

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

INTERAÇÃO GENÓTIPO x AMBIENTE E TESTE DE
DESEMPENHO EM COELHOS USANDO INFERÊNCIA
BAYESIANA

Autor: Alexandre Leseur dos Santos
Orientador: Prof. Dr. Cláudio Scapinello
Co-Orientador: Prof. Dr. Elias Nunes Martins

Dissertação apresentada, como parte das exigências para a obtenção do título de MESTRE EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá – Área de Concentração Produção Animal.

MARINGÁ
Estado do Paraná
Junho – 2007

INTERAÇÃO GENÓTIPO x AMBIENTE E TESTE DE DESEMPENHO
EM COELHOS USANDO INFERÊNCIA BAYESIANA

Autor: Alexandre Leseur dos Santos
Orientador: Prof. Dr. Cláudio Scapinello
Co-Orientador: Prof. Dr. Elias Nunes Martins

Dissertação apresentada, como parte das exigências para a obtenção do título de MESTRE EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá – Área de Concentração Produção Animal.

MARINGÁ
Estado do Paraná
Junho – 2007

Epígrafe

“Ao vencedor, as Batatas”¹

...fiz o que estava ao meu alcance, façam melhor os mais capazes...

Alberto Caeiro em “Ficções do Interlúdio” por Fernando Pessoa, falou do Universo.

*O Universo não é uma idéia minha.
A minha idéia do Universo é que é uma idéia minha.
A noite não anoitece pelos meus olhos,
A minha idéia da noite é que anoitece por meus olhos.
Fora de eu pensar e de haver quaisquer pensamentos
A noite anoitece concretamente
E o fulgor das estrelas existe como se tivesse peso.*

¹ A frase é de Quincas Borba, personagem de: MACHADO DE ASSIS, J. M. *Quincas Borba*. Rio de Janeiro, Jackson, 1937.

Dedicatória

*Dedico meu trabalho as pessoas que me
iluminaram durante esta caminhada.*

Meu Pai Jocílio Alves dos Santos

Minha Mãe Dominga Cataneo dos Santos

Meu Irmão Vágner Cataneo dos Santos

Minha Irmã Elisângela Cataneo dos Santos

*E a pessoa que estará comigo ao longo da
minha vida.*

Fernanda Granzotto

AGRADECIMENTOS

A Deus pela vida e por todas as oportunidades.

Aos meus pais, Jocílio Alves dos Santos e Dominga Cataneo dos Santos pelo apoio e compreensão.

Aos professores Drs. Cláudio Scapinello e Elias Nunes Martins por suas orientações, incentivos e competências repassadas durante o curso.

À minha namorada Fernanda Granzotto que sempre me apoiou em todos os momentos.

À Universidade Estadual de Maringá e a Fazenda Experimental de Iguatemi, que forneceram estrutura física e pessoal para que este trabalho fosse realizado.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, por todos os ensinamentos passados.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de estudo concedida durante o curso de mestrado.

Aos funcionários da FEI-UEM, Antônio Parma e Pedro Barizão, pelo grande e fundamental auxílio na realização do trabalho a campo.

Aos secretários do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Waldirene Rossi da Silva e Denílson dos Santos Vicentin sempre prestativo e pela amizade;

Aos amigos do grupo de Melhoramento, Alexandra Inês dos Santos, Daniela Cristina Lino, Carlos Antonio de Oliveira (Carlão), Meiby Carneiro de Paula e Robson Rossi.

As minhas amigas que caminharam comigo no mestrado, Ana Paula Ton, Andréia Fróes Galucci, Carol Conti, Emília de Paiva, Patrícia Faquinello e Priscila Georg.

Ao meu amigo Freddy Mora Poblete que me ajudou em muitos passos destas análises.

Aos meus amigos André M. Hidalgo e Carlos Ramos que prestaram importante auxílio no período experimental.

E a tantos outros que contribuíram de forma direta ou indireta na realização deste trabalho, o meu agradecimento.

BIOGRAFIA

Alexandre Leseur dos Santos, filho de Jocílio Alves dos Santos e Dominga Cataneo dos Santos, nascido em Realeza – Paraná, ao dia 01 de Setembro de 1978.

Cursou o ensino primário na Escola Municipal de Santa Tereza do Oeste, e o ensino fundamental e médio no Colégio Estadual Santa Tereza do Oeste, em Santa Tereza do Oeste – Paraná.

No ano de 2004, cumpriu as exigências para obtenção do título de Zootecnista pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, na cidade de Marechal Cândido Rondon – Paraná.

Em Fevereiro de 2005 iniciou o Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, em nível de mestrado, área de concentração Produção Animal, na Universidade Estadual de Maringá, realizando estudos em Melhoramento Genético Animal.

E em Junho de 2007, submeteu-se à banca para defesa da Dissertação de Mestrado.

ÍNDICE

	Página
LISTA DE TABELAS	ix
RESUMO	xi
ABSTRACT.....	xiii
I. INTRODUÇÃO.....	1
II. OBJETIVO GERAL	10
III. INTERAÇÃO GENÓTIPO X AMBIENTE PARA GANHO DE PESO EM COELHOS DA RAÇÃO NOVA ZELÂNDIA BRANCO, CRIADOS EM GAIOLAS COLETIVAS OU INDIVIDUAIS.....	11
Resumo	11
Abstract.....	12
Introdução	13
Metodologia	15
Resultados e Discussão	21
Conclusão.....	25
Literatura Citada	26
CAPÍTULO II.....	29
Resumo	29
Abstract.....	30
Introdução	31

Metodologia.....	33
Resultados e Discussão.....	39
Conclusão.....	45
Literatura Citada.....	46
V. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	49

LISTA DE TABELAS

	Página
<i>TABELA 1: Composição percentual da ração</i>	16
<i>TABELA 2: Correlações de Spearman (entre ranking) acima da diagonal principal e de Pearson (genética) abaixo da diagonal principal, para a característica ganho de peso para Avós (geração 1)</i>	21
<i>TABELA 3: Correlação de Spearman (entre ranking) acima da diagonal principal e de Pearson (genética) abaixo da diagonal principal, para a característica ganho de peso para Pais (geração 2).....</i>	22
<i>TABELA 4: Herdabilidades, Variância genética aditiva e Fenotípicas para a característica ganho de peso segundo as análises realizadas nos respectivos ambientes.....</i>	24
<i>Tabela 5: Composição percentual da ração.....</i>	36
<i>Tabela 6: Estimativas de herdabilidade para as características ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) e respectivos intervalos de credibilidade (P=0.9), desvio padrão, e erro padrão nos dois ambientes.....</i>	39
<i>Tabela 7: Estimativas de correlações genéticas e fenotípicas para as características ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA), em ambos os ambientes.....</i>	41
<i>Tabela 8: Estimativas dos componentes de (co) variâncias genética e respectivos intervalos de credibilidade (P=0,9), desvio padrão, e erro padrão para o efeito genético aditivo para as características ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) nos dois ambientes.....</i>	43

Tabela 9: Estimativas dos componentes de (co) variância fenotípica e respectivos intervalos de credibilidade ($P=0.9$), desvio padrão, e erro padrão para as características ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) nos dois ambientes. 44

RESUMO

O presente trabalho foi desenvolvido na Fazenda Experimental da Universidade Estadual de Maringá, situada na cidade de Iguatemi, no período de Setembro de 2005 a Novembro de 2006, no setor de Cunicultura. Onde foram avaliados coelhos da raça Nova Zelândia Branco, criados em gaiolas individuais ou coletivas no período de 50 a 70 dias de idade, os objetivos deste trabalho foram verificar a existência da interação genótipo x ambiente em coelhos selecionados com base em teste de desempenho para ganho de peso. Realizar avaliação genética e teste de desempenho para ganho de peso e conversão alimentar dos animais submetidos aos dois ambientes (gaiolas individuais e coletivas), no período de 50 a 70 dias de idade, utilizando inferência Bayesiana. Realizaram-se análises unicaráter e bicaráter. Foram obtidas baixas estimativas para as correlações genéticas e de Spearman, sendo uma evidência da existência de interação genótipo x ambiente. No teste de desempenho foi observado que as características ganho de peso e conversão alimentar em ambos os ambientes tiveram valores para herdabilidade variando de 0,42 a 0,60. Tanto a correlação genética como a fenotípica foram positivas para ganho de peso e conversão alimentar, quando avaliado a mesma característica entre os ambientes coletivo ou individual, e as correlações entre as características entre os ambientes foram todas negativas ou quase nulas. Por serem negativas verifica-se que em programa de melhoramento para a característica ganho de peso, melhorar-se a conversão alimentar e o inverso é verdadeiro. Conclui-se que existe interação genótipo x ambiente para a característica ganho de peso em coelhos da raça Nova Zelândia Branco quando criados em gaiolas coletivas ou individuais, no período de 50 a 70 dias de idade, e o uso do teste de desempenho em gaiolas individuais tanto para ganho de peso como para conversão alimentar, pode resultar em progresso genético

quando as progênies forem criadas em ambiente coletivo. O estudo demonstrou que o teste de desempenho é uma ferramenta adequada para obter ganhos genéticos na conversão alimentar para coelhos da raça Nova Zelândia Branco criados em ambientes diferenciados.

Palavras-chave: herdabilidade, ganho de peso, conversão alimentar, correlação genética, correlação de Speraman, inferência bayesiana

ABSTRACT

The present work was carried out in the Experimental Farm of the Maringá State University, situated in the Iguatemi city, from September of 2005 to November of 2006, in the rabbit production section. Where rabbits of the White New Zealand breed had been evaluated, created in individual or collective cages in the period of 50 to 70 days of age. The objective of this work was to verify the existence of the genotype x environment interaction in rabbits selected by body weight gain performance test. As well as to realize the genetic evaluation and the performance test for body weight gain and feed conversion of the animals submitted to the two environments (individual and collective cages), from 50 to 70 days of age, using the Bayesian inference. It was done unicharacter and bicharacter analysis. Low estimates for the genetic and Spearman correlations were gotten, being an evidence of the genotype x environment interaction existence. In the performance test it was observed that body weight gain and feed conversion characteristic in both environments had heritability values varying from 0.42 to 0.60. The genetic correlation as the phenotypic were positive for body weight gain and feed conversion when evaluated the same characteristic between collective or individual environments, and the correlations between the characteristics among environments were negatives or almost nulls. For being negatives it is verified that in improvement programs for the body weight gain characteristic it is possible to improve the feed conversion and the inverse is true. It is concluded that there is genotype x environment interaction for the body weight gain characteristic in rabbits of the White New Zealand breed when created in collective or individual cages, in the period of 50 to 70 days of age, and the use of the performance test in individual cages as for body weight gain as for feed conversion, can be resulted in genetic progress when the

lineages will be created in collective environment. The study demonstrated that the performance test is an adjusted tool to get genetic gains in the feed conversion for rabbits of the White New Zealand breed created in differentiated environments.

Key-words: Bayesian inference, body weight gain, feed conversion, genetic correlation, heritability, Spearman correlation.

