, linhas puras, linhas endogâmicas ou populações de autofecundação ou de cruzamento, além das facilidades de análise e interpretação. Nesta metodologia os genótipos distribuídos em uma tabela dialélica permitem a classificação de quatro métodos experimentais, conforme a inclusão ou não de parentais, híbridos e recíprocos.

No entanto os dialelos de tabela completa são preferíveis nas pesquisas com animais, em função da importância de se determinarem os genótipos (raças ou linhagens) que devem ser utilizados como reprodutores machos ou fêmeas, uma vez que efeitos maternos e ligados ao sexo podem influir na expressão de determinadas características (MALIK, 1984).

Tendo em vista, que ainda são escassos os trabalhos na literatura que avaliam o potencial dos cruzamentos em codornas de corte, e o mecanismo de controle dos caracteres, objetivou-se com este trabalho avaliar o controle gênico das características de desempenho, rendimento de carcaça, produção e qualidade dos ovos de codornas de corte, por meio da análise de um dialelo completo, e a indicação dos melhores cruzamentos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CRUZ, C.D., REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**, Viçosa : UFV, 1997, 2^a ed., 390p.

GARDNER, C.O.; EBERHART, S.A. Analysis and interpretation of the variety cross diallel and related populations. **Biometrics**, v.22, n.3, p.439-452, 1966.

GRIFFING, B. A concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. **Australian Journal of Biological Sciences**, v. 9, n.4, p.463-493, 1956.

HAYMAN, B.I. The theory and analysis of diallel crosses. **Genetics**, v.39, n.6, p. 789- 809, 1954.

MALIK, R. C. Genetic and physiological aspects of growth, body composition and feed efficiency in mice: a review. **Journal of Animal Science**, v.58, n.3, p.577-589, 1984.

SPRAGUE, G.F.; TATUM, L.A. General vs specific combining ability in single crosses of corn. **Journal American Society Agronomy**, v.34, n.10, p.923-932, 1942.

VENCOVSKY, R., BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992. 496p.

VIANA, J. M. S. The parametric restrictions of the Griffing diallel analysis model: combining ability analysis. **Genetics and Molecular Biology**, v. 23, n. 4, p. 877-881, 2000.

ARTIGO CIENTÍFICO I

DESEMPENHO DE CODORNAS DE CORTE EM CRUZAMENTOS DIALÉLICOS

Resumo - Objetivou-se com este trabalho avaliar o desempenho de quatro linhagens (L1, L2, L3 e L4) de codornas de corte em cruzamentos dialélicos. O presente estudo foi realizado nas instalações do Programa de Melhoramento de Codornas do Departamento de Zootecnia da UFVJM, no período de 16 de dezembro de 2011 a 26 de janeiro de 2012. Foram avaliados o peso corporal médio ao nascimento, aos 35 e aos 42 dias de idade; o consumo médio de dieta e a conversão alimentar do nascimento aos 35 e do nascimento aos 42 dias de idade. As análises dialélicas foram desenvolvidas de forma univariada, considerando-se a metodologia de dialelos completos, a partir das médias das combinações genótípicas resultantes de um experimento inteiramente ao acaso com três repetições. A capacidade geral de combinação foi significativa para todas as características avaliadas, com exceção do consumo médio de dieta e da conversão alimentar do nascimento aos 35 dias de idade. Houve efeito significativo da capacidade específica de combinação sobre o peso corporal ao nascimento (L2xL3; L2xL4; L1xL4); conversão alimentar do nascimento aos 35 (L1xL3; L2xL4) e do nascimento aos 42 dias (L1xL3; L2xL3; L2xL4); consumo médio de dieta do nascimento aos 35 dias de idade (L1xL3; L2xL3), o que permitiu a identificação de combinações híbridas mais favoráveis. O efeito recíproco foi significativo apenas sobre o peso ao nascimento. Com base na capacidade geral de combinação as linhagens mais favoráveis para peso corporal foram a L1 e a L2. Para a conversão alimentar, pela capacidade específica de combinação, os cruzamentos L1xL3 e L2xL4 apresentaram o melhor resultado, enquanto para o consumo de dieta do nascimento aos 35 dias de idade, os cruzamentos L1xL3 e L2xL3 são os mais indicados.

Palavras-Chave: análise dialélica, capacidade geral de combinação, *Coturnix coturnix*

PERFORMANCE OF MEAT TYPE QUAILS IN DIALLEL CROSS

Abstract - The objective of this study was to evaluate the performance of four strains of meat type quails, designated L1, L2, L3 and L4 in diallel crosses. This study was carried out at the premises of the Genetic Improvement Program for Quails of UFVJM, from December 2011 to May 2012. There have been evaluated the average body weight at hatch, at 35 and at 42 days old, the average daily feed intake at 35 and at 42 days old, and feed conversion at 35 and 42 days old. Diallel analyzes were developed using univariate analyses, considering the methodology of complete diallel, from the average of the genotype combinations resulting in a complete randomized design with three replications. The combining ability analysis revealed significance for general combining ability for all traits, except for average feed intake and feed conversion at 35 days old. There was significant effect of specific combining ability for hatch weight (L2xL3; L2xL4; L1xL4); feed conversion from hatch to 35 days of age (L1xL3; L2xL4), and from hatch to 42 days (L1xL3; L2xL3; L2xL4); and average feed intake from hatch to 35 days of age (L1xL3; L2xL3),, thus allowing the identification of more favorable hybrid combinations. The reciprocal effect showed significance only for hatch weight. Based on general combining ability, the strains which are more favorable for increase body weight were the L1 and L2. To feed conversion, for the specific combining ability, the crosses L1xL3 and L2xL4 showed the better results, while for feed intake from hatch to 35 days old, the crosses L1xL3 and L2xL3 would be the most suitable.

Keywords: diallel analysis, general combining ability, *Coturnix coturnix*

INTRODUÇÃO

As análises dialélicas são importantes ferramentas para o melhoramento genético. Por prover estimativas úteis na seleção de progenitores para cruzamento, para obtenção de híbridos, e no entendimento dos efeitos genéticos envolvidos na expressão das características (GRIFFING, 1956), o que permite analisar o potencial genético dos genitores das progênies.

No entanto, a escolha dos parentais para a formação de progênies superiores representa atividade que exige grande esforço dos melhoristas (COSTA et al., 2006), sendo necessário estimar a importância relativa dos efeitos aditivos e não aditivos dos caracteres para que se proceda à seleção de forma adequada (COSTA et al., 2008). O uso de cruzamentos dialélicos auxilia nesta escolha, principalmente por considerar a capacidade de combinação das linhagens quando cruzadas (VENCOVSKY & BARRIGA, 1992).

De acordo com Cruz et al. (2006), o termo dialelo tem sido usado para expressar um conjunto de $p(p-1)/2$ híbridos, resultante do acasalamento entre p progenitores e, ou outras gerações relacionadas, tais como F2 e retrocruzamentos.

Entre as várias metodologias existentes para análise dialélica, pode-se destacar a de Griffing (1956), pela qual são estimados os efeitos da capacidade geral e específica de combinação; a de Gardner & Eberhart (1966), na qual são avaliados os efeitos de variedade e de heterose varietal; e, a de Hayman (1954) que fornece informações sobre o mecanismo básico de herança do caráter em estudo, dos valores genéticos dos genitores utilizados e do limite de seleção.

Vencovsky & Barriga (1992) e Cruz et al. (2006) citam a metodologia de Griffing (1956) como uma das mais utilizadas em análise dialélica e segundo Viana (2000), isto se deve à sua generalidade, uma vez que os parentais podem ser clones, linhas puras, linhas endogâmicas ou populações de autofecundação ou de cruzamento, além das facilidades de análise e interpretação.

Embora já tenha sido utilizada em outras espécies animais como coelhos (SAKAGUTI et al., 1997), aves (TORRES et al., 1984), suínos (FREITAS et al., 1998) e em codornas de postura por Picinnin (2006), ainda são escassos os trabalhos na literatura que avaliam o potencial dos cruzamentos em codornas de corte, bem como a mecanismo de controle dos caracteres, tendo em vista, explorar os ganhos advindos da heterose.

Sendo assim, objetivou-se com este estudo determinar o controle gênico e avaliar o desempenho de linhagens de codornas de corte, por meio da técnica de cruzamento dialélico.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado nas instalações do Programa de Melhoramento de Codornas do Departamento de Zootecnia da UFVJM, no período de 16 de dezembro de 2011 a 26 de janeiro de 2012.

As codornas foram criadas em gaiolas coletivas do tipo bateria com dimensões de 60 x 60 x 33 cm de altura, sendo um total de três baterias com 16 gaiolas cada, contendo 20 aves, não sexadas, por unidade experimental desde o nascimento, recebendo água e dieta à vontade durante todo o período experimental, sendo que a dieta continha 25% PB e 2900 kcal de EM/kg, do nascimento ao 21º dia de idade, e 24% PB e 2925 kcal de EM/kg, do 22º ao 42º dia de idade, segundo recomendações de exigências nutricionais da literatura nacional (OLIVEIRA et al., 2002; CORRÊA et al., 2007b; CORRÊA et al., 2008; VELOSO et al., 2012).

Como fonte de aquecimento foram utilizadas lâmpadas de 100 watts em todas as gaiolas até a segunda semana de idade. As temperaturas mínima e máxima média, registradas durante o período experimental foram de 24,1 e 29,5°C, respectivamente.

Foram utilizadas quatro linhagens de codornas de corte (*Coturnix coturnix*), denominadas L1, L2, L3 e L4. O sistema de cruzamento proporcionou 16 grupos de progênies, sendo quatro parentais (puros), seis mestiços F1 e seis mestiços F1 recíprocos.

Foram avaliados o peso corporal médio ao nascimento (PN), aos 35 (P35) e aos 42 dias de idade (P42); o consumo médio de dieta do nascimento aos 35 (CMD35) e do nascimento aos 42 dias de idade (CMD42); e, a conversão alimentar do nascimento aos 35 (CA35) e do nascimento aos 42 dias de idade (CA42).

As análises dialélicas foram desenvolvidas de forma univariada, considerando-se a metodologia de dialelos completos, incluindo as p^2 combinações, pelo método 1 de Griffing (1956), a partir das médias das combinações genótípicas resultantes de um experimento inteiramente ao acaso. O modelo estatístico utilizado foi:

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

em que:

Y_{ij} = Valor médio da combinação híbrida ($i \neq j$) ou do progenitor ($i=j$);

μ = média geral;

g_i, g_j = efeitos da capacidade geral de combinação do progenitor i ou j ($i, j = 1, 2, 3$ e 4);

s_{ij} = efeito da capacidade específica de combinação para os cruzamentos entre os progenitores de ordem i e j ;

r_{ij} = efeito recíproco que mede as diferenças proporcionadas pelo progenitor i, ou j, quando utilizado como fêmea (i) ou macho (j) no cruzamento ij;

ε_{ij} = erro experimental associado à observação de ordem ij.

Neste modelo são considerados $s_{ij} = s_{ji}$, $r_{ij} = -r_{ji}$ e $r_{ii} = 0$

Para estimação dos efeitos da capacidade geral e específica, dos efeitos recíprocos e de suas respectivas somas de quadrados, utilizou-se o método de quadrados mínimos redutíveis a partir do modelo linear $Y = X\beta + \varepsilon$, em que $\varepsilon \sim NID(\phi, I\sigma_e^2)$, com as restrições apresentadas por Cruz et al. (2006).

As análises foram desenvolvidas através do programa GENES (Cruz, 2006), a partir das médias dos tratamentos. O efeito da heterose foi estimado por meio do seguinte contraste: $Y = (X_{ij} + X_{ji}) - (X_{ii} + X_{jj})$, e testado pelo teste F a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A média geral para o peso ao nascimento, peso aos 35 dias, peso aos 42 dias, consumo médio de dieta do nascimento aos 35 e do nascimento aos 42 dias e conversão alimentar do nascimento aos 35 e do nascimento aos 42 dias são apresentadas na Tabela 1, e são semelhantes às de diversos trabalhos relatados na literatura, dentre eles, Móri et al. (2005), Corrêa et al. (2007a e b), Corrêa et al. (2008) e Otutumi et al. (2009).