I. INTRODUÇÃO

As bases econômicas da criação de coelhos estão relacionadas à produtividade e o retorno do capital investido deve ocorrer no menor prazo possível, na medida em que a área de produção disponível for utilizada com maior eficiência (Oliveira & Almeida, 2002).

Das criações destinadas à produção de carne, a cunicultura aparece como importante alternativa, pois o coelho é um animal que apresenta grande capacidade de produção de carne de excelente teor protéico em curto espaço de tempo, maturidade sexual precoce, intervalo de partos reduzidos e prolificidade elevada. Além disso, sua alimentação baseia-se em altas quantidades de alimentos volumosos, o que reduz os custos de produção, uma vez que a mesma apresenta 70% a 80% do custo de produção (Scapinello, 1986).

Polastre et al. (1992) afirmam que características de desempenho individual pós-desmama, como peso individual a desmama, peso individual ao abate e ganho de peso da desmama ao abate são influenciados diferentemente pelo efeito materno.

As características tamanho de ninhada, peso média de ninhada a desmama e ganho de peso da ninhada são usualmente considerados como os melhores indicadores de produtividade de coelhas, visto que são funções de todos os efeitos pré-desmama (Khalil et al., 1987)

Segundo Vrillon et al. (1979), os pesos a desmama e aqueles observados logo após, são muito influenciados pelo efeito materno, enquanto que os pesos em idades mais afastadas da desmama e o ganho de peso diário são, em geral, pouco afetados pelo efeito materno.

Para Moura et al. (1991) e Simonelli et al. (1997), as características de desempenho pós-desmama como ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar e peso ao abate devem ser alvo de seleção, visto que apresentam valores de herdabilidade médio a alto e têm importância econômica na exploração.

Médias preconizadas atualmente para índices zootécnicos para coelhos são de 3,25 para a conversão alimentar e de 2,0 kg para peso ao abate aos 70 dias. Porém outros fatores como tamanho de ninhada, peso ao desmame e ambiente, são de suma importância para se obter o máximo potencial do animal ao final dos 70 dias de idade.

Polastre (1990) cita que as principais características de crescimento em um programa de seleção para desempenho de coelhos pós-desmama são: peso individual a desmama, peso individual ao abate e ganho de peso da desmama ao abate, deixando-se de lado a eficiência na conversão alimentar, devido a dificuldades práticas de ser obtida individualmente essa variável.

Peso ao abate, ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar são características que devem merecer especial atenção em programas de melhoramento de coelhos (Polastre, 1990). Para que isso seja possível, informações sobre parâmetros genéticos e fenotípicos dessas características são necessárias (Khalil et al., 1986).

O desenvolvimento de material genético superior se dá por meio de programas de melhoramento genético, nos quais são usados planteis de reprodução formados a cada geração a partir da seleção dos animais geneticamente superiores que são multiplicados para formar a próxima geração. A eficiência desse processo depende da precisão com que são obtidas as estimativas dos componentes de (co)variância das características e dos critérios de seleção (Martins et al., 1997). Os métodos indicados para a estimação dessas (co) variâncias já estão relativamente bem definidos (Gianola & Fernando, 1986) e as estimativas podem variar de acordo com a população e com o ambiente em que os indivíduos são criados.

Segundo Falconer (1987), uma determinada característica, em ambientes diferentes, pode ser interpretada como sendo características diferentes, porque os genes que a controlam em determinado ambiente podem ser diferentes, pelo menos parcialmente, daqueles que a controlam em outro ambiente.

Os testes das gerações iniciais F1, F2, F3 podem ser feitos em ambientes diversos, possibilitando a estimação da interação genótipos x ambientes e a quantificação de seus efeitos sobre a expressão fenotípica das características e sobre as estimativas de parâmetros genéticos importantes na seleção dos melhores genótipos, tais como,

variância genética, herdabilidade, ganho esperado na seleção e correlação entre características (Rocha & Vello, 1999).

Alguns autores têm relatado que dados de produção colhidos no decorrer da criação de coelhos sofrem efeitos de variáveis como ano, época ou mês, ordem de parto, sexo, dentre outros (Ferraz, 1993, Rodellar et al, 1991a, Rodellar et al, 1991b)

Simonelli, et al. (1997), trabalhando com coelhos da raça Nova Zelândia Branco, citam que o efeito significativo do mês sobre as características avaliadas em teste de desempenho pós-desmama, pode ser explicado devido o coelho ser um animal sensível as mudanças de temperatura, principalmente ao clima quente.

Uma vez que as variações observadas numa característica são reflexos de variações genéticas e ambientais, torna-se necessário quantificar os fatores ambientais envolvidos para se obter uma precisa determinação do valor genético do animal. Portanto, o ajustamento dos dados observados para os fatores de meio é essencial (Garrido, 2001).

A atividade da cunicultura tem seus principais pontos críticos na alimentação, cuidados sanitários, reprodução, instalações, mão-de-obra e ambiente. É a alimentação um fator decisivo para o lucro ou o prejuízo do produtor. Diante disso deve-se buscar a melhoria dos índices de conversão alimentar e ganho de peso no plantel. Para alcançar este objetivo a seleção é uma importante ferramenta.

Sarmiento et al. (2000) afirmam que quanto mais afastado da idade a desmama, mais eficiente é a seleção devido ao desempenho ter maior influência do efeito genético direto com a diminuição do efeito materno.

Qualquer que seja o critério de seleção adotado, atenção deve ser dada ao número de animais testados em cada linhagem de maneira a garantir alta intensidade de seleção e no número de animais selecionados para a reprodução. Este cuidado garante um tamanho efetivo de população que reduza ao mínimo o incremento de consangüinidade, conseqüentemente, a depressão das características determinantes da viabilidade da espécie tais como a taxa reprodutiva e a sobrevivência (Falconer, 1987).

A seleção de indivíduos, com base nas características peso ao abate, ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar é considerada relativamente difícil, em razão da complexidade de sua base genética e do elevado grau de influência do ambiente a que estão sujeitas, podendo gerar interação genótipo x ambiente (Sakaguti, 1994).

Sendo que a correlação reflete o grau de associação entre caracteres, seu conhecimento é importante porque mostra como a seleção para um caráter influencia a expressão de outros caracteres. Nos programas de melhoramento, geralmente, além de se visar o aprimoramento de um caráter principal, busca-se também manter ou melhorar a expressão de outros caracteres simultaneamente.

Pouca ênfase tem sido dada para o desenvolvimento de soluções genéticas para os problemas de produção induzidos pelo ambiente (Emmerson, 1997). A tendência, com o aprimoramento genético dos animais, bem como das outras áreas afins, é de que os efeitos da interação entre o genótipo e o ambiente tornem-se cada vez mais importantes, direcionando a seleção, o manejo e a nutrição dos animais para localidades ou mercados específicos.

Garrido (2001) trabalhando com coelhos em características de desempenho logo após a desmama, encontrou os seguintes valores de herdabilidades 0,01 para ganho de peso e 0,68 para conversão alimentar. Estes resultados sugerem que a seleção para conversão alimentar permite obter melhores respostas.

A ocorrência da interação genótipo x ambiente acontece quando diferentes genótipos respondem de maneira distinta em ambientes diferentes. Quando mais de um genótipo e de um ambiente estão envolvidos, pode-se esperar que esse tipo de interação ocorra, embora sua importância possa variar dependendo do grau de diversidade entre efeitos genotípicos e ambientais específicos (Mathur & Horst, 1994). Interações genótipo x ambiente são geralmente definidas como a mudança relativa no desempenho de genótipos em diferentes ambientes. Essas diferenças em resposta não incluem somente mudanças no desempenho médio, mas incluem também a variabilidade do desempenho de diferentes genótipos. O termo genótipo pode referir-se a diferentes animais ou linhagens, enquanto que manejo, nutrição, localidade e alojamento são considerados como ambientes.

A interação genótipo x ambiente existe quando o mérito relativo de dois ou mais genótipos é dependente do ambiente no qual são comparados (Mascioli, 2000) e, ou, quando um genótipo é melhor em um ambiente e não o é em outro (Falconer & Mackay, 1996).

Paula (2006) comenta que a interação genótipo x ambiente pode provocar alterações nas variâncias genéticas, fenotípicas e ambientais, que resulta em mudanças nas estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos, dependendo do ambiente.

Segundo Stanton et al. (1991), existem duas formas de interação genótipo x ambiente. Uma ocorre quando a correlação genética para a mesma característica avaliada em dois ambientes é significativamente pequena, sugerindo que a classificação dos animais baseada nos valores genéticos preditos para cada ambiente pode não ser a mesma. A outra ocorre quando a correlação genética é alta, mas a magnitude das diferenças entre os valores genéticos dos animais é diferente entre ambientes, sendo a heterogeneidade de variâncias indicada como causa desta forma de interação genótipo x ambiente.

Quando se pretende estimar a conversão alimentar em coelhos, ocorre o problema de serem criados em ninhadas, o que leva a uma sub ou superestimação da característica para o animal criado coletivamente, no entanto se for possível manter o animal em gaiola individual, ou seja, outro ambiente, sem perda em produção, pode-se calcular corretamente a conversão alimentar para cada animal e não para uma ninhada.

A interação genótipo x ambiente exerce grande influência na produção, demonstrando a necessidade de mais pesquisas que possam quantificar essa influência, levando a seleção de animais mais adaptados para a região ou meio onde será criado.

LITERATURA CITADA

- EMMERSON, D.A. Commercial approaches to genetic selection for growth and feed conversion in domestic poultry. **Poultry Science**, Farmington - Arkansas, v.76: n. 8, p.1121-1125, 1997.
- FALCONER, D. S. **Introdução à genética quantitativa**. 1° ed. London: Longman, 1987. 279p.
- FALCONER, D.S.; MACKAY, T.F.C. **Introduction to quantitative genetics**. 4.ed. Edinburgh: Longman, 1996. 464p.
- FERRAZ, J.B.S., **Aplicação de modelos animais na avaliação de parâmetros populacionais de características reprodutivas e produtivas de coelhos da raça California e Nova Zelândia branca**. Tese de Livre Docência. Pirassununga, USP/FZEA, 1993.
- GARRIDO, D.A.D., **Parâmetros genéticos e fenotípicos para características de desempenho de coelhos da raça Nova Zelândia Branca, usando inferência Bayesiana**. Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 2001. 74p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – UEM – Universidade Estadual de Maringá – Maringá-PR, 2001,
- GIANOLA, D., & FERNANDO, R. L. Bayesian methods in animal breeding theory. **Journal Animal Science**, v. 63: p 217-44, 1986.