As análises de capacidade combinatória revelaram significância para capacidade geral de combinação (CGC) em todas as características avaliadas, com exceção do consumo médio de dieta, e da conversão alimentar do nascimento aos 35 dias de idade (Tabela 2). Resultados semelhantes foram encontrados em frango de corte para peso ao nascimento (ABREU et al., 1998) e peso aos 42 dias de idade (SCHMIDT et al., 1991; ABREU et al., 1998). Para a conversão alimentar, Abreu et al. (1998) encontraram significância apenas para um dos grupos avaliados, recomendando que a escolha de progenitores para melhoria nesta característica seja feita dentro da linha macho.

Tabela 1 – Peso corporal ao nascimento, 35 e 42 dias de idade (PN, P35 e P42, respectivamente), consumo médio de dieta e conversão alimentar do nascimento aos 35 e 42 dias de idade (CMD35, CMD42, CA35 e CA42) por cruzamento entre as quatro linhas de codornas de corte.

Característica	Fêmea	Macho				Média	CV ¹ (%)
		L1	L2	L3	L4		
PN (g)	L1	9,81	9,90	9,28	9,76	9,69	2,75
	L2	9,60	9,57	9,71	9,08	9,49	
	L3	9,19	9,12	9,12	8,33	8,94	
	L4	9,79	10,67	9,52	9,95	9,98	
Média		9,60	9,81	9,41	9,28	9,52	
P35 (g)	L1	235,36	247,32	212,84	226,92	230,61	7,81
	L2	232,57	232,76	221,87	235,52	230,68	
	L3	226,46	188,31	203,34	216,64	208,68	
	L4	246,65	249,90	208,18	201,57	226,57	
Média		235,26	229,57	211,55	220,16	224,13	
CMD35 (g)	L1	586,32	696,94	543,12	617,05	610,85	10,76
	L2	594,19	586,42	586,74	585,38	588,18	
	L3	539,50	452,17	640,74	612,93	561,33	
	L4	634,26	653,71	558,80	535,35	595,53	
Média		588,56	597,31	582,35	587,67	588,97	
CA35 (g/g)	L1	2,65	3,00	2,67	2,88	2,80	9,67
	L2	2,68	2,64	2,79	2,59	2,67	
	L3	2,49	2,56	3,37	2,95	2,84	
	L4	2,70	2,75	2,84	2,78	2,76	
Média		2,63	2,73	2,91	2,80	2,76	
P42 (g)	L1	265,48	289,59	242,20	253,01	262,57	10,11
	L2	265,16	267,93	255,06	270,37	264,63	
	L3	264,94	226,97	226,81	250,27	242,24	
	L4	279,75	291,06	256,32	234,25	265,34	
Média		268,83	268,88	245,09	251,96	258,69	
CMD42 (g)	L1	782,02	939,61	728,31	804,53	813,61	10,52
	L2	828,51	790,44	797,83	797,83	803,65	
	L3	789,05	676,06	820,42	844,46	782,49	
	L4	858,57	890,33	805,81	760,82	828,88	
Média		814,53	824,11	788,09	801,91	807,16	
CA42 (g/g)	L1	3,11	3,42	3,13	3,34	3,25	8,12
	L2	3,26	3,07	3,06	3,06	3,11	
	L3	3,10	3,14	3,84	3,49	3,39	
	L4	3,21	3,19	3,31	3,40	3,27	
Média		3,17	3,20	3,33	3,32	3,25	

¹CV = coeficiente de variação.

Para a capacidade específica de combinação (CEC) houve efeito significativo para o PN, CA35, CA42 e CMD35, permitindo desta forma, a identificação de combinações híbridas mais favoráveis. O efeito recíproco apresentou significância apenas para PN (Tabela 2). A influência dos genes de efeito não aditivo para o peso corporal ao nascimento também foram encontrados por Abreu et al. (1998) e para consumo alimentar, por Torres et al. (1984), ambos em trabalhos com frangos de corte.

Tabela 2 – Resumo da análise da capacidade geral de combinação (CGC), capacidade específica de combinação (CEC) e efeito recíproco (ER) para as características avaliadas em codornas de corte.

FV	GL	Quadrado Médio						
		PN	P35	CMD35	CA35	P42	CMD42	CA42
Tratamento	15	0,9753**	319,41**	3270,01*	0,0447	387,24	3740,03	0,0431
CGC	3	1,3178**	827,39**	1146,31	0,0514	906,10*	1703,84	0,0669*
CEC	6	0,2468**	201,74	4554,10*	0,0649*	258,17	4845,59	0,6598*
ER	6	1,9078**	183,08	3047,77	0,0212	256,89	3652,57	0,0082
Resíduo	32	0,0687	102,28	1399,68	0,0241	228,04	2400,76	0,0235

**p<0,01; *p<0,05 pelo teste F.

PN = peso corporal ao nascimento; P35 = peso corporal aos 35 dias de idade; CMD35 = consumo de dieta do nascimento aos 35 dias de idade; CA35 = conversão alimentar do nascimento aos 35 dias de idade; P42 = peso corporal aos 42 dias de idade; CMD42 = consumo de dieta do nascimento aos 42 dias de idade; CA42 = conversão alimentar do nascimento aos 42 dias de idade.

Os quadrados médios da CGC foram maiores do que os da CEC para o PN, P35 e P42, indicando que os efeitos gênicos aditivos poderão exercer maior importância para estas características, o inverso ocorreu para o consumo de dieta e para a conversão alimentar nas idades avaliadas, indicando a predominância de efeitos não aditivos na expressão destas características. A predominância de efeitos aditivos é um indicativo de menor dificuldade na escolha de animais geneticamente superiores, possibilitando técnicas mais simples de melhoramento (ABREU et al., 1998), uma vez que a seleção poderá ser realizada dentro da linha pura.

Os parentais que apresentarem altos valores positivos dos efeitos da capacidade geral de combinação (\hat{g}_i) deverão apresentar médias, dos cruzamentos em que participaram, maiores do que a média geral de todos os híbridos F_1 (COSTA et al., 2006). Observou-se maior valor de \hat{g}_i nas características PN, P35 e P42 (Tabela 3) para as linhagens L1 e L2 indicando maior potencial destas para aumento do peso corporal; e, valores negativos de \hat{g}_i para CA42, podendo haver uma redução no valor desta característica com a utilização destas linhagens, o que é desejável. A L3 apresentou os menores valores de \hat{g}_i , sendo a menos indicada para maior peso corporal nas idades avaliadas. A L4 apesar de ter apresentado valores positivos de \hat{g}_i para PN, apresentou estimativas negativas para os pesos subsequentes (P35 e P42), e positivas para CA42, não sendo também recomendada para melhoria nestas características.

Tabela 3 – Capacidade geral de combinação (\hat{g}_i) das quatro linhagens de codornas de corte avaliadas.

Linhagem	PN	P35	CMD35	CA35	P42	CMD42	CA42
\hat{g}_i (L1)	0,1175	8,79	10,73	-0,06	7,00	6,91	-0,48
\hat{g}_i (L2)	0,1275	5,99	3,77	-0,06	8,06	6,72	-0,99
\hat{g}_i (L3)	-0,3512	-14,01	-17,13	0,11	-15,02	-21,86	0,10
\hat{g}_i (L4)	0,1062	-0,77	2,63	0,01	-0,38	8,23	0,42

PN = peso corporal ao nascimento; P35 = peso corporal aos 35 dias de idade; CMD35 = consumo de dieta do nascimento aos 35 dias de idade; CA35 = conversão alimentar do nascimento aos 35 dias de idade; P42 = peso corporal aos 42 dias de idade; CMD42 = consumo de dieta do nascimento aos 42 dias de idade; CA42 = conversão alimentar do nascimento aos 42 dias de idade.

A escolha do híbrido mais favorável deve ser feita, no entanto, entre aqueles que apresentarem maior CEC (\hat{s}_{ij}) em que pelo menos um dos parentais apresente a maior CGC (CRUZ et al., 2006). Para PN os cruzamentos L2xL3, L2xL4 e L1xL4 seriam os mais indicados por apresentarem estimativas positivas de \hat{s}_{ij} (Tabela 4), contribuindo desta forma para um maior peso corporal ao nascimento, que pode possuir alta correlação com os pesos subsequentes, conforme relatado por Saatci et al. (2003).

Apesar de os efeitos da capacidade específica de combinação serem úteis na escolha do melhor cruzamento, estas não especificam qual dos progenitores deverá ser usado como macho ou fêmea, utilizando-se para isto o efeito recíproco (\square_{ij}), onde se observa valor positivo de \square_{ij} para o cruzamento L2xL3 e negativo para L2xL4 e L1xL4. Como neste caso o progenitor *i* refere-se à fêmea, seria mais indicada a utilização de fêmeas L2 com machos L3, ou fêmeas L4 com machos L2, ou ainda fêmeas L4 com machos L1, visando maior peso corporal ao nascimento.

Tabela 4 – Capacidade específica de combinação (diagonal e acima da diagonal) e efeito recíproco (abaixo da diagonal) para as características de desempenho com CEC significativa (Tabela 2) em codornas de corte.

Característica	Fêmea	Macho			
		L1	L2	L3	L4
PN	L1	0,05	-0,02	-0,06	0,03
	L2	0,15	-0,21	0,11	0,12
	L3	0,04	0,29	0,29	-0,35
	L4	-0,01	-0,79	-0,59	0,21
CMD35	L1	-24,12	42,08	-41,27	23,31
	L2	51,37	-10,09	-56,15	24,17
	L3	1,81	67,28	86,03	11,39

Característica	Fêmea	Macho			
		L1	L2	L3	L4
	L4	-8,60	-34,16	27,06	-58,88
CA35	L1	-0,01	0,19	-0,24	0,06
	L2	0,16	0,00	0,14	-0,05
	L3	0,09	0,11	0,38	0,00
	L4	0,08	-0,08	0,05	-0,02
CA42	L1	-0,52	0,23	-0,20	0,23
	L2	0,08	0,11	-0,16	-0,07
	L3	0,02	-0,04	0,37	-0,01
	L4	0,06	-0,06	0,09	0,06

PN = peso corporal ao nascimento; CMD35 = consumo de dieta do nascimento aos 35 dias de idade; CA35 = conversão alimentar do nascimento aos 35 dias de idade; CA42 = conversão alimentar do nascimento aos 42 dias de idade.

Uma redução no consumo de dieta do nascimento aos 35 dias de idade pode ser obtida com cruzamentos L1xL3 ou L2xL3, ou ainda entre as linhas puras L1xL1 e L4xL4, enquanto os demais cruzamentos levariam ao aumento no consumo, não havendo manifestação do sexo nos cruzamentos.

Para CA35 os cruzamentos mais favoráveis foram L1xL3 e L2xL4 enquanto para CA42 os cruzamentos mais indicados são L1xL3, L2xL3 e L2xL4, e como não houve efeito significativo do efeito recíproco, não interessa ao melhorista qual linha será utilizada como macho ou fêmea no cruzamento.

O parâmetro $\hat{\sigma}_{ii}$ refere-se ao efeito da capacidade de combinação de um genitor com ele próprio e é de fundamental importância para indicar a direção dos desvios de dominância do caráter. Assim, quanto maior for o valor absoluto de $\hat{\sigma}_{ii}$, maior será sua contribuição para a heterose. Quando o valor de $\hat{\sigma}_{ii}$ for negativo, o parental *i* contribuirá positivamente para a heterose, e se positivo, contribuirá negativamente (CRUZ et al., 2006). Para CMD35 e CMD42 as linhas L1, L2 e L4 apresentaram estimativas negativas de $\hat{\sigma}_{ii}$, contribuindo positivamente para heterose. Para CA35 foi observado valor negativo para a L1 e para a L4; enquanto para CA42 foi observado um valor negativo apenas para a L1; e para PN apenas a L2. A ocorrência de estimativas positivas e negativas para $\hat{\sigma}_{ii}$ indica a existência de dominância bidirecional.