- KHALIL, M.H., OWEN, J.B., AFIF, E.A. A review of phenotypic and genetic parameters associated with meat production traits in rabbit. **Animal Breeding Abstract**, v 54 n 9: p 725-749, 1986.
- KHALIL, M.H.; OWEN, J.B.; AFIF, E.A. A genetic analysis of litter traits in Bouscat and Giza White rabbits. **Anim. Prod.**, v 45 n 01: pg 123-134. 1987.
- MARTINS, E.N., SILVA, M.A., LOPES, P.S., REGAZZI, A.J., RAGGI, L.A. Desenvolvimento de um sistema para simulação de população de coelhos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.2, p.272-282, 1997.
- MASCIOLI, A.S. **Interação genótipo x ambiente sobre o desempenho de animais canchim e cruzados canchim x nelore**. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 2000. 99p. Tese (Doutorado em Produção Animal) - Universidade Estadual Paulista, 2000.
- MATHUR, P.K.; HORST, P., Methods for evaluating genotype-environment interactions illustrated by laying hens. **Journal Animal Breeding Genetic**, v 111 n 4: p 265-288, 1994.
- MOURA, A.S. A M. T., POLATRE, R, CARMELO, M. J. Genetic study of individual performance from weaning to slaughter in selecte rabbits. **Journal Applied Rabbit Research**. v 14: p 228-234, 1991.
- OLIVEIRA, M.C.; ALMEIDA, C.V.. Performance of growing rabbits reared under different stocking densities. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, Belo Horizonte, v. 54, n. 5, 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-09352002000500012&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 21 Jan 2007. Pré-publicação
- PAULA, M.C. **Heterogeneidade de variâncias e interação genótipo x ambiente para produção de leite de bovinos da raça Holandesa no estado do Paraná**. UEM –

Universidade Estadual de Maringá, 2006, 68p. Tese (Doutorado em Produção Animal) – Universidade Estadual de Maringá, 2006.

POLASTRE, R.; MOURA, A.S.A.M.T.; PONS, S.S. 1992. Expectativa de um programa de seleção em massa para taxa de crescimento individual em coelhos a raça Selecta. **Rev. Soc. Zoot.**, v 21, n 01: pg 45-46.

ROCHA, M.M.; VELLO, N.A. Interação genótipos e locais para rendimento de grãos de linhagens de soja com diferentes ciclos de maturação. **Bragantia**, v.58, p.69-81, 1999.

RODELLAR, C.; ZARAGOZA, P.; GARCIA CORTES, A.; OSTA, R.. Systematic effects on diferent production traits in the spanish common rabbits breed. Effect of season. **J.Appl.Res.**, v.14, p.109-111, 1991a.

RODELLAR, C.; ZARAGOZA, P.; GARCIA CORTES, A.; OSTA, R.. Systematic effects on diferent production traits in the spanish common rabbits breed. Effect of parity. **J.Appl.Res.**, v.14, p.112-114, 1991b.

SAKAGUTI, E. S.; **Utilização de técnicas de análise multivariada na avaliação de cruzamentos dialélicos em coelhos**, Viçosa, UFV – Universidade Federal de Viçosa, 1994. 181p Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa – MG, 1994.

SARMENTO, J.L.R.; PIMENTA FILHA, E.C.; RIBEIRO, M.N.; MARTINS FILHO, R. Estudo genético de peso pós-desmama de bovinos Nelore e Guzerá no estado da Paraíba. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., Viçosa, 2000. **Anais...** Viçosa, SBZ, 2000. Cd rom.

SCAPINELLO, C. Atualização em Cunicultura. Maringá Coopernorte Coelhos (Cooperativa Norte Paranaense de Criadores de Coelhos Ltda.), 1986. 87p.

SIMONELLI, S. M., MARTINS, E. N., SCAPINELLO, C., et al. Estimação de parâmetros genéticos e fenotípicos de características de desempenho pós-desmama em coelhos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34, 1997, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora, MG – 1997. p.324-326.

STANTON, T.L.; BLAKE, R.W.; QUAAS, R.L. et al. Genotype by environment interaction for Holstein milk yield in Colombia, México and Porto Rico. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.5, p.1700-1714, 1991.

VRILLON, J.L.; DONAL, R.; POPUJARDIEU, B. et al.1979. apud MOSOERO, G. Fattori genetici della produzione del coniglio. *Coniglicultura*, v 17 n 2: pg. 19-58.

II. OBJETIVO GERAL

Os objetivos deste trabalho foram verificar a existência da interação genótipo x ambiente em coelhos da raça Nova Zelândia Branco selecionados com base em teste de desempenho para ganho de peso, criados em gaiolas coletivas e individuais durante o período de 50 a 70 dias de idade.

E realizar avaliação genética e teste de desempenho para ganho de peso e conversão alimentar dos animais submetidos aos dois ambientes (gaiolas individuais e coletivas), no período de 50 a 70 dias de idade.

CAPÍTULO I

III. INTERAÇÃO GENÓTIPO X AMBIENTE PARA GANHO DE PESO EM COELHOS DA RAÇA NOVA ZELÂNDIA BRANCO, CRIADOS EM GAIOLAS COLETIVAS OU INDIVIDUAIS

RESUMO

O presente trabalho foi desenvolvido na Fazenda Experimental da Universidade Estadual de Maringá, situada na cidade de Iguatemi, no período de Setembro de 2005 a Novembro de 2006, no setor de Cunicultura. Onde foram avaliados coelhos da raça Nova Zelândia Branco, criados em gaiolas individuais ou coletivas no período de 50 a 70 dias de idade, o objetivo deste trabalho foi verificar a existência da interação genótipo x ambiente em coelhos da raça Nova Zelândia Branco selecionados com base em teste de desempenho para ganho de peso, criados em gaiolas coletivas e individuais, utilizando inferência Bayesiana. Realizaram-se três análises unicaráter. Onde foram obtidas baixas estimativas para as correlações genéticas e de Spearman, sendo uma evidência da existência de interação genótipo x ambiente. Conclui-se que existe interação genótipo x ambiente para a característica ganho de peso em coelhos da raça Nova Zelândia Branco quando criados em gaiolas coletivas ou individuais, no período de 50 a 70 dias de idade.

Palavras-chave: herdabilidade, ganho de peso, (co) variância, correlação genética, correlação de Spearman, inferência bayesiana

Genotype x Environment Interaction for Weight Gain White of New Zealand Rabbits, Created in Collective or Individual Cage

ABSTRACT

The present work was carried out in the Experimental Farm of the Maringá State University, situated in the Iguatemi city, from September of 2005 to November of 2006, in the rabbit production section. Where rabbits of the White New Zealand breed had been evaluated, created in individual or collective cages in the period of 50 to 70 days of age. The objective of this work was to verify the existence of the genotype x environment interaction in rabbits selected by body weight gain performance test. As well as to realize the genetic evaluation and the performance test for body weight gain and feed conversion of the animals submitted to the two environments (individual and collective cages), using the Bayesian inference. It was done three unicharacter. Where Low estimates for the genetic and Spearman correlations were gotten, being an evidence of the genotype x environment interaction existence. It is concluded that there is genotype x environment interaction for the body weight gain characteristic in rabbits of the White New Zealand breed when created in collective or individual cages, in the period of 50 to 70 days of age.

Key-words: Bayesian inference, body weight gain, (co) variance, genetic correlation, heritability, Spearman correlation.

INTRODUÇÃO

A interação genótipo x ambiente existe quando o mérito relativo de dois ou mais genótipos é dependente do ambiente no qual são comparados (Mascioli, 2000) e, ou, quando um genótipo é melhor em um ambiente e não o é em outro (Falconer & Mackay, 1996).

Paula (2006) comenta que a interação genótipo x ambiente pode provocar alterações nas variações genéticas, fenotípicas e ambientais, que resulta em mudanças nas estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos, dependendo do ambiente.

Segundo Stanton et al. (1991), existem duas formas de interação genótipo x ambiente. Uma ocorre quando a correlação genética para a mesma característica avaliada em dois ambientes é significativamente pequena, sugerindo que a classificação dos animais baseada nos valores genéticos preditos para cada ambiente pode não ser a mesma. A outra ocorre quando a correlação genética é alta, mas a magnitude das diferenças entre os valores genéticos dos animais é diferente entre ambientes, sendo a heterogeneidade de variâncias indicada como causa desta forma de interação genótipo x ambiente.

Segundo Falconer (1987), uma determinada característica, em ambientes diferentes, pode ser interpretada como sendo características diferentes, porque os genes que a controlam em determinado ambiente podem ser diferentes, pelo menos parcialmente, daqueles que a controlam em outro ambiente.

Os testes das gerações iniciais F1, F2, F3 podem ser feitos em ambientes diversos, possibilitando a estimação da interação genótipos x ambientes e a quantificação de seus efeitos sobre a expressão fenotípica das características e sobre as estimativas de parâmetros genéticos importantes na seleção dos melhores genótipos, tais como,

variância genética, herdabilidade, ganho esperado na seleção e correlação entre características (Rocha & Vello, 1999).

A correlação reflete o grau de associação entre caracteres. Seu conhecimento é importante porque mostra como a seleção para um caráter influencia a expressão de outros caracteres. Nos programas de melhoramento, geralmente, além de se visar o aprimoramento de um caráter principal, busca-se também manter ou melhorar a expressão de outros caracteres simultaneamente.

Peso ao abate, ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar são características que devem merecer especial atenção em programas de melhoramento de coelhos (Polastre, 1990). A seleção de indivíduos, com base nessas características, é considerada relativamente difícil, em razão da complexidade de sua base genética e do elevado grau de influência do ambiente a que são sujeitas, podendo gerar interação genótipo x ambiente (Sakaguti, 1994).

Garrido (2001), trabalhando com teste de desempenho em coelhos da raça Nova Zelândia Branco logo após a desmama, avaliando a existência da interação genótipo x ambiente para ganho de peso e conversão alimentar, observou que existe forte influência do efeito materno sobre o ganho de peso logo após a desmama, no entanto, não verificou a existência da interação genótipo x ambiente no mesmo período, no entanto encontrou os seguintes valores de herdabilidades 0,01 e 0,68 para ganho de peso e conversão alimentar respectivamente. Estes resultados sugerem que com a seleção para conversão alimentar pode-se obter melhores respostas.

Pouca ênfase tem sido dada para o desenvolvimento de soluções genéticas para os problemas de produção induzidos pelo ambiente (Emmerson, 1997). A tendência, com o aprimoramento genético dos animais, bem como das outras áreas afins, é de que os efeitos da interação entre o genótipo e o ambiente tornem-se cada vez mais importantes, direcionando a seleção, o manejo e a nutrição dos animais para localidades ou mercados específicos.

A interação genótipo x ambiente exerce grande influência na produção, demonstrando a necessidade de mais pesquisas que possam quantificar essa influência, levando a seleção de animais mais adaptados para a região ou meio onde será criado.

Este trabalho teve como objetivo a verificação da existência da interação genótipo x ambiente em coelhos da raça Nova Zelândia Branco selecionados com base em teste de desempenho para ganho de peso, criados em gaiolas coletivas e individuais durante o teste de desempenho no período de 50 a 70 dias de idade.

METODOLOGIA

Os dados analisados neste estudo foram coletados no período de setembro de 2005 a novembro de 2006, no setor de cunicultura da Fazenda Experimental Iguatemi da Universidade Estadual de Maringá.

Os animais avaliados foram alojados em um galpão de alvenaria com piso de concreto, cobertura de telha de fibrocimento e pé-direito de 3,5 m, possuindo nas laterais paredes de 0,3 m de altura e o restante em tela e cortina plástica para a proteção de ventos e chuva. As gaiolas utilizadas eram de arame galvanizado, providas de bebedouro automático e comedouro semi-automático.