De acordo com Falconer (1981), a heterose entre dois genitores depende da existência de dominância no controle do caráter e da de divergência entre os genitores. No presente estudo, por intermédio de análise de contraste envolvendo as linhas puras e cruzadas, verificou-se efeito heterótico significativo (Tabela 5) para PN nos cruzamentos L1xL2,

L2xL3 e L2xL4. Para P35 apenas o cruzamento L2xL4, para CMD35 apenas o cruzamento L2xL3, para CA35 os cruzamentos L1xL3 e L2xL3 e para CA42 apenas o cruzamento L1xL3, indicando a superioridade destes híbridos em relação à média dos seus parentais.

Tabela 5 – Heterose média (%) para as características avaliadas em codornas de corte.

Cruzamento	PN	P35	CMD35	CA35	P42	CMD42	CA42
L1xL2	0,62**	2,51	16,68	7,37	4,00	12,44	8,09
L1xL3	-2,43	0,14	-11,77	-14,28**	3,02	-5,31	-55,18*
L1xL4	-1,06	8,39	11,56	2,91	6,61	7,79	0,61
L2xL3	0,75**	-5,94	-15,34*	-10,98*	-2,57	-8,50	-10,27
L2xL4	0,82*	11,76*	10,46	-0,56	11,80	8,83	-3,40
L3xL4	-6,40	4,92	-0,37	-5,85	9,88	4,37	-6,08

**p<0,01; *p<0,05 pelo teste F.

PN = peso corporal ao nascimento; P35 = peso corporal aos 35 dias de idade; CMD35 = consumo de dieta do nascimento aos 35 dias de idade; CA35 = conversão alimentar do nascimento aos 35 dias de idade; P42 = peso corporal aos 42 dias de idade; CMD42 = consumo de dieta do nascimento aos 42 dias de idade; CA42 = conversão alimentar do nascimento aos 42 dias de idade.

CONCLUSÕES

1. Observou-se a predominância de efeitos aditivos para os pesos corporais nas idades avaliadas, e predominância de efeitos não aditivos para a conversão alimentar e o consumo de dieta.
2. As linhagens mais favoráveis pela capacidade geral de combinação para aumento do peso corporal foram L1 e L2.
3. Para a conversão alimentar, pela capacidade específica de combinação, os cruzamentos L1xL3 e L2xL4 apresentaram o melhor resultado.

AGRADECIMENTOS

À CAPES, CNPq e FAPEMIG, pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, V.M.N.; SILVA, M.A.; CRUZ, C.D.; FIGUEIREDO, E.A.P. de; ABREU, P.G. de. Estudo da capacidade de combinação de características de produção de ovos, de linhagens de frango de corte, usando a técnica de análise dialélica. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.5, p.885-891, 1998.
- CORRÊA, G.S.S.; SILVA, M.A.; CORRÊA, A.B.; FONTES, D.O.; SANTOS, G.G.; DIONELLO, N.L.; WENCESLAU, R.R.; FELIPE, V.P.S.; FERREIRA, I.C.; SOUSA, J.E.R. Desempenho de codornas de corte EV1 alimentadas com diferentes níveis de lisina na dieta. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, n.6, p.1545-1553, 2007a.

CORRÊA, G.S.S.; SILVA, M.A.; CORRÊA, A.B.; FONTES, D.O.; SANTOS, G.G.; LIMA NETO, H.R. Níveis de proteína bruta para codornas de corte durante o período de crescimento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, n.1, p.209-217, 2008.

CORRÊA, G.S.S.; SILVA, M.A.; CORRÊA, A.B.; FONTES, D.O.; TORRES, R.A.; DIONELLO, N.J.L.; SANTOS, G.G.; FREITAS, L.S. Exigência de proteína bruta e energia metabolizável para codornas de corte EV1. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, n.3, p.797-804, 2007b.

COSTA, E.F.N.; SANTOS, M.F.; MORO, G.V.; ALVES, G.F.; JÚNIOR, C.L.de S. Herança da senescência retardada em milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.2, p.207-213, 2008.

COSTA, M.N.; PEREIRA, W.E.; BRUNO, R. de L.A.; FREIRE, E.C.; NÓBREGA, M.B. de M.; MILANI, M.; OLIVEIRA, A.P.de. Divergência genética entre acessos e cultivares de mamoeira por meio de estatística multivariada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.11, p.1617-1622, 2006.

CRUZ, C.D. **Programa Genes**: Biometria. Editora UFV. Viçosa (MG). 382p. 2006.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético** – volume 2, Viçosa: UFV, 2006, 3ª ed. , 585p.

FALCONER, D.S. **Introdução à Genética Quantitativa**. 2ª ed. Viçosa-MG:UFV, 279p., 1981.

FREITAS, R.T.F.; SILVA, M.A.; LOPES, P.S.; CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. Análise dialéctica de características de leitegada de suínos usando-se variáveis canônicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.4, p.700-706, 1998.

GARDNER, C.O.; EBERHART, S.A. Analysis and interpretation of the variety cross diallel and related populations. **Biometrics**, v.22, n.3, p.439-452, 1966.

GRIFFING, B. A concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. **Australian Journal of Biological Sciences**, v.9, n.4p.463-493, 1956.

HAYMAN, B.I. The theory and analysis of diallel crosses. **Genetics**, v.39, n.6, p. 789-809, 1954.

MÓRI, C.; GARCIA, E.A.; PAVAN, A.C. PICCININ, A.; PIZZOLANTE, C.C. Desempenho e rendimento de carcaça de quatro grupos genéticos de codornas para produção de carne. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.3, p.870-876, 2005.

OLIVEIRA, E.G.; ALMEIDA, M.I.M.; MENDES, A.A.; VEIGA, N.; DIAS, K. Desempenho produtivo de codornas de ambos os sexos para corte alimentadas com dietas com quatro níveis protéicos. **Archives of Veterinary Science**, v.7, n.2, p.75-80, 2002.

OTUTUMI, L.K.; FURLAN, A.C.; MARTINS, E.L.; GARCIA, E.R. de M.; TON, A.P.S.; MONTEIRO, A.C. Efeito do probiótico sobre o desempenho, rendimento de carcaça e exigências nutricionais de proteína bruta de codornas de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.2, p.299-306, 2009.

PICCININ, A. **Análise da capacidade de combinação de características de interesse econômico e de qualidade de ovos de codornas usando a técnica de cruzamentos dialélicos**. Botucatu-SP, 2006, 95p. Tese (Doutorado em Genética) – Universidade Estadual Paulista.

SAATCI, M.; DEWI, I.A.; AKSOY, A.R. Application of REML procedure to estimate the genetic parameters of weekly liveweights in one-to-one sire and dam pedigree recorded Japanese quail. **Journal of Animal Breeding and Genetics**, v.120, n.1, p.23-28, 2003.

SAKAGUTI, E.S.; SILVA, M.A.; REGAZZI, A.J.; CRUZ, C.D.; MARTINS, E.N. Análises multivariadas em um dialelo completo e desbalanceado com coelhos das raças Nova Zelândia Branco, Califórnia e Chinchila. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.3, p.501-507, 1997.

SCHMIDT, G.S.; PACKER I.U.; DUARTE, F.A. de M.; COSTA, C.N. Formação de populações-bases de aves para corte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.26, n.6, p.779-784, 1991.

TORRES, R. de A.; SILVA, M.A.; TORRES, J.R.; SOARES, P.R.; GRAÇAS, A.S. Capacidades combinatórias de características produtivas em poedeiras leves. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.13, n.3, p.395-408, 1984.

VELOSO, R.C.; PIRES, A.V.; TIMPANI, V.D.; DRUMOND, E.S.C.; GONÇALVES, F.M.; FARIA FILHO, D. E. Níveis de proteína bruta e energia metabolizável em uma linhagem de codorna de corte. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.34, n.2, p.169-174, 2012.

VENCOVSKY, R., BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992. 496p.

VIANA, J.M.S. The parametric restrictions of the Griffing diallel analysis model: combining ability analysis. **Genetics and Molecular Biology**, v.23, n.4, p.877-881, 2000.

Artigo enviado para publicação na Revista: **Pesquisa Agropecuária Brasileira**

ARTIGO CIENTÍFICO II
AVALIAÇÃO DE CARÇA DE CODORNAS DE CORTE EM CRUZAMENTOS
DIALÉLICOS

Resumo - Objetivou-se com este trabalho avaliar o peso e rendimento de carça e cortes de codornas por meio da metodologia de cruzamentos dialélicos. Foram utilizadas quatro linhagens de codornas de corte, denominadas L1, L2, L3 e L4. O sistema de cruzamento proporcionou 16 grupos de progênies, sendo quatro parentais (puros), seis mestiços F1 e seis mestiços F1 recíprocos, alojadas em bateria experimental em três repetições. Aos 42 dias de idade, cinco machos de cada unidade experimental foram escolhidos ao acaso e destinados ao abate, para avaliação do peso aos 42 dias de idade, peso e rendimento de carça, peso e rendimento do peito, peso e rendimento das pernas e peso e rendimento das asas. A análise dialélica foi desenvolvida de forma univariada, considerando-se a metodologia de dialelos completos, incluindo as p^2 combinações das linhagens, a partir das médias das combinações genótípicas. As análises de capacidade combinatória mostraram significância para capacidade geral de combinação (CGC) para peso corporal, peso da carça, peito, pernas e asas, enquanto a capacidade específica de combinação (CEC) foi significativa apenas para o peso e rendimento de pernas. Os quadrados médios da CGG apresentaram, de forma geral, valores maiores que da CEC, revelando a predominância de efeitos aditivos na expressão destas características, o que indica que melhorias nestas características podem ser conseguidas por meio de processos de seleção intrapopulacional. As linhas L1, L2 e L4, apresentaram valores positivos para CGC em praticamente todas as características avaliadas, e podem ser consideradas superiores à média das linhagens envolvidas no dialelo, sendo, portanto, favoráveis para proporcionarem aumento nas características avaliadas. Foi observado maior efeito dos genes aditivos, indicando que a seleção das linhas puras pode trazer ganhos satisfatórios, sendo a linha L2 a mais promissora com base em sua capacidade geral de combinação. Para peso de pernas o cruzamento L2xL4 seria o mais indicado e para o rendimento de pernas o cruzamento L1xL4, com base na capacidade específica de combinação.

Palavras-Chave: capacidade geral de combinação, *Coturnix coturnix*, peso do peito

CARCASS YIELD OF MEAT QUAILS IN DIALLEL CROSS

Abstract - This study aimed to evaluate the weight and carcass yield and cuts of meat quails through the methodology of diallel crosses. We used four strains of meat quails, named L1, L2, L3 and L4. The mating system provided 16 groups of progenies, four parents (pure), six F1 crossbred and six F1 reciprocal crossbred, allocated in experimental batteries in three replicates. On day 42 of age, five males from each experimental unit were randomly chosen and destined for slaughter, for weight at 42 days of age, weight and production of carcass, chest and legs; and wings yield. The diallel analyses were developed using univariate analysis, considering the methodology of complete diallel, including p^2 combinations, from the average of the genotype combinations. The analyses of combining ability showed significance for general combining ability (GCA) for body weight, carcass weight, breast meat, legs and wings, while specific combining ability (SCA) was significant only for the weight and leg yield. The mean squares of GCA were, in general, higher values than SCA ones, showing the prevalence of additive effects on expression of these traits, indicating that these improved traits can be achieved through the selection process. The lines L1, L2 and L4 showed positive GCA values in almost all traits evaluated, and can be considered above the average of the lines involved in diallel; therefore, provide the most favorable for increasing the assessed traits. We observed a greater additive effect of genes, suggesting that the selection of inbred lines can bring satisfactory gains, the line L2 being the most promising based on their general combining ability. For weight of legs crossing L2xL4 would be more appropriate and for legs yield crossing L1xL4, based on specific combining ability.

Key-words: general combining ability, *Coturnix coturnix*, breast weight

INTRODUÇÃO

A avicultura brasileira de corte é uma atividade que tem merecido destaque em razão dos altos índices produtivos alcançados. Dentro deste segmento, a coturnicultura ganha cada vez mais destaque no cenário nacional. O efetivo de codornas teve aumento de 13,1% no ano de 2010 em relação ao ano anterior, marca esta bastante expressiva, principalmente comparada a outras atividades como ovinos (3,4%), suínos (2,4%), bovinos (2,1%) e avicultura de postura (0,9%) (IBGE, 2010). Embora grande parte deste efetivo seja destinada à produção de ovos, é notável o aumento no consumo de carne de codornas.

Esse aumento leva à necessidade de se obter material genético de alta qualidade, que proporcione melhores pesos e rendimento ao abate, para que possa atender a demanda e exigências do mercado consumidor.

Em codornas os maiores pesos corporais são observados nas fêmeas, fato este atribuído ao desenvolvimento do aparelho reprodutivo, que ocorre por volta da quarta semana de idade (MÓRI et al., 2005), no entanto, os maiores rendimentos de carcaça são observados nos machos (OLIVEIRA et al., 2005), o que leva à melhor aproveitamento destes para o abate, sendo, geralmente, as fêmeas destinadas à produção de ovos.

Uma das principais ferramentas que é utilizada em programas de melhoramento são os cruzamentos dialélicos, que foram definidos por diversos autores como todos os cruzamentos dentro de um grupo de genótipos. Seu uso já é difundido entre várias espécies como em coelhos (SAKAGUTI et al., 1997), suínos (FREITAS et al., 1998) e em aves por Torres et al. (1984 a, b), Abreu et al. (1998), e mais recentemente em codornas de postura por Piccinin (2006).

Por meio desta técnica é possível estimar os efeitos da capacidade geral de combinação, que fornece informação a respeito dos genes de efeito aditivo; da capacidade específica de combinação, que fornece informações a respeito dos genes de efeito não aditivo; e o efeito recíproco, que indica qual linha deve ser utilizada como macho ou fêmea nos cruzamentos, de forma a se obter o animal comercial com as melhores características possíveis.

Com este trabalho objetivou-se determinar o controle gênico e avaliar o peso e rendimento de carcaça e cortes de codornas de corte utilizando a metodologia de cruzamentos dialélicos.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi desenvolvido nas instalações do Programa de Melhoramento Genético de Codornas da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), em Diamantina-MG, no período de 16 de dezembro de 2011 a 26 de janeiro de 2012.

As codornas foram criadas em gaiolas coletivas do tipo bateria com dimensões de 60 x 60 x 33 cm de altura, sendo um total de três baterias com 16 gaiolas cada, contendo 20 aves, não sexadas, por gaiola (unidade experimental) desde o nascimento. Como fonte de aquecimento foram utilizadas lâmpadas de 100 watts em todas as gaiolas até a segunda semana de idade. Foram fornecidas água e dieta a vontade, sendo que, a dieta continha 25% PB e 2900 kcal de EM/kg, do nascimento ao 21º dia de idade, e 24% PB e 2925 kcal de EM/kg, do 22º ao 42º dia de idade, segundo informações de exigências nutricionais da literatura nacional (OLIVEIRA et al., 2002; CORRÊA et al., 2007; CORRÊA et al., 2008; VELOSO et al., 2012).

Foram utilizadas quatro linhagens de codornas de corte (*Coturnix coturnix coturnix*), denominadas L1, L2, L3 e L4. O sistema de cruzamento proporcionou 16 grupos de progênies, sendo quatro puros, seis mestiços F1 e seis mestiços F1 recíprocos.

No 42º dia de idade cinco machos de cada unidade experimental foram escolhidos ao acaso e destinados ao abate. Após dieta hídrica de seis horas, as aves foram pesadas individualmente, sendo realizada a insensibilização por meio de secção da medula espinhal, com sangria de dois minutos. Foi realizada a esquila, depena e evisceração sendo então as carcaças (desprovidas de pés e cabeças), pesadas, e realizados os cortes para obtenção do peso e rendimento de peito (PPEI e RPEI), pernas (PPER e RPER) e asas (PASA e RASA), respectivamente.

O rendimento da carcaça (RCAR) foi obtido a partir da relação entre o peso da carcaça (PCAR) e o peso corporal (PCORP) da codorna viva aos 42 dias de idade; e, os demais rendimentos foram obtidos em relação ao peso da carcaça.

A análise dialélica foi desenvolvida de forma univariada, considerando-se a metodologia de dialelos completos, incluindo as p² combinações, pelo método 1 de Griffing (1956), a partir das médias das combinações genotípicas resultantes de um experimento inteiramente ao acaso com três repetições. O modelo estatístico utilizado foi:

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

em que:

Y_{ij} = Valor médio da combinação híbrida ($i \neq j$) ou do progenitor ($i=j$);

μ = média geral;

g_i, g_j = efeitos da capacidade geral de combinação do progenitor i ou j ($i, j = 1, 2, 3$ e 4);

s_{ij} = efeito da capacidade específica de combinação para os cruzamentos entre os progenitores de ordem i e j ;

r_{ij} = efeito recíproco que mede as diferenças proporcionadas pelo progenitor i (fêmea) ou j (macho), quando utilizado como fêmea ou macho no cruzamento ij ;

ε_{ij} = erro experimental associado à observação de ordem ij .

Neste modelo são considerados $s_{ij} = s_{ji}$, $r_{ij} = -r_{ji}$ e $r_{ii} = 0$

Para estimação dos efeitos da capacidade geral e específica, dos efeitos recíprocos e de suas respectivas somas de quadrados, utilizou-se o método de quadrados mínimos redutíveis a partir do modelo linear $Y = X\beta + \varepsilon$, em que $\varepsilon \sim NID(\phi, I\sigma_e^2)$, sendo adotadas as restrições apresentadas por Cruz & Regazzi (1997).

As análises foram desenvolvidas utilizando o programa GENES (Cruz, 2006). O efeito da heterose foi estimado por meio do seguinte contraste: $Y = (X_{ij} + X_{ji}) - (X_{ii} + X_{jj})$, e testado pelo teste F a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A média geral para peso corporal aos 42 dias, peso da carcaça, peso do peito, peso das pernas, peso das asas, rendimento da carcaça, rendimento do peito, rendimento das pernas e rendimento das asas, são apresentadas na Tabela 1, e são semelhantes às relatadas por diversos autores, como Correa et al. (2005); Silva et al. (2006) e Otutumi et al. (2009).

Tabela 1 – Média para as características avaliadas em machos de codornas de corte, abatidos aos 42 dias de idade, dos 16 grupos de progênes estudados

Característica	Fêmea	Macho				Média	CV (%)
		L1	L2	L3	L4		
PCORP (g)	L1	246,92	270,01	236,90	246,25	250,02	8,71
	L2	249,94	257,16	227,97	264,28	249,83	
	L3	245,89	210,46	212,53	235,66	226,13	
	L4	268,29	272,16	237,81	236,88	253,78	
Média		252,76	252,44	228,80	245,74	244,94	
PCAR (g)	L1	174,42	188,39	162,00	171,56	174,09	8,23
	L2	181,78	178,36	160,49	187,35	176,99	
	L3	168,79	149,41	148,22	165,90	158,08	
	L4	185,86	192,40	162,10	165,18	176,38	
Média		177,71	177,14	158,20	172,49	171,38	

Característica	Fêmea	Macho				Média	CV (%)
		L1	L2	L3	L4		
PPEI (g)	L1	75,08	80,59	69,83	72,62	74,53	9,60
	L2	76,52	77,92	68,39	82,75	76,39	
	L3	73,04	63,51	61,85	71,27	67,41	
	L4	79,22	78,35	69,83	69,97	74,34	
Média		75,96	75,09	67,47	74,15	73,16	
PPER (g)	L1	40,92	48,24	40,60	45,09	43,71	7,91
	L2	45,11	44,26	40,61	44,59	43,64	
	L3	42,68	36,75	35,89	41,96	39,32	
	L4	47,08	49,39	41,47	41,21	44,78	
Média		43,94	44,66	39,64	43,21	42,86	
PASA (g)	L1	17,69	18,65	16,42	17,17	17,48	6,42
	L2	18,04	17,24	15,71	18,36	17,33	
	L3	16,74	15,58	14,58	16,66	15,89	
	L4	19,10	19,44	16,19	17,85	18,14	
Média		17,89	17,72	15,72	17,51	17,21	
RCAR (%)	L1	70,67	69,79	69,22	69,94	69,90	3,52
	L2	72,80	69,38	70,40	70,95	70,87	
	L3	68,60	71,22	69,74	70,55	70,02	
	L4	69,34	70,82	68,15	69,52	69,45	
Média		70,35	70,30	69,37	70,24	70,06	
RPEI (%)	L1	43,05	42,78	43,10	42,33	42,81	2,69
	L2	42,09	43,69	42,61	44,17	43,14	
	L3	43,27	42,51	41,73	42,96	42,62	
	L4	42,62	40,72	43,08	42,36	42,19	
Média		42,76	42,42	42,63	42,95	42,69	
RPER (%)	L1	23,46	25,61	25,06	26,28	25,10	2,86
	L2	24,82	24,81	25,30	23,80	24,68	
	L3	25,29	24,60	24,21	25,29	24,85	
	L4	25,33	25,67	25,58	24,95	25,38	
Média		24,72	25,17	25,04	25,08	25,00	
RASA (%)	L1	10,14	9,90	10,14	10,01	10,05	6,98
	L2	9,92	9,67	9,79	9,80	9,79	
	L3	9,92	10,43	9,84	10,04	10,06	
	L4	10,28	10,10	9,99	10,81	10,29	
Média		10,06	10,02	9,94	10,16	10,05	

PCORP = peso corporal; PCAR = peso da carcaça; PPEI = peso do peito; PPER = peso das pernas; PASA = peso das asas; RCAR = rendimento da carcaça; RPEI = rendimento do peito; RPER = rendimento das pernas; RASA = rendimento das asas.
CV = coeficiente de variação.

A partir das análises de capacidade combinatória verificou-se significância para capacidade geral de combinação (CGC) para PCORP, PCAR, PPEI, PPER e PASA, o que indica a presença da variabilidade genética aditiva na expressão destas características. (Tabela 2). Efeito da CGC também foi relatado para peso de peito, coxa e sobrecoxa por Adebambo et al. (2010), e para o peso corporal aos 42 dias por Abreu et al. (1998), em trabalho com frangos de corte.

A capacidade específica de combinação (CEC) que representa a influencia dos efeitos gênicos não aditivos foi significativa apenas para o peso e rendimento das pernas (Tabela 2), indicando haver combinações híbridas mais favoráveis, visto que a CEC é estimada como

desvio do comportamento em relação ao que seria esperado com base na capacidade geral de combinação.