O experimento iniciou-se com uma população 36 machos e 108 fêmeas da raça Nova Zelândia Branco, tomados ao acaso, denominado geração 1. Ao apresentarem condições de cobertura, sendo machos com 5 e 6 meses e fêmeas com 6 a 7 meses de idade, as fêmeas foram levadas às gaiolas dos machos para o acasalamento, utilizando-se três fêmeas para cada macho. Os acasalamentos foram devidamente registrados nas fichas de controle, para posterior controle da descendência.

Desses acasalamentos foram produzidos os animais da geração 2 que foram criados recebendo como fonte de alimento o leite materno e tendo acesso à ração da mãe.

Aos 32 dias, os animais foram desmamados, pesados, sexados e tatuados na orelha esquerda com número de identificação para posterior controle. Posteriormente, seguiram para gaiolas onde permaneceram alojados em ninhadas até os 47 dias de idade.

Os machos foram submetidos a dois tratamentos experimentais que foram compostos por ambientes diferenciados. No ambiente 1 (A1), durante o período

experimental os animais foram alojados em ninhada, e no ambiente 2 (A2) os animais foram alojados separados em gaiolas individuais durante o período experimental (50 a 70 dias de idade), com três dias para adaptação.

Aos 47 dias de idade as ninhadas foram dispostas aleatoriamente para serem mantidas juntas ou separadas conforme o tratamento, tendo os animais um período de 3 dias para adaptação, e permanecendo nas gaiolas por um período de vinte dias. Neste período foram anotados os pesos na entrada (50 dias de idade) e saída (70 dias de idade), além do consumo de ração, através do controle do alimento fornecido dos 50 aos 70 dias de idade por recipientes colocados em cima da gaiola de cada animal ou ninhada. Por meio desses dados, foi avaliado o ganho de peso dos coelhos pós-desmama.

Cada animal teve a sua disposição água e ração à vontade. A ração foi formulada à base de milho, farelo de trigo, farelo de soja, feno de alfafa, feno de aveia, suplementação de minerais, vitaminas e aditivos (Coccidiostáticos e Bacitracina de zinco), cuja composição encontra-se na Tabela 1. A ração foi formulada de acordo com as recomendações de Blas & Wiseman (1998).

Após as avaliações genéticas com base no ganho de peso dos 50 aos 70 dias utilizando-se modelo animal, os machos da geração 2 foram classificados em cada ambiente e foram escolhidos animais que estavam entre os dez melhores, os dez intermediários e os dez com menores valores genéticos, evitando parentesco entre os animais selecionados. Estes animais foram recriados e acasalados com fêmeas tomadas ao acaso, obtendo, para cada macho, uma média de seis ninhadas desmamadas que formaram a geração 3. Todos os animais da geração 3 foram criados em gaiolas coletivas.

Ao final do período experimental foram obtidos dados de performance de 2294 animais dos quais 200 foram criados individualmente e 2094 foram criados em gaiolas coletivas. Desses, os netos são 1887 animais. Considerando os animais das gerações 1, 2 e 3 (avós, pais e netos), a matriz de parentesco envolveu 2597 animais.

TABELA 1: Composição percentual da ração
 TABLE 1: Percentile composition of the feed.

Alimentos / feed	Composição % Composition
Milho (<i>Mays</i>)	30,5
Farelo de Soja (<i>Soybean Meal</i>)	13,0
Farelo de Trigo (<i>Wheat bran</i>)	19,0
Feno de alfafa (<i>alfalfa hay</i>)	25,0
Feno de aveia (<i>oats hay</i>)	10,0
Sal comum (<i>salt</i>)	0,40
Fosfato bicálcico (<i>Dicalcium Phosp.</i>)	0,50
Calcário (<i>Limestone</i>)	1,00
DL-Metionina (<i>DL-Methionine</i>)	0,10
Mist. Vit. + Min. (<i>Mix Vit. + Min.</i>)	0,50
Total (<i>Total</i>)	100,0
Composição Bromatológica (<i>Chemical composition</i>)	
MS % (<i>Dray mater</i>)	89,0
PB % (<i>Crude Protein (%)</i>)	17,0
ED Kcal kg ⁻¹ (<i>Digestible Energy Kcal kg⁻¹</i>)	2600
Ca ⁺⁺ % (<i>Calcium (%)</i>)	1,0
P % (<i>Phosphorus (%)</i>)	0,5
Met. + Cist. % (<i>Methionine + Cystine (%)</i>)	0,6
Lisina % (<i>Lysine (%)</i>)	0,8

Os dados foram analisados por meio do software MTGSAM - Multiple Trait Gibbs Sampling in Animal Models (Van Tassel & Van Vleck, 1995) que procede à estimação Bayesiana por meio da técnica de amostragem de Gibbs.

Para a realização das análises foi utilizado um modelo animal que inclui o efeito genético direto. Foi considerado tamanho de ninhada como covariável para todas as características, ambiente, data de nascimento e sexo como efeitos fixos. Os animais foram separados por grupos genéticos ou grupos de contemporâneos.

Para a avaliação da interação genótipo x ambiente foram realizadas três análises unicaráter, onde o ganho de peso dos animais criados em ambientes diferentes foi considerado como características distintas. A primeira foi realizada considerando somente dados de produção dos pais no ambiente um (A1) gaiolas coletivas,

considerando dados perdidos animais que não continham dados no ambiente coletivo. A segunda análise foi somente com dados dos animais criados no ambiente dois (A2), desconsiderando dados como na análise anterior. E a terceira análise somente com dados dos netos criados em gaiolas coletivas (B1), desta vez desconsiderando dados de produção dos pais.

As avaliações genéticas resultaram em três estimativas de valores genéticos para cada animal. Através das estimativas do mérito genético para a característica ganho de peso dos animais nos ambientes avaliados, calculou-se a correlação genética, e, foi realizada uma classificação hierárquica para posterior cálculo da correlação de Spearman para comparação de ranking.

Os animais foram divididos em gerações avós (geração 1) e pais (geração 2), para comparação genética e de ranking.

Foram calculadas correlações genéticas e de Spearman para Avós e para Pais nas três avaliações (A1A2, A1B1 e A2B1).

O modelo animal utilizado para avaliação genética animal foi:

$$Y = X\beta + Z_1a + Z_2p + \varepsilon$$

Em que:

Y é o vetor de observações;

X é matriz de incidência dos efeitos fixos;

β é o vetor dos efeitos fixos;

Z_1 é a matriz de incidência do valor genético aditivo;

a é o vetor dos efeitos fixos do coelho;

Z_2 é a matriz de incidência dos efeitos permanentes do ambiente;

p é o vetor dos efeitos permanentes do ambiente;

ε é o vetor dos erros aleatórios associados às observações do vetor Y .

Admitiu-se a seguinte distribuição normal multivariada:

$$\begin{bmatrix} Y \\ a \\ p \\ e \end{bmatrix} \sim NMV \left\{ \begin{bmatrix} X\beta \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}; \begin{bmatrix} V & Z_1G & Z_2P & R \\ GZ_1' & G & \phi & \phi \\ PZ_2' & \phi & P & \phi \\ R & \phi & \phi & R \end{bmatrix} \right\}$$

Sendo:

$$V \text{ é a matriz de (co) variância} = Z_1 G Z_1' + Z_2 P Z_2' + R$$

Em que:

$$G \text{ é a matriz de (co) variância genética aditiva, dada por: } G = A \sigma_a^2$$

A é a matriz de coeficientes de parentesco;

σ_a^2 é o componente de variância genética aditiva;

P é a matriz de variância e (co) variância do efeito permanente da característica dada por: $I_m \sigma_p^2$

I_m é uma matriz identidade de ordem igual ao número de mães;

σ_p^2 é o componente de variância do efeito permanente;

R é a matriz de variância e (co) variância residual, dada por: $I_n \sigma_e^2$

I_n é uma matriz identidade de ordem igual ao número de observações.

σ_e^2 é o componente de variância residual.

Para realização deste trabalho, foram utilizadas nas análises cadeias de Gibbs definidas em 5.500.000 ciclos, sendo descartados os primeiros 500.000 ciclos (*burn-in*) para diminuir a influência do chute inicial, com uma amostragem a cada 5.000 ciclos (*thinning interval*). De acordo com Van Tassel & Van Vleck (1995) procedimentos de retiradas de amostras a grandes intervalos assegura que a correlação entre as amostras seja nula ou muito pequena. Assim foram obtidas 1.000 amostras para todos os parâmetros a ser estimado, o que permitiu a verificação da convergência bem como estabelecimento de intervalos de credibilidade.

A convergência das cadeias de Gibbs para distribuições estacionárias foi testada por meio dos testes de diagnóstico de Geweke e de Heidelberger & Welch, disponíveis no CODA (*Convergence Diagnosis and Output Analysis*), implementado no programa R (2004).

Através das estimativas do mérito genético para cada característica dos animais nos dois ambientes, calculou-se a correlação genética (pearson), e, foi realizada uma classificação hierárquica com base nos méritos genéticos para posterior cálculo da correlação de Spearman para comparação entre ranking. A existência da interação genótipo x ambiente foi verificada através da correlação genética (pearson) e a correlação de Spearman.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As correlações genéticas para ganho de peso em coelhos criados em gaiolas individuais e coletivas estão descritos na Tabela 1, onde se observa que foram muito próximas das correlações de Spearman, na análise realizada também para os Avós.

TABELA 2: Correlações de Spearman (entre ranking) acima da diagonal principal e de Pearson (genética) abaixo da diagonal principal, para a característica ganho de peso para Avós (geração 1)

TABLE 2: Correlations of Spearman (between ranking) above of the main diagonal line and of Pearson (genetic) below of the main diagonal line, for the characteristic weight of gain for Grandmothers (generation 1)

Correlações	A1 ¹	A2 ²	B1 ³
A1 ¹	1	0,299	-0,089
A2 ²	0,232	1	0,012
B1 ³	-0,081	0,052	1

¹A1 é ambiente 1, ²A2 é ambiente 2 e ³B1 somente com dados dos netos (geração 3) criados no ambiente 1.

A correlação de Spearman entre os dois ambientes para Avós A1A2 foi de 0,299. Este valor indica que existe interação genótipo x ambiente para o ganho de peso entre 50 e 70 dias de idade, quando os animais forem testados em grupo ou isoladamente, concordando com Garrido (2001) que encontraram uma correlação genética igual a 0,66 entre o ganho de peso nos dois ambientes (gaiolas coletivas e individuais), evidenciando a existência de interação genótipo x ambiente em seu ensaio, que foi conduzido logo

após a desmama (32 dias de idade). Santos et al (2006) encontraram correlação genética de 0,823 entre os ambientes estudados, não evidenciando a existência da interação genótipo x ambiente.

Todavia a correlação de Spearman para comparação da classificação dos avós com base nos resultados de seus netos (geração 3) A1B1(-0,089) e A2B1(0,012), indica claramente a existência de interação genótipo x ambiente, visto que animais superiores em um ambiente não necessariamente têm progênies superiores quando criados em outro ou no mesmo ambiente.