Tabela 2 – Resumo da análise de variância da capacidade geral de combinação (CGC), capacidade específica de combinação (CEC) e efeito recíproco (ER) para as características avaliadas em codornas de corte aos 42 dias de idade

FV	GL	Quadrado Médio								
		PCORP	PCAR	PPEI	PPER	PASA	RCAR	RPEI	RPER	RASA
Tratamento	15	354,67*	183,26**	35,23*	13,98**	1,82**	1,26	0,63	0,52**	0,078
CGC	3	1112,32**	633,16**	119,63**	40,86**	7,15**	1,23	0,09	0,18	0,146
CEC	6	213,38	103,49	18,62	9,83*	0,51	1,18	0,49	0,74*	0,071
ER	6	117,14	38,08	9,64	4,69	0,47	1,35	1,04	0,47*	0,052
Resíduo	32	151,48	66,37	16,46	3,83	0,41	2,04	0,44	0,17	0,165

PCORP = peso corporal; PCAR = peso da carcaça; PPEI = peso do peito; PPER = peso das pernas; PASA = peso das asas; RCAR = rendimento da carcaça; RPEI = rendimento do peito; RPER = rendimento das pernas; RASA = rendimento das asas. **p<0,01 e *p<0,05 pelo teste F.

A não significância do quadrado médio de efeitos recíprocos, em todas as características com exceção do rendimento de pernas, evidencia a ausência de diferenças nos cruzamentos recíprocos (Tabela 2). Logo, a utilização das linhas como macho ou fêmea nos cruzamentos é indiferente.

Os quadrados médios da CGC apresentaram de forma geral valores maiores do que os da CEC, o que revela a predominância de efeitos aditivos na expressão destas características, e indica que melhorias nestas podem ser conseguidas por seleção intrapopulacional. A significância da CGC indica que as linhagens apresentaram diferentes frequências dos alelos aditivos favoráveis. Já a reduzida influencia dos genes de efeito não aditivo, representados pela CEC, demonstra que as linhagens se comportaram com base no esperado pela CGC dos parentais.

Verificou-se que as linhas L1, L2 e L4 apresentaram valores positivos da capacidade geral de combinação (\hat{g}_i) em quase todas as características avaliadas (Tabela 3), e podem, portanto, ser consideradas superiores à média das linhagens envolvidas no dialelo, sendo, então, as mais favoráveis para proporcionarem aumento nas características avaliadas. A L2 apresentou de forma geral, as maiores estimativas positivas de \hat{g}_i , o que pode vir a proporcionar ganhos satisfatórios mais rápidos. A linhagem L3 apresentou altos valores negativos em todas as características avaliadas, não devendo ser usada em programas visando codornas do tipo carne, visto que poderá implicar em redução nestas características, fato altamente indesejável.

Tabela 3 – Capacidade geral de combinação estimada (\hat{g}_i) para as características avaliadas em codornas de corte

Linhagem	PCORP	PCAR	PPEI	PPER	PASA	RCAR	RPEI	RPER	RASA
\hat{g}_i (L1)	6,26	4,51	2,08	0,96	0,47	0,06	0,09	-0,09	0,007
\hat{g}_i (L2)	6,38	5,68	2,57	1,28	0,32	0,52	0,09	-0,08	-1,139
\hat{g}_i (L3)	-17,66	-13,25	-5,72	-3,38	-1,41	-0,36	-0,07	-0,06	-0,050
\hat{g}_i (L4)	5,02	3,05	1,08	1,13	0,61	-0,22	-0,12	0,23	0,181

PCORP = peso corporal; PCAR = peso da carcaça; PPEI = peso do peito; PPER = peso das pernas; PASA = peso das asas; RCAR = rendimento da carcaça; RPEI = rendimento do peito; RPER = rendimento das pernas; RASA = rendimento das asas.

Conforme Cruz & Regazzi (1997), estimativa muito baixa de \hat{g}_i indica que a CGC do genitor i com base em seus cruzamentos não difere da média geral do dialelo, por outro lado, estimativas elevadas, negativas ou positivas, revelam que o progenitor é muito inferior ou superior, respectivamente, aos demais genitores do dialelo. Sendo assim, com exceção da L3, as demais linhagens apresentaram potencial para serem utilizadas como populações-base de linha macho, para a produção comercial de codornas de corte.

Verificou-se que a CEC foi significativa somente para PPER e RPER (Tabela 2) e, portanto, a estimativa da capacidade específica de combinação (\hat{s}_{ij}) somente foi obtida para estas características e é apresentada e discutida a seguir (Tabela 4).

Em geral, é de interesse do melhorista as combinações híbridas com elevadas estimativas da capacidade específica de combinação (\hat{s}_{ij}) em que pelo menos um dos genitores apresente as maiores estimativas de \hat{g}_i , desse modo, o cruzamento mais favorável visando um maior peso de pernas, seria o da L2 com a L4 (Tabela 4), devido a alta estimativa da CEC apresentado por este híbrido, além da alta estimativa da \hat{g}_i pela linhagem L2, não havendo manifestação do efeito recíproco, podendo qualquer das linhas ser utilizada como macho ou fêmea no cruzamento. Para rendimento das pernas o cruzamento mais favorável seria L1xL4, mais especificamente com a utilização de fêmeas L1 com machos L4, em decorrência da estimativa positiva de \square_{ij} , sendo neste caso o progenitor i relativo à linha fêmea.

Tabela 4 – Capacidade específica de combinação (diagonal e acima da diagonal) e efeito recíproco (abaixo da diagonal) para peso das pernas (PPER) e rendimento das pernas (RPER), em codornas de corte

Característica	Fêmea	Macho			
		L1	L2	L3	L4
PPER	L1	-3,87	1,56	1,19	1,12
	L2	1,56	-1,18	-2,09	1,70
	L3	-1,04	1,93	-0,21	1,09
	L4	-0,99	-2,40	0,24	-3,92
RPER	L1	-1,36	0,38	0,32	0,66
	L2	0,39	-0,04	0,08	-0,42
	L3	-0,11	0,35	-0,67	0,26
	L4	0,47	-0,93	-0,14	-0,51

Tabela 5 – Heterose média (%) das características avaliadas em codornas de corte

Cruzamento	PCORP	PCAR	PPEI	PPER	PASA	RCAR	RPEI	RPER	RASA
L1xL2	3,15	4,93	2,69	9,59*	1,76	1,81	-0,39	6,27*	1,73
L1xL3	5,08	2,53	4,34	8,42	2,76	-1,84	0,05	3,70**	-1,42
L1xL4	6,35	5,25	4,68	12,22*	2,05	-0,65	-0,79	5,58**	-4,38
L2xL3	-6,65	-5,11	-5,63	-3,48	-1,66	1,79	1,40	3,72	6,11
L2xL4	8,58	10,54*	8,93	9,96*	7,72*	2,05	1,12	1,15	-1,81
L3xL4	5,35	4,66	7,04	8,21	1,29	-0,40	2,21	2,79	-4,60

PCORP = peso corporal; PCAR = peso da carcaça; PPEI = peso do peito; PPER = peso das pernas; PASA = peso das asas; RCAR = rendimento da carcaça; RPEI = rendimento do peito; RPER = rendimento das pernas; RASA = rendimento das asas.

**p<0,01 e *p<0,05 pelo teste F.

Segundo Ferreira et al. (1995), a baixa variabilidade quanto à capacidade específica de combinação e quanto à heterose pode ser atribuída à: ausência de dominância; ausência de divergência genética; e ausência de dominância e ausência de divergência entre os pais, simultaneamente.

Como ocorre em frangos de corte, em que o produto final é um híbrido originado do cruzamento entre linhas parentais específicas, com o objetivo de se utilizar a complementariedade e a heterose, o sistema de acasalamento pode ser orientado pela predição da heterose. A heterose medida como a média dos cruzamentos em relação à média dos parentais, expressa em porcentagem, foi significativa para PCAR no cruzamento L2xL4, para PPER nos cruzamentos L1xL2, L1xL4 e L2xL4, para PASA no cruzamento L2xL4 e para RPER nos cruzamentos L1xL2, L1xL3 e L1xL4 (Tabela 5). Segundo Silva et al. (2005), a heterose é mais pronunciada quanto mais divergentes forem as linhagens envolvidas no acasalamento. Nos cruzamentos L2xL3 e L3xL4 não foi observado efeito heterótico para nenhuma das variáveis analisadas, devendo estas linhagens, serem então, menos divergentes entre si.

CONCLUSÃO

Para as linhagens em estudo foi observado maior efeito dos genes aditivos, indicando que programas de seleção intrapopulacionais podem resultar em ganhos para características de rendimento e cortes de carcaça. A linha L2 foi a mais promissora para se obter carcaças de codornas de corte de maiores pesos, com base em sua capacidade geral de combinação.

AGRADECIMENTO

Os autores agradecem o apoio financeiro recebido da CAPES, CNPq e FAPEMIG.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, V.M.N.; SILVA, M.A.; CRUZ, C.D.; FIGUEIREDO, E.A.P.; ABREU, P.G. Estudo da capacidade de combinação de características de produção de ovos, de linhagens de frango de corte, usando a técnica de análise dialélica. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.5, p.885-891, 1998.

ADEBAMBO, A.O.; ADELEKE, M.A.; WHETTO, M.; PETERS, S.O.; IKEOBI, C.O.N.; OZOJE, M.O.; ODUGUWA, O.O. Combining abilities of carcass traits among pure and crossbred meat type chickens. **Journal of Poultry Science**, v.9, n.8, p.777-783, 2010.

CORRÊA, G.S.; FONTES, D.O.; CORRÊA, A.B.; EULER, A.C.C.; FRIDRICH, A.B.; FERREIRA, I.C.; VENTURA, R.V.; RUFINO, J.E.; VALENTE, B.D. Efeito de diferentes níveis de proteína e energia sobre o rendimento de carcaça de codornas europeias. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.57, n.2, p.266-271, 2005.

CORRÊA, G.S.S.; SILVA, M.A.; CORRÊA, A.B.; FONTES, D.O.; SANTOS, G.G.; LIMA NETO, H.R. Níveis de proteína bruta para codornas de corte durante o período de crescimento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, n.1, p.209-217, 2008.

CORRÊA, G.S.S.; SILVA, M.A.; CORRÊA, A.B.; FONTES, D.O.; TORRES, R.A.; DIONELLO, N.J.L.; SANTOS, G.G.; FREITAS, L.S. Exigência de proteína bruta e energia metabolizável para codornas de corte EV1. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, n.3, p.797-804, 2007.

CRUZ, C. D. **Programa Genes: Biometria**. Editora UFV. Viçosa (MG). 382p. 2006.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**, Viçosa : UFV, 1997, 2^a ed., 390p.

FERREIRA, D.F.; OLIVEIRA, A.C.; SANTOS, M.X.; RAMALHO, M.A.P. Métodos de avaliação da divergência genética em milho e suas relações com os cruzamentos dialélicos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.30, n.9, p.1189-1194, 1995.

FREITAS, R.T.F.; SILVA, M.A.; LOPES, P.S.; CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. Análise dialélica de características de leitegadas de suínos usando-se variáveis canônicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.4, p.700-706, 1998.

GRIFFING, B. A concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. **Australian Journal of Biological Sciences**, v.9, n.4, p.463-493, 1956.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção da Pecuária Municipal, v.38, p.1-65, 2010.

MÓRI, C.; GARCIA, E.A.; PAVAN, A.C.; PICCININ, A.; PIZZOLANTE, C.C. Desempenho e rendimento de carcaça de quatro grupos genéticos de codornas para produção de carne. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.3, p.870-876, 2005.

OLIVEIRA, E.G.; ALMEIDA, M.I.M.; MENDES, A.A.; VEIGA, N.; DIAS, K. Desempenho produtivo de codornas de ambos os sexos para corte alimentadas com dietas com quatro níveis protéicos. **Archives of Veterinary Science**, v.7, n.2, p.75-80, 2002.

OLIVEIRA, E.G.; ALMEIDA, M.I.M.; MENDES, A.A.; VEIGA, N.; ROÇA, R.O.; DIAS, K. Avaliação do rendimento de carcaça de codornas para corte alimentadas com dietas com diferentes níveis protéicos. **Archives of Veterinary Science**, v.10, n.3, p.42-45, 2005.