O caso da correlação A1B1, onde os animais criados em gaiolas coletivas e posteriormente selecionados, não tiveram suas progênies como indivíduos superiores, mesmo quando criados em ambiente igual ao dos seus pais, e mesmo tendo um valor de correlação maior que as outras comparações, indicam que uma possível interação está mais ligada ao clima do que ao ambiente coletivo ou individual onde foram criados os animais.

As estimativas para correlação genética utilizando-se das comparações de classificação dos avós na base de dados, foram obtidos valores de correlações muito semelhantes às encontradas nas análises de correlações de Spearman. Os valores encontrados foram 0,232, -0,081 e 0,052 para A1A2, A1B1 e A2B1 respectivamente, o que vem a corroborar os resultados encontrados, evidenciando mais claramente a interação genótipo x ambiente.

TABELA 3: Correlação de Spearman (entre ranking) acima da diagonal principal e de Pearson (genética) abaixo da diagonal principal, para a característica ganho de peso para Pais (geração 2)

TABLE 3: Correlation of Spearman (between ranking) above of the main diagonal line and of Pearson (genetic) below of the main diagonal line, for the characteristic weight of gain for Parents (generation 2)

Correlações	A1 ¹	A2 ²	B1 ³
A1 ¹	1	0,210	-0,080
A2 ²	0,170	1	-0,090
B1 ³	-0,036	0,130	1

¹A1 é ambiente 1, ²A2 é ambiente 2 e ³B1 somente com dados dos netos (geração 3) criados no ambiente 1.

A correlação de Spearman para classificação dos pais em ambos os ambientes apresentou valor próximo ao valor encontrado para a classificação dos avós nas mesmas condições, ou seja, em ambos os ambientes, o valor para a correlação entre ranking para os pais foi de 0,210, o que demonstra a existência de interação genótipo x ambiente.

Quando a correlação de Spearman é estimada entre a classificação dos pais nos dois ambientes (A1 e A2) em relação à classificação dos mesmos animais avaliados somente com as informações de suas progênes, pode-se evidenciar a existência de interação genótipo x ambiente, como encontrado no caso dos avós, visto que as correlações para estas comparações (A1B1 e A2B1) foram -0,080 e -0,090, respectivamente, o que demonstra a interação do genótipo com o ambiente.

Garrido (2001) e Santos et. al. (2006) também relataram a existência de interação genótipo x ambiente para ganho de peso em coelhos da raça Nova Zelândia branco para as mesmas condições. Santos et. al. (2006) encontraram estimativas próximas aos valores obtidos no presente trabalho, que a título de comparação foram, 0,053 e 0,190, respectivamente.

As correlações genéticas apresentadas na Tabela 3 para a avaliação genética dos pais (geração 2), confirmam a existência da interação genótipo x ambiente, verificando-se que os animais obtêm valores genéticos distintos em cada ambiente, ficando distantes tanto em posição como em valores absolutos.

Os resultados descritos acima são corroborados pela análise dos desvios padrões das estimativas dos valores genéticos dos Avós e Pais nos ambientes testados. Constatando-se que quando são realizadas as comparações entre os ambientes A1A2, A1B1 e A2B1, verifica-se a existência de interação genótipo x ambiente, pois os animais estão distribuídos aleatoriamente ao longo da classificação.

Estão descritos na Tabela 4 as estimativas para herdabilidade, variâncias genéticas aditivas e variâncias fenotípicas para a característica ganho de peso em coelhos para cada análise realizadas e respectivamente os intervalos de credibilidade para cada estimativa. Simonelli (1996), McNitt & Lukefahr (1996) e Su et al (1999) utilizando metodologia freqüentista, encontraram estimativa de herdabilidade para a característica ganho de peso em coelhos em torno de 0,17, muito próxima àquela encontrada para a análise com dados de produção dos netos (B1 igual a 0,14). Porém distante quando comparado aos valores das duas primeiras análises (A1 e A2 com estimativas de 0,67 e 0,56 respectivamente).

Mesmo observando uma alta herdabilidade para a característica ganho de peso em coelhos, suas progênes estavam distribuídas em uma classificação hierárquica, o que evidencia a existência da interação genótipo x ambiente.

As variâncias tanto genética aditivas como fenotípicas estão relativamente altas, isto devido a grande variabilidade dos pesos dos animais, devido ao grande número de indivíduos avaliados.

Todas as cadeias avaliadas convergiram em teste de convergência por meio de análise gráfica e da utilização dos testes de diagnóstico.

TABELA 4: Herdabilidades, Variância genética aditiva e Fenotípicas para a característica ganho de peso segundo as análises realizadas nos respectivos ambientes e seus respectivos intervalos de credibilidade (IC)

TABLE 4: Herdabilidades, Genetic Variances additive and phenotypica for the characteristic weight gain according to analyses carried through in respective environments e its respective intervals of credibility (IC)

-	GP-A1 ¹	GP-A2 ²	GP-B1 ³
Herdabilidade <i>Heritability</i> (IC)	0,67 0,40-0,92	0,56 0,21-0,91	0,14 0,08-0,22
Variância Aditiva <i>Additive Variance</i> (IC)	6229,67 3184,82-9665,10	6620,62 2146,97-12329,96	1405,56 805,71-2231,33
Variância Fenotípica <i>Phenotype Variance</i> (IC)	9109,12 7481,28-10922,77	11575,79 9468,07-14292,49	9795,06 9230,17-10401,90

¹A1 é ambiente 1, ²A2 é ambiente 2 e ³B1 somente com dados dos netos (geração 3) criados no ambiente 1.

CONCLUSÃO

Com base nos resultados, conclui-se que existe interação genótipo x ambiente para a característica ganho de peso em coelhos da raça Nova Zelândia Branco quando criados em gaiolas coletivas ou individuais, no período de 50 a 70 dias de idade.

LITERATURA CITADA

BLAS, C. & WISEMAN, J.; **The Nutrition of the Rabbit**, Cambridge – GRA. CABI Publishing, 1998. 344p.

FALCONER, D. S. **Introdução à genética quantitativa**. 1° ed. London: Longman, 1987. 279p.

FALCONER, D.S.; MACKAY, T.F.C. **Introduction to quantitative genetics**. 4.ed. Edinburgh: Longman, 1996. 464p.

GARRIDO, D.A.D., **Parâmetros genéticos e fenotípicos para características de desempenho de coelhos da raça Nova Zelândia Branca, usando inferência Bayesiana**. Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 2001. 74p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – UEM – Universidade Estadual de Maringá – Maringá-PR, 2001,

MASCIOLI, A.S. **Interação genótipo x ambiente sobre o desempenho de animais canchim e cruzados canchim x nelore**. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 2000. 99p. Tese (Doutorado em Produção Animal) - Universidade Estadual Paulista, 2000.

- McNITT, J.I., LUKEFHAR, S.D. Genetic and environment parameters for postweaning growth traits of rabbits using an animal model. Worls Rabbit Congress., 6, 1996, Toulouse: France. *Proceedings...* Toulouse, 1996. Vol2:325-329.
- PAULA, M.C. **Heterogeneidade de variâncias e interação genótipo x ambiente para produção de leite de bovinos da raça Holandesa no estado do Paraná.** UEM – Universidade Estadual de Maringá, 2006, 68p. Tese (Doutorado em Produção Animal) – Universidade Estadual de Maringá, 2006.
- POLASTRE, R. **Seleção em coelhos para o desempenho da ninhada e crescimento individual: estimação e ponderação de efeitos genéticos direto e materno.** Botucatu, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – UNESP, 1990, 124p. (Tese Livre Docência) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – UNESP, 1990.
- R Development Core Team (2004). **R: A language and environment for statistical computing.** R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>.
- ROCHA, M.M.; VELLO, N.A. Interação genótipos e locais para rendimento de grãos de linhagens de soja com diferentes ciclos de maturação. **Bragantia**, v.58, p.69-81, 1999.
- SAKAGUTI, E. S.; **Utilização de técnicas de análise multivariada na avaliação de cruzamentos dialélicos em coelhos,** Viçosa, UFV – Universidade Federal de Viçosa, 1994. 181p Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa – MG, 1994.
- SANTOS, A.L. *et. al.* Genotype x environment interaction in white New Zealand rabbits in two environments. Belo Horizonte: World congress of genetic livestock production. In: 3th RABBIT CONGRESS OF AMERICAS, Maringá. **Anais...** August 21-23, 2006. Maringá – PR – Brazil. 2006.

SIMONELLI, S.M. *Estimação de parâmetros genéticos e fenotípicos de características pós-desmama em coelhos*. Maringá, PR: UEM, 1996, 21p. Monografia (Graduação em Zootecnia) – Universidade Estadual do Maringá, 1996.

STANTON, T.L.; BLAKE, R.W.; QUAAS, R.L. et al. Genotype by environment interaction for Holstein milk yield in Colombia, México and Porto Rico. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.5, p.1700-1714, 1991.

SU, G., KJAER, IB., SORENSEN P. 1999. Estimatives of genetic parameters in danish white rabbits using an animal model: I growth and carcass traits. **World Rabbit Science**, 7(2):59-64.

VAN TASSEL, C. P., VAN VLECK, L. D. A manual for use of MTDGSAM. A set of fortran programs to apply gibbs sampling to animal models for variance component estimation. (DRAFT) Lincoln: Department of Agriculture/ Agricultural Research Service, 1995. 86p.

CAPÍTULO II

IV. AVALIAÇÃO GENÉTICA E TESTE DE DESEMPENHO DE COELHOS DA RAÇA NOVA ZELÂNDIA BRANCO CRIADOS EM AMBIENTES DIFERENCIADOS

RESUMO

O presente trabalho foi desenvolvido na Fazenda Experimental da Universidade Estadual de Maringá, situada na cidade de Iguatemi, no período de Setembro de 2005 a Novembro de 2006, no setor de Cunicultura. Onde foram avaliados coelhos da raça Nova Zelândia Branco, criados em gaiolas individuais ou coletivas no período de 50 a 70 dias de idade, o objetivo deste trabalho foi realizar avaliação genética e teste de desempenho para ganho de peso e conversão alimentar de coelhos submetidos aos dois ambientes (gaiolas individuais e coletivas), utilizando inferência Bayesiana. Realizaram-se seis análises bicaráter. No teste de desempenho foi observado que as características ganho de peso e conversão alimentar em ambos os ambientes tiveram valores para herdabilidade variando de 0,42 a 0,60. Tanto a correlação genética como a fenotípica foram positivas para ganho de peso e conversão alimentar quando avaliada a mesma característica entre os ambientes coletivo ou individual, e as correlações entre as características entre os ambientes foram todas negativas ou quase nulas. Por serem negativas verifica-se que em programa de melhoramento para a característica ganho de peso, melhorar-se a conversão alimentar e o inverso é verdadeiro. Conclui-se que o uso do teste de desempenho em gaiolas individuais tanto para ganho de peso como para conversão alimentar, pode resultar em progresso genético quando suas progênes forem criadas em ambiente coletivo. O estudo demonstrou que o teste de desempenho é uma ferramenta adequada para se obter ganhos genéticos na conversão alimentar para coelhos da raça Nova Zelândia Branco criados em ambientes diferenciados.

Palavras-chave: herdabilidade, ganho de peso, conversão alimentar, correlação genética, inferência bayesiana

Genetic Evaluation and Test of Performance of White New Zealand Rabbits Created in Differentiated Environments

ABSTRACT

The present work was carried out in the Experimental Farm of the Maringá State University, situated in the Iguatemi city, from September of 2005 to November of 2006, in the rabbit production section. Where rabbits of the White New Zealand breed had been evaluated, created in individual or collective cages in the period of 50 to 70 days of age. The objective of this work was to realize the genetic evaluation and the performance test for body weight gain and feed conversion of the animals submitted to the two environments (individual and collective cages), using the Bayesian inference. It was done six bicharacter analyses. In the performance test it was observed that body weight gain and feed conversion characteristic in both environments had heritability values varying from 0.42 to 0.60. The genetic correlation as the phenotypic were positive for body weight gain and feed conversion when evaluated the same characteristic between collective or individual environments, and the correlations between the characteristics among environments were negatives or almost nulls. For being negatives it is verified that in improvement programs for the body weight gain characteristic it is possible to improve the feed conversion and the inverse is true. It is concluded that the use of the performance test in individual cages as for body weight gain as for feed conversion, can be resulted in genetic progress when the lineages will be created in collective environment. The study demonstrated that the performance test is an adjusted tool to get genetic gains in the feed conversion for rabbits of the White New Zealand breed created in differentiated environments.

Key-words: Bayesian inference, body weight gain, feed conversion, genetic correlation, heritability, Speraman correlation.

INTRODUÇÃO

Médias preconizadas atualmente para índices zootécnicos para coelhos são de 3,25 para a conversão alimentar e de 2,0 kg para peso ao abate aos 70 dias. Porém outros fatores como tamanho de ninhada, peso ao desmame e ambiente, são de suma importância para se obter o máximo potencial do animal ao final dos 70 dias de idade, quando atinge peso para abate.

As características tamanho de ninhada, peso média de ninhada a desmama e ganho de peso da ninhada são usualmente considerados como as melhores estimativas de produtividade de coelhas, visto que são funções de todos os efeitos pré-desmama (Khalil et al., 1987).

Polastre et al. (1992) afirmam que características de desempenho individual pós-desmama, como peso individual a desmama, peso individual ao abate e ganho de peso da desmama ao abate são influenciados diferentemente pelo efeito materno.

Para Moura et al. (1991) e Simonelli et al. (1997), as características de desempenho pós-desmama como ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar e peso ao abate devem ser alvo de seleção, visto que apresentam valores de herdabilidade médio a alto e têm importância econômica na exploração.

Peso ao abate, ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar são características que devem merecer especial atenção em programas de melhoramento de coelhos (Polastre, 1990). Para que isso seja possível, informações sobre parâmetros genéticos e fenotípicos dessas características são necessárias (Khalil et al., 1986).

O desenvolvimento de material genético superior se dá por meio de programas de melhoramento genético, nos quais são usados planteis de reprodução formados a cada geração a partir da seleção dos animais geneticamente superiores que são multiplicados

para formar a próxima geração. A eficiência desse processo é dependente da precisão com que são obtidas as estimativas dos componentes de (co) variância das características e dos critérios de seleção (Martins et al., 1997). Os métodos indicados para a estimação dessas (co) variâncias já estão relativamente bem definidos (Gianola & Fernando, 1986) e as estimativas podem variar de acordo com a população e com o ambiente em que os indivíduos são criados.

A correlação reflete o grau de associação entre caracteres. Seu conhecimento é importante porque mostra como a seleção para um caráter influencia a expressão de outros caracteres. Nos programas de melhoramento, geralmente, além de se visar o aprimoramento de um caráter principal, busca-se também manter ou melhorar a expressão de outros caracteres simultaneamente.

A seleção de indivíduos, com base nas características peso ao abate, consumo de ração e conversão alimentar, é considerada relativamente difícil, em razão da complexidade de sua base genética e do elevado grau de influência do ambiente a que são sujeitas, podendo gerar interação genótipo x ambiente (Sakaguti, 1994).

Sarmiento et al. (2000) afirmam que quanto mais afastado da idade a desmama, menor é o efeito materno e mais eficiente é a seleção devido ao desempenho ter maior influência do efeito genético direto.

Garrido (2001) trabalhando com coelhos encontrou valores de herdabilidade de 0,01 e 0,68 para ganho de peso e conversão alimentar respectivamente. Estes resultados sugerem que a seleção para conversão alimentar permite obter melhores respostas.

Este trabalho teve como objetivo realizar avaliação genética e teste de desempenho para ganho de peso e conversão alimentar de coelhos da raça Nova Zelândia Branco submetidos aos dois ambientes (gaiolas individuais e coletivas), no período de 50 a 70 dias de idade.

METODOLOGIA

Os dados analisados neste estudo foram coletados no período de Setembro de 2005 a Novembro de 2006, no setor de cunicultura da Fazenda Experimental Iguatemi da Universidade Estadual de Maringá.

Os animais avaliados foram alojados em um galpão de alvenaria com piso de concreto, cobertura de telha de fibrocimento e pé-direito de 3,5 m, possuindo nas laterais paredes de 0,3 m de altura e o restante em tela e cortina plástica para a proteção de ventos e chuva. As gaiolas utilizadas eram de arame galvanizado, providas de bebedouro automático e comedouro semi-automático.

O experimento iniciou-se com uma população 36 machos e 108 fêmeas da raça Nova Zelândia Branco, tomados ao acaso, denominado geração 1. Ao apresentarem condições de cobertura, sendo fêmeas entre 5 a 6 meses e machos com 6 a 7 meses de idade, as fêmeas foram levadas às gaiolas dos machos para o acasalamento, utilizando-se três fêmeas para cada macho. Os acasalamentos foram devidamente registrados nas fichas de controle, para posterior controle da descendência.

Desses acasalamentos foram produzidos os animais da geração 2 criados recebendo como fonte de alimento o leite materno e tendo acesso à ração da mãe.

Aos 32 dias, os animais foram desmamados, pesados, sexados e tatuados na orelha esquerda com número de identificação para posterior controle. Em seguida, seguiram para gaiolas onde permaneceram alojados em ninhadas até os 47 dias de idade.

Os machos foram submetidos a dois tratamentos experimentais que foram compostos por ambientes diferenciados. No ambiente 1, durante o período experimental os animais foram alojados em ninhada, e no ambiente 2 os animais foram alojados

separados em gaiolas individuais durante o período experimental (50 a 70 dias de idade).

Aos 47 dias de idade as ninhadas foram dispostas aleatoriamente para serem mantidas juntas ou separadas conforme o tratamento, tendo os animais um período de 3 dias para adaptação, e permanecendo nas gaiolas por um período de vinte dias. Neste período foram mensurados os pesos na entrada (50 dias de idade) e saída (70 dias de idade), além do consumo de ração, através do controle do alimento fornecido dos 50 aos 70 dias de idade por recipientes colocados em cima da gaiola de cada animal ou ninhada. Por meio desses dados, foi avaliado o ganho de peso e a conversão alimentar dos coelhos pós-desmama. Para os animais criados em ninhada foi calculada a conversão alimentar do grupo (ninhada em cada gaiola).

Após as avaliações genéticas com base no ganho de peso dos 50 aos 70 dias utilizando-se modelo animal e considerando como covariável o tamanho da ninhada, os machos da geração 2 foram classificados em cada ambiente e foram escolhidos animais que estavam entre os dez melhores, os dez intermediários e os dez com menores valores genéticos, evitando parentesco entre os animais selecionados. Estes animais foram recriados e acasalados com fêmeas tomadas ao acaso, obtendo para cada macho uma média de seis ninhadas desmamadas que formaram a geração 3. Todos os animais da geração 3 foram criados em gaiolas coletivas.

Ao final do período experimental foram obtidas dados de performance de 2294 animais dos quais 200 foram criados individualmente e 2094 foram criados em gaiolas coletivas, desses os netos são 1887 animais. Considerando os animais das gerações 1, 2 e 3 (avós, pais e netos) a matriz de parentesco envolveu 2597 animais.

Os dados foram analisados por meio do software MTGSAM - Multiple Trait Gibbs Sampling in Animal Models (Van Tassel & Van Vleck, 1995) que procede à estimação Bayesiana por meio da técnica de amostragem de Gibbs.

Para a realização das análises foi utilizado um modelo animal que inclui o efeito genético direto. Foi considerado tamanho de ninhada como covariável para todas as características, e ambiente, data de nascimento e sexo como efeitos fixos, os animais foram separados por grupos genéticos ou grupos de contemporâneos.

Para realização das análises foi considerado o ganho de peso e a conversão alimentar em ambientes diferenciados como características distintas. Ganho de peso de animais criados no ambiente 1 (GP1), ganho de peso dos animais criados no ambiente 2

(GP2), conversão alimentar dos animais criados no ambiente 1 (CA1) e conversão alimentar dos animais criados no ambiente 2 (CA2).

Para a realização do teste de desempenho dos animais, foram realizadas seis análises bicaráter, sendo elas compostas por combinações das características avaliadas (GP1GP2, CA1CA2, GP1CA1, GP1CA2, GP2CA1 e GP2CA2), obtendo assim as estimativas para componentes de (co) variâncias e herdabilidades, também como méritos genéticos, para serem utilizados nas respectivas análises de desempenho dos animais avaliados.

Ao final do experimento, foram controlados animais de duas gerações sendo elas pais (geração 2) e netos (geração 3) com dados de produção e avós considerados como dados perdidos (geração 1).

Cada animal teve a sua disposição água e ração à vontade. A ração foi formulada à base de milho, farelo de trigo, farelo de soja, feno de alfafa, feno de aveia, suplementação de minerais, vitaminas e aditivos (Coccidiostáticos e Bacitracina de zinco), cuja composição encontra-se na Tabela 1. A ração foi formulada de acordo com as recomendações de Blas & Wiseman (1998).

TABELA 5: Composição percentual da ração
TABLE 5: Percentile composition of the feed

Alimentos / feed	Composição % Composition %
Milho (<i>Mays</i>)	30,5
Farelo de Soja (<i>Soybean Meal</i>)	13,0
Farelo de Trigo (<i>Wheat bran</i>)	19,0
Feno de alfafa (<i>alfalfa hay</i>)	25,0
Feno de aveia (<i>oats hay</i>)	10,0
Sal comum (<i>salt</i>)	0,40
Fosfato bicálcico (<i>Dicalcium Phosp.</i>)	0,50
Calcário (<i>Limestone</i>)	1,00
DL-Metionina (<i>DL-Methionine</i>)	0,10
Mist. Vit. + Min. (<i>Mix Vit. + Min.</i>)	0,50
Total (<i>Total</i>)	100,0
Composição Bromatológica	
<i>(Chemical composition)</i>	
MS % (<i>Dray mater</i>)	89,0
PB % (<i>Crude Protein (%)</i>)	17,0
ED Kcal kg ⁻¹ (<i>Digestible Energy Kcal kg⁻¹</i>)	2600
Ca ⁺⁺ % (<i>Calcium (%)</i>)	1,0
P % (<i>Phosphorus (%)</i>)	0,5
Met. + Cist. % (<i>Methionine + Cystine (%)</i>)	0,6
Lisina % (<i>Lysine (%)</i>)	0,8

Os dados foram analisados por meio do software MTGSAM - Multiple Trait Gibbs Sampling in Animal Models (Van Tassel e Van Vleck, 1995) que procede à estimação Bayesiana por meio da técnica de amostragem de Gibbs, para integrar numericamente a função densidade de probabilidade conjunta posterior dos vetores de efeitos fixos e aleatórios e componentes de variância sobre os quais se pretende inferir.