OTUTUMI, L.K.; FURLAN, A.C.; MARTINS, E.N.; GARCIA, E.R. de M.; TON, A.P.S.; MONTEIRO, A.C. Efeito do probiótico sobre o desempenho, rendimento de carcaça e exigências nutricionais de proteína bruta de codornas de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.2, p.299-306, 2009.

PICCININ, A. **Análise da capacidade de combinação de características de interesse econômico e de qualidade de ovos de codornas usando a técnica de cruzamentos dialélicos**. Botucatu-SP, 2006, 95p. Tese (Doutorado em Genética) – Universidade Estadual Paulista.

SAKAGUTI, E.S.; SILVA, M.A.; REGAZZI, A.J.; CRUZ, C.D.; MARTINS, E.N. Análises multivariadas em um dialelo completo e desbalanceado com coelhos das raças Nova Zelândia Branco, Califórnia e Chinchila. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.3, p.501-507, 1997.

SILVA, E.L.; SILVA, J.H.V.; FILHO, J.J.; RIBEIRO, M.L.G.; COSTA, F.G.P.; RODRIGUES, P.B. Redução dos níveis de proteína e suplementação aminoacídica em rações para codornas europeias (*Coturnix coturnix coturnix*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.822-829, 2006.

SILVA, M.A.N.; SILVA, C.J.M.; MONDIN, M.; COELHO, A.A.D.; SAVINO, V.J.M. Avaliação do ganho genético para características de produtividade em frangos de corte. In: Congresso Brasileiro de Genética, 51, 2005, **Anais...**, Ribeirão Preto: SBG, 2005.

TORRES, R.A.; SILVA, M.A.; TORRES, J.R.; SOARES, P.R.; FONSECA, J.B. Estudo de pesos e mensurações do corpo de três linhagens de poedeiras em cruzamentos dialélicos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.13, n.3, p. 385-394, 1984a.

TORRES, R.A.; SILVA, M.A.; TORRES, J.R.; SOARES, P.R.; GRAÇAS, A.S. Capacidades combinatórias de características produtivas em poedeiras leves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.13, n.3, p. 395-408, 1984b.

VELOSO, R.C.; PIRES, A.V.; TIMPANI, V.D.; DRUMOND, E.S.C.; GONÇALVES, F.M.; FARIA FILHO, D.E. Níveis de proteína bruta e energia metabolizável em uma linhagem de codorna de corte. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.34, n.2, p.169-174, 2012.

Artigo enviado para publicação na revista **Ciência e Agrotecnologia**

ARTIGO CIENTÍFICO III

POSTURA E QUALIDADE DO OVO EM CODORNAS DE CORTE EM CRUZAMENTOS DIALÉLICOS

Resumo: Objetivou-se com este estudo avaliar a postura e a qualidade dos ovos de linhagens de codornas de corte em cruzamentos dialélicos. Avaliaram-se 16 grupos de progênies obtidos a partir do cruzamento das quatro linhagens de codornas de corte (L1, L2, L3 e L4), em dialelos completos, em três repetições. Foram avaliados o número de ovos por semana por codorna (NOSC), a porcentagem de postura na semana (PPS), o peso do ovo (PO) e a unidade Haugh (UH) nos períodos de 51 a 80 dias, 81 a 110 dias e 111 a 140 dias de idade e no período total (51 a 140 dias), utilizando a metodologia de dialelos de Griffing. A capacidade geral de combinação (CGC) apresentou significância para NOSC e para PPS com exceção do período de 111 a 140 dias. De forma geral, a L3 apresentou as maiores estimativas positivas da CGC, sendo a mais indicada para proporcionar aumento na produção de ovos e porcentagem de postura. A variabilidade genética aditiva, expressa pelos quadrados médios da CGC foi significativa para PO em todos os períodos avaliados, da mesma forma a UH, com exceção do primeiro período (51 a 80 dias). A capacidade específica de combinação foi significativa apenas para UH com exceção do segundo período, permitindo a identificação de combinações híbridas superiores para esta característica. Com base na CGC as maiores estimativas para PO foram apresentadas pela L1, seguida da L4 que apresentou estimativa positiva considerando-se o período total avaliado (51 a 140 dias). Para UH a L2 apresentou as maiores estimativas, apresentando uma maior qualidade interna dos ovos. O cruzamento mais favorável para UH foi L2xL3, considerando-se o período total. No terceiro período houve efeito significativo para o efeito recíproco, onde se observou estimativa positiva para o cruzamento L2xL3, e como neste caso o progenitor i, se refere à linhagem fêmea, seria mais indicada, neste período, a utilização de fêmeas L2 com machos L3, não havendo, no entanto influência do sexo no período total. Visando maior produção de ovos, os cruzamentos da L3 podem resultar em ganhos satisfatórios, as linhagens L1 e L4 são indicadas para aumento no peso do ovo, o cruzamento L2xL3 é o mais indicado para melhorar a qualidade do ovo.

Palavras-chave: capacidade de combinação, produção de ovos, unidade Haugh

EGG EVALUATION AND EGG QUALITY OF MEAT TYPE QUAILS IN DIALLEL CROSSES

Abstract: The objective of this study to evaluate egg's production and quality from meat quails lines in diallel crosses. There had been evaluated 16 groups of progenies obtained from crosses of four strains of meat quails (L1, L2, L3 and L4) in complete diallel, with three replicates. There was assessed the number of eggs per quail per week (NEQW), the percentage of eggs laying in a week (ELW), egg weight (EW) and Haugh unit (HU) within the periods of 51-80 days, 81-110 days and 111-140 days of age and within the whole period (51-140 days), using the methodology of the Griffing diallel. The general combining ability (GCA) showed significance for NEQW and ELW with the exception of the period 111 to 140 days. In general, the L3 had the highest positive GCA estimates, being more suitable to provide an increase in egg production and laying percentage. The additive genetic variability, expressed as the mean squares of GCA was significant for EW in all periods, as the UH, with the exception of the first period (51-80 days). The specific combining ability was significant only for HU with the exception of the second period, allowing the identification of superior hybrids for this trait. Based on GCA, the largest estimates for EW were submitted by the L1, followed by L4 , that presented a positive estimate considering the entire period evaluated (51 to 140 days). For the HU, L2 had the highest estimates, showing a higher internal egg quality. The crossing that would be more favorable for HU is the L2xL3, considering the entire period. In the third period there was a significant effect for the reciprocal effect, where there was a positive estimate for the cross L2xL3, and as in this case the parent i, refers to the female line, and would be more appropriate at this time, the use of L2females with L3 males, without, however influence of gender on the total period. In order to maximize egg production crosses the L3 can result in satisfactory earnings, while for egg weight lines L1 and L4 can print an increase in this feature, the cross L2xL3 is the most suitable for improving egg's quality..

Keywords: combining ability, egg production, Haugh unit

INTRODUÇÃO

A produção de ovos de codorna teve aumento de 20,8% em 2010 em relação ao ano anterior, sendo produzidas 232,398 milhões de dúzias (IBGE, 2010). Visto que a codorna japonesa (*Coturnix japonica*) é a principal responsável por estes números, ainda são escassos os trabalhos com ovos de codornas de corte (*Coturnix coturnix*).

No entanto, os ovos destinados à incubação devem ser avaliados constantemente e rigorosamente selecionados, rejeitando-se os ovos fora dos padrões de qualidade, pois podem refletir no desenvolvimento do embrião e diminuir a eclosão de ovos (ALBINO & BARRETO, 2003). Outro aspecto importante é que o crescimento do embrião das aves é dependente basicamente do albúmen e da gema do ovo, sendo estes os principais fornecedores de nutrientes para seu desenvolvimento (VIEIRA & MORAN Jr., 1999).

Sendo assim, avaliar a produção e a qualidade dos ovos de codornas de corte torna-se de fundamental importância para o crescimento da atividade; e, diferenças genéticas entre as linhagens podem alterar a qualidade interna e externa dos ovos, bem como sua produção.

No entanto, a identificação de genótipos superiores e a orientação para acasalamentos nem sempre são tarefas simples. Para que o uso de cruzamento seja eficiente, a utilização das linhagens desenvolvidas para a formação dos híbridos deve ser orientada com base nos resultados obtidos em cruzamentos dialélicos (GRIFFING, 1956), que tem sido usado para expressar um conjunto de $p(p-1)/2$ híbridos resultante do acasalamento de p progenitores, e, ou, outras gerações relacionadas (CRUZ & REGAZZI, 2001).

Por meio desta prática é possível estimar a capacidade geral de combinação, que indica o nível de cada linhagem em termos de efeitos genéticos aditivos, a capacidade de combinação específica, que indica o nível de heterose em cada cruzamento, e o efeito recíproco que orienta o uso mais adequado do sexo das linhagens nos cruzamentos (MARTINS, 1982).

Objetivou-se com este trabalho avaliar a produção e a qualidade dos ovos de codornas de corte por meio da técnica de cruzamentos dialélicos.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi desenvolvido nas instalações do Programa de Melhoramento Genético de Codornas do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), no período de fevereiro a maio de 2012.

Foram avaliadas quatro linhagens de codornas de corte, denominadas L1, L2, L3 e L4 em cruzamentos dialélicos, proporcionando 16 grupos de progênies, sendo quatro puras, seis

mestiços F1 e seis mestiços F1 recíprocos, em um experimento inteiramente ao acaso com três repetições de cinco fêmeas por unidade experimental, totalizando 240 aves.

Foi fornecida água à vontade por meio de bebedouros tipo nipple, e a dieta que continha 20% PB, 2900 kcal de EM/kg e 3,2% de Ca (NRC, 1994) foi também, fornecida, à vontade, em comedouros tipo calha. O programa de iluminação proporcionou 17 horas de luz por dia até o final do período experimental.

A coleta de dados foi dividida em três períodos: P1 (51 a 80 dias de idade das aves), P2 (81 a 110 dias) e P3 (111 a 140 dias), de forma a abranger o período pré-pico, o pico, e o período pós-pico de postura, respectivamente. Foi avaliado também o período total, PT (51 a 140 dias). Foram avaliados: o peso do ovo (PO), a unidade Haugh (UH), o número médio de ovos por semana por codorna (NOSC) e a porcentagem média de postura por semana por codorna (PPS).

A UH foi obtida por meio de uma relação logarítmica entre o peso do ovo (g) e a altura do albúmen (mm), segundo a fórmula proposta por Haugh (1937):

$$UH = 100\log(H + 7,57 - 1,7W^{0,37})$$

em que,

H = altura do albúmen (mm);

W = peso do ovo (g).

Os ovos foram pesados usando-se uma balança de precisão e a altura do albúmen medida por meio de um paquímetro digital. Os ovos para análise de peso do ovo e unidade Haugh foram coletados no 15º e 16º dia de cada período, sendo as análises realizadas no dia da coleta.

A PPS foi calculada como a razão entre o NOSC e o número de codornas, expressa em porcentagem.

As análises dialélicas foram desenvolvidas de forma univariada, considerando-se a metodologia de dialelos completos, incluindo as p^2 combinações, pelo método 1 de Griffing (1956), descrito por Cruz & Regazzi (2001), a partir das médias das combinações genotípicas resultantes das três repetições de cinco aves cada. O modelo estatístico utilizado foi:

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

em que:

Y_{ij} = valor médio da combinação híbrida ($i \neq j$) ou do progenitor ($i = j$);

μ = média geral;

g_i, g_j = efeitos da capacidade geral de combinação do i -ésimo ou j -ésimo progenitor ($i, j = 1, 2, 3$ e 4);

s_{ij} = efeito da capacidade específica de combinação para os cruzamentos entre os progenitores de ordem i e j ;

r_{ij} = efeito recíproco que mede as diferenças proporcionadas pelo progenitor i ou j , quando utilizado como fêmea (i) ou macho (j) no cruzamento ij ;

ε_{ij} = erro experimental associado à observação de ordem ij .