Este software permite uso de modelos uni e multicaráter, com dados perdidos com efeitos aleatórios adicionais, correlacionados, como efeito genético materno e não correlacionados, como ambiente permanente e comum. Além disso, permite a especificação dos efeitos fixos e covariáveis separadamente para cada característica (Van Tassel & Van Vleck, 1995).

As avaliações genéticas resultaram em méritos genéticos para os animais em cada característica, o que possibilitou o cálculo da correlação genética entre as características avaliadas.

O modelo animal utilizado para avaliação genética animal foi:

$$Y = X\beta + Z_1a + Z_2p + \varepsilon$$

Em que:

Y é o vetor de observações;

X é matriz de incidência dos efeitos fixos;

β é o vetor dos efeitos fixos;

Z_1 é a matriz de incidência do valor genético aditivo;

a é o vetor dos efeitos fixos do coelho;

Z_2 é a matriz de incidência dos efeitos permanentes do ambiente;

p é o vetor dos efeitos permanentes do ambiente;

ε é o vetor dos erros aleatórios associados às observações do vetor Y .

Admitiu-se a seguinte distribuição normal multivariada:

$$\begin{bmatrix} Y \\ a \\ p \\ e \end{bmatrix} \sim NMV \left\{ \begin{bmatrix} X\beta \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}; \begin{bmatrix} V & Z_1G & Z_2P & R \\ GZ_1' & G & \phi & \phi \\ PZ_2' & \phi & P & \phi \\ R & \phi & \phi & R \end{bmatrix} \right\}$$

Sendo:

V é a matriz de (co) variância = $Z_1GZ_1' + Z_2PZ_2' + R$

Em que:

G é a matriz de (co) variância genética aditiva, dada por: $G = A\sigma_a^2$

A é a matriz de coeficientes de parentesco;

σ_a^2 é o componente de variância genética aditiva;

P é a matriz de variância e (co) variância do efeito permanente da característica dada por: $I_m \sigma_p^2$

I_m é uma matriz identidade de ordem igual ao número de mães;

σ_p^2 é o componente de variância do efeito permanente;

R é a matriz de variância e (co) variância residual, dada por: $I_n \sigma_e^2$

I_n é uma matriz identidade de ordem igual ao número de observações;

σ_e^2 é o componente de variância residual.

Para realização deste trabalho, foram utilizadas nas análises vários tamanho de cadeias de Gibbs, conforme necessidade de convergência das cadeias, no entanto todas as análises tiveram um descarte inicial dos primeiros 500.000 ciclos (*burn-in*), com uma amostragem a cada 1.000 ciclos (*thinning interval*) gerando de 1.000 a 10.000 amostras dos componentes de variâncias e valores genéticos para cada animal conforme a característica. De acordo com Van Tassel & Van Vleck (1995) procedimentos de retiradas de amostras a grandes intervalos assegura que a correlação entre as amostras seja nula ou muito pequena.

A convergência das cadeias de Gibbs para distribuições estacionárias foi testada por meio dos testes de diagnóstico de Geweke e de Heidelberger & Welch, disponíveis no CODA (*Convergence Diagnosis and Output Analysis*), implementado no programa R (2004). Foram construídos intervalos de credibilidade para todos os componentes de (co) variância estimados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As estimativas de herdabilidade para as características de ganho de peso e conversão alimentar nos dois ambientes testados estão descritas na Tabela 6.

Observa-se que as estimativas para herdabilidade em todas as características são próximas, no intervalo entre 0,42 a 0,60, estando entre média e alta, permitindo assim o seu uso em programas de seleção.

TABELA 6: Estimativas de herdabilidade para as características ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) e respectivos intervalos de credibilidade ($P=0.9$), desvio padrão, e erro padrão nos dois ambientes.

TABLE 6: Estimates of heritability for characteristic the weight gain (GP) and ratio feed:gain (CA) and respective intervals of credibility ($P=0.9$), shunting line standard, and error standard in two environments.

Características	Médias	Intervalo de	Desvio Padrão	Erro Padrão
<i>Characteristic</i>	<i>Means</i>	Credibilidade	<i>Standard</i>	<i>Standard</i>
		<i>Intervals of credibility</i>	<i>deviation</i>	<i>Error</i>
h_{GP1}^2	0,42	0,34 – 0,50	0,0492	0,0004
h_{GP2}^2	0,56	0,31 – 0,83	0,1591	0,0015
h_{CA1}^2	0,47	0,40 – 0,53	0,0469	0,0010
h_{CA2}^2	0,60	0,48 – 0,69	0,0693	0,0015

Para o ganho de peso nos dois ambientes, as herdabilidades estimadas neste trabalho não diferem quando comparadas aos valores das estimativas encontradas por Santos et al. (2006) de 0,33 e 0,47 para ambiente 1 e 2, e das obtidas por Garrido (2001) de 0,38 e 0,35 para ambiente 1 e 2. Deve-se levar em consideração que para obtenção destas estimativas de herdabilidades, os autores utilizaram dados de desempenho dos coelhos criados em um ou em outro ambiente, desconsiderando dados de suas progênes. Moura et al. (1991) afirmam que a herdabilidade para ganho de peso em coelhos encontrada na literatura pode estar entre 0,34 e 0,60, o que vem a corroborar os resultados encontrados.

Simonelli (1996), McNitt & Lukefahr (1996) e Su et. al. (1999) utilizando metodologia freqüentista, encontraram estimativa de herdabilidade para a característica ganho de peso em coelhos em torno de 0,17.

Para a característica conversão alimentar as estimativas de herdabilidades foram de 0,47 e 0,60 para os ambientes 1 e 2 respectivamente, Garrido (2001) trabalhando com coelhos testados logo após a desmama e criados em gaiolas individuais encontrou herdabilidade para a conversão alimentar de 0,68. Este autor utilizou dados de animais criados em gaiolas individuais e não considerou desempenho de parentes criados em gaiolas coletivas, enquanto que no presente estudo considerou-se os desempenhos das progênes criadas em gaiolas coletivas, além das progênes criadas em gaiolas individuais, o que influenciou na classificação dos progenitores criados no ambiente individual, e no valor da herdabilidade da característica.

As correlações genéticas e fenotípicas entre as características nos dois ambientes avaliados estão descritos na Tabela 7.

As correlações genéticas entre ganho de peso nos dois ambientes e a conversão alimentar também nos dois ambientes (0,68 e 0,56) respectivamente, são moderadas, o que sugere que parte dos indivíduos tem comportamento semelhante para ganho de peso em ambos os ambientes. Porém, alguns indivíduos conseguem adaptar-se ao ambiente diferenciado ou sofrer com esta diferença, isso possivelmente devido à interação que o animal exerce com o ambiente onde ele é mantido.

TABELA 7: Estimativas de correlações genéticas e fenotípicas para as características ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA), em ambos os ambientes

Table 7: Estimates of genetic and phenotypic correlations for characteristic the weight gain (GP) and alimentary conversion (CA), in both the environments

Correlações <i>Correlations</i>	Correlação Genética <i>Genetic Correaltion</i>	Correlação Fenotípica <i>Correlations Phenotipic</i>
$r_{GP1 \times GP2}$	0,679	0,301
$r_{CA1 \times CA2}$	0,558	0,170
$r_{GP1 \times CA1}$	-0,600	-0,746
$r_{GP1 \times CA2}$	-0,391	-0,054
$r_{GP2 \times CA1}$	-0,476	-0,041
$r_{GP2 \times CA2}$	-0,704	-0,438

Já a correlação genética entre o ganho de peso e a conversão no ambiente 1 é alta e negativa (-0,60) o que também é observado quanto a correlação para ganho de peso e conversão alimentar no ambiente 2 (-0,70), ou seja, selecionando-se coelhos com base em sua conversão alimentar em qualquer dos ambientes, o ganho de peso de suas progênes quando criadas no mesmo ambiente dos pais tende a aumentar. Isto devido à conversão alimentar ser inversamente proporcional ao ganho de peso.

Simonelli (1996) e Garrido (2001) encontraram uma correlação genética muito baixa, 0,01 e 0,06, e respectivamente, entre o ganho de peso e conversão alimentar de coelhos criados em gaiolas coletivas. Isto sugere que a maioria dos genes que influenciam o ganho de peso não necessariamente influencia a conversão alimentar. Assim, animais selecionados com base na característica ganho de peso em ambiente de gaiola coletiva não obterão resposta significativa com relação à conversão alimentar quando forem criados no mesmo ambiente.

As correlações genéticas observadas para ganho de peso em um ambiente e conversão alimentar em outro foram negativas, (sendo -0,39 para $r_{GP1 \times CA2}$ e -0,48, para $r_{GP2 \times CA1}$). Como o interesse é a diminuição do valor da conversão alimentar, o resultado vem demonstrar que se pode lançar mão desta característica em programas de melhoramento visando a melhora do ganho de peso.

As correlações fenotípicas seguiram o comportamento das correlações genéticas, ou seja, para correlação entre ganho de peso nos dois ambientes (0,30) e conversão alimentar nos dois ambientes (0,17), obtiveram estimativas. Garrido (2001) encontrou

correlação fenotípica para ganho de peso nos dois ambientes de 0,25, sendo muito próximo ao obtido no presente trabalho. A correlação fenotípica entre ganho de peso e conversão alimentar no ambiente 1 foi negativa (-0,75) como para o ambiente 2 (-0,44). Sendo de interesse diminuir a conversão alimentar e aumentar o ganho de peso.

As correlações fenotípicas para as características ganho de peso em um ambiente e a conversão alimentar em outro, foram negativas, porém baixas ou quase nulas, sendo -0,054 para $r_{GP1 \times CA2}$ e -0,041 para $r_{GP2 \times CA1}$.

Uma correlação genética significativa ocorreu entre o ganho de peso nos dois ambientes avaliados. A seleção para ganho de peso em algum dos ambientes, para suas proles serem criadas em outro, permite uma resposta significativa. O que também foi observado para conversão alimentar, ou seja, selecionando-se animais com base na conversão alimentar em gaiolas individuais, quando suas progênes forem criadas em gaiolas coletivas, elas obteram uma resposta significativa, observando que conversão alimentar em gaiola individual gera um valor correto para a conversão, ao contrário da conversão alimentar estimada de toda a ninhada, obtida através da divisão do consumo total de alimento da ninhada pelo número de animais na ninhada.

A Tabela 8 apresenta as estimativas dos componentes de (co) variância genética aditiva para as características avaliadas e seus respectivos intervalos de credibilidade em nível de 90%.