Neste modelo são considerados $s_{ij} = s_{ji}$, $r_{ij} = -r_{ji}$ e $r_{ii} = 0$.

Para estimação dos efeitos da capacidade geral e específica, dos efeitos recíprocos e de suas respectivas somas de quadrados, utilizou-se o método de quadrados mínimos usando o modelo linear $Y = X\beta + \varepsilon$, em que $\varepsilon \sim NID(\phi, I\sigma_e^2)$, sendo adotadas as restrições apresentadas por Cruz e Regazzi (2001).

A significância dos efeitos dos fatores incluídos no modelo foi efetuada de acordo com o teste F, por intermédio do software GENES (CRUZ, 2006).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O número de ovos por semana por codorna nos períodos avaliados (Tabela 1) apresentaram média geral de 6,20 (P1), 6,65 (P2), 6,55 (P3) e 6,46 (PT), para os três períodos avaliados e para período total, respectivamente. Resultados estes semelhantes aos de Rezende et al. (2004) que encontraram média em codornas europeias avaliadas nas primeiras 21 semanas de idade de 6,3/ovos/codorna/semana. As médias para porcentagem de postura nos períodos foram de 88,4 (P1), 95,13 (P2), 93,58 (P3) e 92,38% (PT).

O peso do ovo torna-se importante em razão de sua alta correlação com o peso das codornas ao nascimento que, por sua vez, pode ser determinante no peso final das aves, além de estar relacionado à viabilidade das mesmas. Neste trabalho, as médias geral de PO foram de 13,57, 13,76, 13,90, e 13,75, nos períodos parciais e total, respectivamente (Tabela 2), e são levemente superiores às encontradas por Móri et al. (2005) que encontraram média de 13,12 avaliando quatro grupos genéticos de codornas de corte.

Tabela 1 – Número de ovos por semana por codorna (NOSC80, NOSC110, NOSC140 e NOSCT) e porcentagem de postura por semana (PPS80, PPS110, PPS140 e PPST) por cruzamento entre quatro linhagens de codornas de corte, nos quatro períodos de avaliação

Característica	Fêmea	Macho				Média	CV (%)
		L1	L2	L3	L4		
NOSC80 (51 a 80 dias)	L1	5,6	6,3	6,2	6,2	6,0	8,31
	L2	6,1	6,2	6,5	6,0	6,2	
	L3	6,1	6,4	6,7	6,8	6,5	
	L4	5,8	5,9	6,9	5,6	6,0	
Média		5,9	6,2	6,5	6,1	6,2	
NOSC110 (81 a 110 dias)	L1	6,7	6,8	6,8	6,9	6,8	5,07
	L2	6,7	6,2	6,2	6,4	6,3	
	L3	6,6	6,9	6,7	6,8	6,7	
	L4	6,9	6,3	6,8	6,8	6,7	
Média		6,7	6,5	6,6	6,7	6,6	
NOSC140 (111 a 140 dias)	L1	6,8	6,7	6,9	6,9	6,8	7,42
	L2	6,2	6,3	6,2	6,1	6,2	
	L3	6,3	6,8	6,6	7,0	6,6	
	L4	6,6	6,1	6,8	6,5	6,5	
Média		6,4	6,4	6,6	6,6	6,5	
NOSCT (51 a 140 dias)	L1	6,4	6,6	6,6	6,6	6,5	4,65
	L2	6,3	6,2	6,3	6,2	6,2	
	L3	6,3	6,7	6,7	6,8	6,6	
	L4	6,4	6,1	6,9	6,3	6,4	
Média		6,3	6,4	6,6	6,4	6,5	
PPS80 (51 a 80 dias)	L1	79,6	89,9	87,7	88,0	86,3	8,38
	L2	87,2	89,4	92,5	85,7	88,7	
	L3	86,5	91,6	95,7	96,5	92,5	
	L4	82,4	84,1	98,4	79,2	86,0	
Média		83,9	88,7	93,5	87,3	88,4	
PPS110 (81 a 110 dias)	L1	96,4	97,2	97,3	98,1	97,2	5,01
	L2	95,6	88,6	88,8	92,0	91,2	
	L3	94,0	98,5	95,6	96,9	96,2	
	L4	98,1	90,7	97,6	96,8	95,8	
Média		96,0	93,7	94,8	95,9	95,4	
PPS140 (111 a 140 dias)	L1	97,5	95,7	98,1	98,3	97,4	7,44
	L2	88,8	89,9	88,7	86,9	88,5	
	L3	89,4	97,8	95,0	99,3	95,3	
	L4	93,9	87,3	97,3	93,5	93,0	
Média		92,4	92,6	94,7	94,5	93,6	
PPST (51 a 140 dias)	L1	91,1	94,3	94,4	94,8	93,6	4,64
	L2	90,5	89,3	90,0	88,2	89,5	
	L3	90,0	96,0	95,4	97,6	94,7	
	L4	91,5	87,4	97,8	89,8	91,6	
Média		90,7	91,7	94,4	92,6	92,4	

CV = coeficiente de variação.

A UH é um dos principais indicadores de qualidade do ovo e correlaciona o peso do ovo com a altura do albúmen. De modo geral, quanto maior o valor da UH melhor é a qualidade interna do ovo (ALLEONI & ANTUNES, 2001). As médias gerais da UH para os períodos foram de 97,50 (P1), 92,07 (P2), 94,36 (P3) e 94,64 (PT) (Tabela 2) e são semelhantes às relatadas por Murakami et al. (2006) que encontraram média geral de 93,73 e superiores aos

de Moura et al. (2008) que encontraram média de 85,08, porém ambos trabalharam com codornas japonesas.

Tabela 2 – Peso do ovo (PO80, PO110, PO140 e POT) e unidade Haugh (UH80, UH110, UH140 e UHT) por cruzamento entre quatro linhagens de codornas de corte, nos quatro períodos de avaliação

Característica	F/M	L1	L2	L3	L4	Média	CV (%)
PO80 (g) (51 a 80 dias)	L1	13,90	14,78	13,38	13,68	13,93	4,56
	L2	14,16	13,63	12,79	13,59	13,54	
	L3	13,50	13,50	12,56	13,61	13,29	
	L4	13,98	13,19	13,14	13,78	13,52	
Média		13,88	13,77	12,96	13,66	13,57	
PO110 (g) (81 a 110 dias)	L1	14,41	14,27	13,48	13,65	13,95	3,70
	L2	14,32	13,40	13,49	13,35	13,64	
	L3	14,00	13,84	13,33	13,50	13,66	
	L4	14,01	14,01	13,10	14,13	13,81	
Média		14,18	13,88	13,35	13,65	13,76	
PO140 (g) (111 a 140 dias)	L1	14,25	13,85	13,57	14,50	14,04	4,65
	L2	14,59	13,74	12,88	13,98	13,79	
	L3	14,07	13,42	12,90	13,53	13,48	
	L4	14,47	14,29	13,79	14,72	14,31	
Média		14,34	13,82	13,28	14,18	13,90	
POT (g) (51 a 140 dias)	L1	14,19	14,30	13,48	13,94	13,97	3,04
	L2	14,36	13,59	13,05	13,64	13,66	
	L3	13,86	13,59	12,93	13,55	13,48	
	L4	14,30	13,83	13,34	14,21	13,92	
Média		14,17	13,82	13,20	13,83	13,75	
UH80 (51 a 80 dias)	L1	93,45	99,19	97,15	99,00	97,19	2,69
	L2	101,84	97,00	101,75	95,27	98,96	
	L3	96,81	97,92	96,55	94,55	96,45	
	L4	96,14	99,48	98,71	95,28	97,40	
Média		97,06	98,39	98,54	96,02	97,50	
UH110 (81 a 110 dias)	L1	91,18	94,07	92,68	93,95	92,97	2,32
	L2	93,55	92,24	90,83	92,20	92,20	
	L3	91,72	93,93	88,69	92,06	91,60	
	L4	92,69	93,29	91,02	89,11	91,52	
Média		92,28	93,38	90,80	91,83	92,07	
UH140 (111 a 140 dias)	L1	91,40	92,19	94,17	94,11	92,96	2,22
	L2	97,40	99,35	99,02	98,49	98,56	
	L3	96,86	96,22	88,22	91,61	93,22	
	L4	93,88	94,28	92,27	90,35	92,69	
Média		94,88	95,51	93,42	93,64	94,36	
UHT (51 a 140 dias)	L1	92,01	95,15	94,67	95,68	94,37	1,72
	L2	97,59	96,20	97,20	95,32	96,57	
	L3	95,13	96,02	91,15	92,74	93,76	
	L4	94,23	95,69	94,00	91,58	93,87	
Média		94,74	95,76	94,25	93,83	94,64	

CV = coeficiente de variação.

O cruzamento entre fêmeas L2 com machos L1 apresentou a maior média para peso do ovo (14,36g) e unidade Haugh (97,59), no período total. Destacam-se também os cruzamentos

entre fêmeas L2 e machos L3 pela UH (97,20), e os cruzamentos L4xL1 e L1xL2 com peso do ovo de 14,30g em ambos os cruzamentos, considerando-se o período total.

A capacidade geral de combinação (CGC) apresentou significância para NOSC e para PPS em quase todos os períodos avaliados, somente com exceção do terceiro período (Tabela 3), dados estes que contrastam os de Piccinin (2006) que não encontrou efeito da CGC para essas características em codornas de postura avaliadas em 13 períodos diferentes. Pelos resultados aqui encontrados, percebe-se que estas características apresentam efeitos aditivos com grande importância na manifestação das mesmas e que, portanto, ganhos expressivos podem ser alcançados por seleção intrapopulacional.

Para as características NOSC e PPS, a capacidade específica de combinação não apresentou significância em nenhum período avaliado, assim como o efeito recíproco, o que mostra influência reduzida dos efeitos não aditivos (dominância e ou epistasia), e não há, também, influência do sexo como efeito determinante no cruzamento (Tabela 3), evidenciando que dentre as linhas estudadas, qualquer delas pode ser usada como linha macho ou linha fêmea.

Tabela 3 – Resumo da análise da capacidade geral de combinação (CGC), capacidade específica de combinação (CEC) e efeito recíproco (ER) para número de ovos por semana por codorna (NOSC) e porcentagem de postura na semana (PPS) em codornas de corte, nos quatro períodos de avaliação

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio							
		NOSC8 0	PPS80	NOSC11 0	PPS110	NOSC140	PPS140	NOSC T	PPST
Tratamento	15	0,454	95,75	0,179	33,09	0,288	58,16	0,171	33,63
CGC	3	1,351**	285,61* *	0,424*	79,28*	0,522	101,90	0,365* *	63,98*
CEC	6	0,399	84,81	0,100	15,67	0,184	37,04	0,146	31,75
ER	6	0,267	11,77	0,046	27,43	0,275	57,41	0,100	20,34
Resíduo	32	0,267	54,93	0,038	22,79	0,236	48,53	0,090	18,39

*p<0,05 e **p<0,01 significativos pelo teste F, a 5 e 1%, respectivamente.

A variabilidade genética aditiva, expressa pelos quadrados médios da CGC foi significativa também para peso do ovo em todos os períodos avaliados, da mesma forma que para a unidade Haugh, com exceção do primeiro período para esta última (Tabela 4). Assim, a escolha de progenitores geneticamente superiores dentro das linhas puras é viável e pode proporcionar ganhos satisfatórios. Resultados estes que contrastam aos de Piccinin (2006) que não encontrou efeito da CGC para estas características, avaliando três linhas de codornas japonesas.

A CEC, que representa a influência dos efeitos genéticos não aditivos, foi significativa apenas para UH, com exceção do segundo período, permitindo a identificação de combinações híbridas superiores para esta característica (Tabela 4).

Tabela 4 – Resumo da análise da capacidade geral de combinação (CGC), capacidade específica de combinação (CEC) e efeito recíproco (ER) para peso do ovo (PO) e unidade Haugh (UH) para codornas de corte em quatro períodos de avaliação

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio							
		PO80	PO110	PO140	POT	UH80	UH110	UH140	UHT
Tratamento	15	0,8309*	0,5729*	0,9394*	0,5884**	17,2343*	7,8431	32,4279**	11,0779**
CGC	3	2,5408**	1,5301**	3,8729**	2,3218**	17,2099	13,921*	78,8237**	26,9705**
CEC	6	0,4634	0,2595	0,0942	0,1477	18,2267*	8,9824	26,5499**	11,3631**
ER	6	0,3434	0,4077	0,3134	0,1623	16,2541	3,6648	15,1082**	2,8461
Resíduo	32	0,3829	0,2609	0,4183	0,1745	6,9111	4,5532	4,3758	2,6396

*p<0,05 e **p<0,01 significativos pelo teste F.

De forma geral a L3 apresentou as maiores estimativas positivas da CGC, sendo a mais indicada para proporcionar aumento na produção de ovos e porcentagem de postura, independente do cruzamento em que participa, apresentando maior precocidade na produção de ovos e maior produção total, embora no pico de postura (NOSC110 e PPS110) tenha apresentado estimativas menores do que as das linhagens L1 e L4. A L2 apresentou o pior desempenho entre as linhagens avaliadas, apresentando estimativas negativas da CGC em todos os períodos avaliados, exceto para PPS80 (Tabela 5). Portanto, visando melhorar as características de postura em codornas de corte, dentre estas linhas avaliadas, a L3 é a que se mostra mais eficiente para se atingir tal objetivo.

Tabela 5 – Capacidade geral de combinação (\hat{g}_i), para número de ovos por semana (NOSC) e porcentagem de postura por semana (PPS) em codornas de corte, nos quatro períodos de avaliação

Linhagem	NOSC80	PPS80	NOSC110	PPS110	NOSC140	PPS140	NOSCT	PPST
\hat{g}_i (L1)	-0,219	-3,29	0,106	1,50	0,100	1,31	-0,012	-0,17
\hat{g}_i (L2)	-0,006	0,32	-0,194	-2,64	-0,212	-2,96	-0,137	-1,76
\hat{g}_i (L3)	0,331	4,67	0,031	0,40	0,100	1,49	0,162	2,19
\hat{g}_i (L4)	-0,106	-1,71	0,056	0,74	0,012	0,16	-0,012	-0,27

Com base na capacidade geral de combinação as maiores estimativas para PO foram apresentadas pela L1, seguida da L4 que apresentou estimativa positiva considerando-se o período total avaliado. Já a L3 apresentou o pior desempenho para esta característica (CGC negativas em todos os períodos), não sendo, portanto, indicada para cruzamentos que visem

aumentar o peso do ovo. Para UH a L2 apresentou as maiores estimativas, apresentando maior qualidade interna dos ovos, enquanto a L1 apresentou estimativa positiva apenas no segundo período (Tabela 6). Visando a obtenção de populações-base a L3 poderia ser utilizada como linha fêmea, enquanto a L1 ou L2 poderiam ser usadas para compor a linha macho.

Tabela 6 – Capacidade geral de combinação (\hat{g}_i) para peso do ovo (PO) e unidade Haugh (UH) para codornas de corte, nos quatro períodos de avaliação

Linhagem	PO80	PO110	PO140	POT	UH80	UH110	UH140	UHT
\hat{g}_i (L1)	0,3369	0,3281	0,2844	0,3175	-0,3769	0,5519	-0,4375	-0,0887
\hat{g}_i (L2)	0,0856	-0,0356	-0,0981	-0,0162	1,1756	0,7181	2,6737	1,5237
\hat{g}_i (L3)	-0,4431	-0,2869	-0,5269	-0,4187	-0,0069	-0,8731	-1,0400	-0,6400
\hat{g}_i (L4)	0,0206	-0,0056	0,3406	0,1175	-0,7919	-0,3969	-1,1962	-0,7950

Os efeitos da CEC são estimados como desvio do comportamento em relação ao que seria esperado com base na CGC das linhagens envolvidas, porém a CEC não foi significativa para as características NOSC, PPS e PO nos períodos avaliados, indicando não haver um cruzamento com desempenho superior que possa levar a ganhos expressivos nestas características.

As melhores combinações híbridas são aquelas de maior estimativa da capacidade específica de combinação (\hat{s}_{ij}), em que pelo menos um dos parentais tenha apresentado a \hat{g}_i mais favorável. Baixos valores absolutos de \hat{s}_{ij} indicam que o híbrido, dentre as linhagens em questão, comportam-se como o esperado pela \hat{g}_i das linhagens, e altas estimativas de \hat{s}_{ij} mostram que determinado cruzamento é relativamente melhor ou pior que o esperado com base na \hat{g}_i das linhagens.

Sendo assim, os cruzamentos mais favoráveis para UH, no primeiro período (51 a 80 dias), são L1xL2 ou L2xL3, já no terceiro período e no período total, o cruzamento indicado é L2xL3 (Tabela 7).

O parâmetro \hat{s}_{ii} é interpretado como a capacidade de combinação de uma linhagem com ela mesma, e segundo Cruz & Vencovsky (1989), é um importante indicador da existência ou não, de dominância unidirecional. Os valores de \hat{s}_{ii} serão negativos quando os desvios de dominância forem predominantemente positivos e serão positivos em caso contrário. Neste caso, os \hat{s}_{ii} foram negativos, indicando a existência de desvios de dominância positivos e unidirecionais. A magnitude dos \hat{s}_{ii} é indicativo da heterose varietal e seu somatório é função linear da heterose média.

Os efeitos da CEC, apesar de serem uteis na indicação das melhores combinações híbridas, não especificam qual dos progenitores deverá ser usado como macho ou fêmea no cruzamento, para isto é utilizado o efeito recíproco. Para UH houve efeito significativo para o efeito recíproco (\square_{ij}) no terceiro período, onde se observa estimativa positiva para o cruzamento L2xL3, e como neste caso o progenitor i, se refere à linhagem fêmea, seria mais indicado, neste período, a utilização de fêmeas L2 com machos L3, não havendo, no entanto influência do sexo no período total.

Tabela 7 – Capacidade específica de combinação (diagonal e acima da diagonal) e efeito recíproco (abaixo da diagonal) para unidade Haugh (UH) para codornas de corte em quatro períodos de avaliação

Característica	Fêmea	Macho			
		L1	L2	L3	L4
UH80 (51 a 80 dias)	L1	-3,3019	2,2106	-0,1419	1,2331
	L2	-1,3250	-2,8569	1,1606	-0,5144
	L3	0,1700	1,9150	-0,9419	-0,0769
	L4	1,4300	-2,1050	-2,0800	-0,6419
UH110 (81 a 110 dias)	L1	-1,9994	0,4644	0,4456	1,0894
	L2	0,2600	-1,2719	0,4594	0,3481
	L3	0,4800	-1,5500	-1,6394	0,7344
	L4	0,6300	-0,5450	0,5200	-2,1719
UH140 (111 a 140 dias)	L1	-2,0887	-1,8050	2,6287	1,2650
	L2	-2,6050	-0,3612	1,6225	0,5437
	L3	-1,3450	1,4000	-4,0637	-0,1875
	L4	0,1150	2,1050	-0,3300	-1,6212
UHT (51 a 140 dias)	L1	-2,4600	0,2875	0,9812	1,1912
	L2	-1,2200	-1,4950	1,0787	0,1287
	L3	-0,2300	0,5900	-2,2175	0,1575
	L4	0,7250	-0,1850	-0,6300	-1,4775

CONCLUSÃO

Houve maior influência dos genes de efeito aditivo sobre as características de postura e qualidade do ovo, o que possibilita o uso de técnicas mais simples de melhoramento. Visando maior produção de ovos, os cruzamentos da L3 podem resultar em ganhos satisfatórios, enquanto para peso do ovo as linhagens L1 e L4 podem imprimir aumento nesta característica, já para unidade Haugh o cruzamento L2xL3 é o mais indicado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBINO, L.F.T.; BARRETO, S.L.T. **Criação de codornas para produção de ovos e carne.** Editora Aprenda fácil. Viçosa. 2003. 268p.
- ALLEONI, C.C.; ANTUNES, A.J. Unidade Haugh como medida de qualidade de ovos de galinha armazenados sob refrigeração. **Scientia agrícola.** v.58, n.4, p.681-685, 2001.
- CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético.** 2ª ed., Viçosa, UFV, Imprensa Universitária, 2001. 390p.
- CRUZ, C.D.; VENCOVSKY, R. Comparação de alguns métodos de análise dialélica. **Revista Brasileira de Genética**, v.12, n.2, p.425-438, 1989.
- GRIFFING, B. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. **Australian Journal of Biological Sciences**, v.9, n.4, p.463-493, 1956.
- HAUGH, R.R. The Haugh unit for measuring egg quality. **United States Egg Poultry Magazine**, v.43, p.552-555, 1937.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção da Pecuária Municipal, v.38, p.1-65, 2010.
- MARTINS, E.N. **Comportamento de três linhagens de poedeiras legorne em cruzamentos dialélicos.** Viçosa-MG, UFV, 1982. 120p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa.
- MÓRI, C.; GARCIA, E.A.; PAVAN, A.C. et al. Desempenho e qualidade dos ovos de codornas de quatro grupos genéticos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.3, p.864-869, 2005.
- MOURA, A.M.A.; OLIVEIRA, N.T.E.; THIEBAUT, J.T.L. et al. Efeito da temperatura de estocagem e do tipo de embalagem sobre a qualidade interna de ovos de codornas japonesas. **Ciência e Agrotecnologia de Lavras**, v.32, n.2, p.578-583, 2008.
- MURAKAMI, A.E.; SAKAMOTO, M.I.; SOUZA, L.M.G. et al. Determinação do melhor nível de sal comum para codornas japonesas em postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.6, p.2333-2337, 2006.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of poultry.** Washington, D.C.:1994. p.44-45.
- PICCININ, A. **Análise da capacidade de combinação de características de interesse econômico e de qualidade de ovos de codornas usando a técnica de cruzamentos dialélicos.** Botucatu-SP, 2006, 95p. Tese (Doutorado em Genética) – Universidade Estadual Paulista, 2006.
- REZENDE, M.J.M.; OLIVEIRA, L.Q.M.; MURATA, L.S. et al. Produção e qualidade dos ovos de codorna européia nas primeiras 21 semanas de postura. In: ZOOTEC 2004, Brasília. **Anais...** Brasília: 2004 (CDRom. p.1-4).

VIEIRA, S.L.; MORAN Jr., E.T. Effects of egg of origin and chick post-hatch nutrition on broiler live performance and meat yields. **World's Poultry Science Journal**, v.55, n.2, p.125-142, 1999.

Artigo enviado para publicação na **Revista Brasileira de Zootecnia**

CONCLUSÕES GERAIS

De forma geral, observou-se a predominância de efeitos genéticos aditivos, o que é indicativo de menor dificuldade no processo de identificação de animais geneticamente superiores.

Com base na capacidade geral de combinação as linhas L1 e L2 se destacaram quanto ao peso corporal, tendo apresentado também bom desempenho em relação às características de carcaça. A linha L3 se mostrou a mais apta para produção de ovos.

Com base na capacidade específica de combinação, o cruzamento L1xL3 é indicado para melhor conversão alimentar, e menor consumo de dieta do nascimento aos 35 dias de idade. O cruzamento L2xL4 é indicado para melhor conversão alimentar e maior peso de pernas. Maior rendimento de pernas foi obtido com a utilização de fêmeas L1 com machos L4. Também pode ser indicado o cruzamento L2xL3 visando menor consumo de dieta do nascimento aos 35 dias de idade e maior qualidade interna dos ovos.