Garrido (2001) encontrou estimativas de componentes de variância para efeito genético direto para ganho de peso nos dois ambientes de 124,11 e 113,18, demonstrando uma baixa variação, porém em desconformidade com as estimativas aqui encontradas, onde foram observadas estimativas de 4.158,0 e 6.708,0 com intervalo de credibilidade de 3.202,87 – 5.198,0 e 3.300,61 – 11.290,0 em nível de 90%, respectivamente, diferindo também na covariância encontrada entre o ganho de peso nos dois ambientes, que foi de 76,87 e no presente trabalho foi estimada em 2.242,0, com intervalo de credibilidade de 785,23 – 3.736,0, como observado na Tabela 8.

As estimativas para os componentes de variância genética aditiva para conversão alimentar nos dois ambientes foram de 0,16 e 0,19 com intervalo de credibilidade de 0,13 – 0,20 e 0,14 – 0,24 respectivamente, e a covariância para a conversão alimentar entre os dois ambientes foi baixa ou quase nula (0,04).

TABELA 8: Estimativas dos componentes de (co) variâncias genética e respectivos intervalos de credibilidade ($P=0,9$), desvio padrão, e erro padrão para o efeito genético aditivo para as características ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) nos dois ambientes

Table 8: Estimates of the components of (co) variances genetic and respective intervals of credibility ($P=0,9$), shunting line standard, and error standard for the additive genetic effect for characteristic the weight gain3 (GP) and alimentary conversion (CA) in two environments

(co) Variâncias (co) variances	Média <i>Means</i>	Intervalo de Credibilidade <i>Intervals of credibility</i>	Desvio Padrão <i>Standard deviations</i>	Erro Padrão <i>Standar Error</i>
σ_{GP1}^2	4158,0	3202,87 – 5198,00	607,50	5,5448
σ_{GP2}^2	6708,00	3300,61 – 11290,00	2455,00	22,4049
σ_{CA1}^2	0,16	0,13 – 0,20	0,0207	0,00046
σ_{CA2}^2	0,19	0,14 – 0,24	0,0324	0,00073
$\sigma_{GP1 \times GP2}$	2242,00	785,23 – 3736,00	893,30	8,1541
$\sigma_{CA1 \times CA2}$	0,04	0,007 – 0,073	0,0201	0,00045
$\sigma_{GP1 \times CA1}$	-16,53	-21,95 – -11,81	3,0776	0,0687
$\sigma_{GP1 \times CA2}$	-2,798	-10,1697 – 4,6110	4,4931	0,0536
$\sigma_{GP2 \times CA1}$	-2,4787	-7,8995 – 2,5090	3,20	0,0305
$\sigma_{GP2 \times CA2}$	-22,7924	-41,45 – -7,89	10,29	0,1877

Na Tabela 9 estão descritas as estimativas dos componentes de (co) variância fenotípica para as características ganho de peso e conversão alimentar. No presente trabalho encontraram-se estimativas para o componente de variância fenotípica de 9.966,0 e 11.880,0, com intervalo de credibilidade de 9.345,06 – 10.640,0 e 9.803,61 – 14.420,0 para ganho de peso nos dois ambientes respectivamente e a covariância de 2.856,0 com intervalo de credibilidade entre -2.846,72 – 7.823,0, respectivamente nos ambientes 1 e 2. Garrido (2001) encontrou estimativas para o componente de variância fenotípica para ganho de peso de 345,33 e 290,97 nos dois ambientes, respectivamente.

Analisando os erros padrões descritos nas tabelas 6, 8 e 9, pode-se verificar que os componentes de (co) variância tanto para a característica ganho de peso como conversão alimentar foram estimados com alta precisão.

Tabela 9: Estimativas dos componentes de (co) variância fenotípica e respectivos intervalos de credibilidade ($P=0.9$), desvio padrão, e erro padrão para as características ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) nos dois ambientes

Table 9: Estimativas of the components of (co) fenotípica variance and respective intervals of credibility ($P=0.9$), shunting line standard, and error standard for characteristic the profit of weight (GP) and alimentary conversion (CA) in two environments

(co) Variâncias (co) variances	Média <i>Means</i>	Intervalo de Credibilidade <i>Intervals of credibility</i>	Desvio Padrão <i>Standard deviations</i>	Erro Padrão <i>Standar Error</i>
σ_{GP1}^2	9966,0	9345,06 – 10640,0	397,10	3,6248
σ_{GP2}^2	11880,0	9803,61 – 14420,0	1416,00	12,9269
σ_{CA1}^2	0,340	0,318 – 0,357	0,0137	0,0003
σ_{CA2}^2	0,310	0,261 – 0,353	0,0328	0,0007
$\sigma_{GP1 \times GP2}$	2856,00	-2846,72 – 7823,0	3511,00	32,0459
$\sigma_{CA1 \times CA2}$	0,055	0,0008 – 0,0956	0,0327	0,0007
$\sigma_{GP1 \times CA1}$	-45,25120	-48,74 – -41,90	2,06208	0,0460
$\sigma_{GP1 \times CA2}$	-2,79	-14,05 – 8,45	6,92426	0,0826
$\sigma_{GP2 \times CA1}$	-2,3675	-9,43 – 4,70	4,32	0,0412
$\sigma_{GP2 \times CA2}$	-38,81460	-51,76 – -27,12	7,50500	0,1369

Os componentes de variância fenotípica para conversão alimentar nos dois ambientes foram de 0,340 e 0,310 com seus intervalos de credibilidade de 0,318 – 0,357 e 0,261– 0,353 respectivamente, para a covariância fenotípica entre a conversão nos dois ambientes a estimativa foi de 0,055 com intervalo de credibilidade de 0,0008 – 0,0956.

Como se poderia esperar, as covariâncias entre ganho de peso e conversão alimentar entre os ambientes foram negativas, onde as covariâncias medem a associação das distribuições de cada amostra, enquanto um valor aumenta outro segue a direção inversa, o que é desejado, como já citado. O que vem de encontro com um melhor aproveitamento do alimento, por conseguinte melhor conversão alimentar. Esta afirmação pode ser corroborada quando se observa as correlações fenotípicas entre ganho de peso e conversão alimentar entre os ambientes, sendo todas negativas, demonstrando a relação.

CONCLUSÃO

O uso do teste de desempenho em gaiolas individuais tanto para ganho de peso como para conversão alimentar, pode-se resultar em progresso genético quando as progênes forem criadas em ambiente coletivo.

LITERATURA CITADA

- BLAS, C. & WISEMAN, J.; **The Nutrition of the Rabbit**, Cambridge – GRA. CABI Publishing, 1998. 344p.
- FALCONER, D. S. **Introdução à genética quantitativa**. 1º ed. London: Longman, 1987. 279p.
- GARRIDO, D.A.D., **Parâmetros genéticos e fenotípicos para características de desempenho de coelhos da raça Nova Zelândia Branca, usando inferência Bayesiana**. Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 2001. 74p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – UEM – Universidade Estadual de Maringá – Maringá-PR, 2001,
- GIANOLA, D., & FERNANDO, R. L. Bayesian methods in animal breeding theory. **Journal Animal Science**, v. 63: p 217-44, 1986.
- KHALIL, M.H., OWEN, J.B., AFIF, E.A. A review of phenotypic and genetic parameters associated with meat production traits in rabbit. **Animal Breeding Abstract**, v 54 n 9: p 725-749, 1986.
- KHALIL, M.H.; OWEN, J.B.; AFIF, E.A. A genetic analysis of litter traits in Bouscat and Giza White rabbits. **Anim. Prod.**, v 45 n 01: pg 123-134. 1987.

- MARTINS, E.N., SILVA, M.A., LOPES, P.S., REGAZZI, A.J., RAGGI, L.A. Desenvolvimento de um sistema para simulação de população de coelhos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.2, p.272-282, 1997.
- McNITT, J.I., LUKEFHAR, S.D. Genetic and environment parameters for postweaning growth traits of rabbits using an animal model. *Worlds Rabbit Congress.*, 6, 1996, Toulouse: France. **Proceedings...** Toulouse, 1996. Vol2:325-329.
- MOURA, A.S. A M. T., POLASTRE, R, CARMELO, M. J. Genetic study of individual performance from weaning to slaughter in selecte rabbits. **Journal Applied Rabbit Research**. v 14: p 228-234, 1991.
- POLASTRE, R. **Seleção em coelhos para o desempenho da ninhada e crescimento individual: estimação e ponderação de efeitos genéticos direto e materno.** Botucatu, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – UNESP, 1990, 124p. (Tese Livre Docência) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – UNESP, 1990.
- POLASTRE, R.; MOURA, A.S.A.M.T.; PONS, S.S. 1992. Expectativa de um programa de seleção em massa para taxa de crescimento individual em coelhos a raça Selecta. *Ver. Soc. Zoot.*, v 21, n 01: pg 45-46.
- R Development Core Team (2004). **R: A language and environment for statistical computing.** R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>.
- SAKAGUTI, E. S.; **Utilização de técnicas de análise multivariada na avaliação de cruzamentos dialélicos em coelhos**, Viçosa, UFV – Universidade Federal de Viçosa, 1994. 181p Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa – MG, 1994.
- SANTOS, A.L. MARTINS, E.N. SCAPINELLO, C. Evaluation of the genotype x environment interaction in weight gain of rabbits submitted to two different

environments. In: 8th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Belo Horizonte. **Anais...** August 13-18, 2006. Belo Horizonte, MG – 2006.

SARMENTO, J.L.R.; PIMENTA FILHA, E.C.; RIBEIRO, M.N.; MARTINS FILHO, R. Estudo genético de peso pós-desmama de bovinos Nelore e Guzerá no estado da Paraíba. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., Viçosa, 2000. **Anais...** Viçosa, SBZ, 2000. Cd rom.

SIMONELLI, S.M. *Estimação de parâmetros genéticos e fenotípicos de características pós-desmama em coelhos*. Maringá, PR: UEM, 1996, 21p. Monografia (Graduação em Zootecnia) – Universidade Estadual do Maringá, 1996.

SU, G., KJAER, IB., SORENSEN P. 1999. Estimatives of genetic parameters in danish white rabbits using an animal model: I growth and carcass traits. **World Rabbit Science**, 7(2):59-64.

VAN TASSEL, C. P., VAN VLECK, L. D. A manual for use of MTDGSAM. A set of fortran programs to apply gibbs sampling to animal models for variance component estimation. (DRAFT) Lincoln: Department of Agriculture/ Agricultural Research Service, 1995. 86p.

VRILLON, J.L.; DONAL, R.; POPUJARDIEU, B. et al.1979. apud MOSOERO, G. Fattori genetici della produzione del coniglio. *Coniglicultura*, v 17 n 2: pg. 19-58.

V. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No estudo da interação genótipo x ambiente em função do teste de desempenho ser feito individual ou coletivamente, houve evidências de que o efeito do clima na interação genótipo ambiente parece ser de maior importância. Demonstrando a necessidade de mais pesquisas nesta área.

O estudo demonstrou que o teste de desempenho é uma ferramenta adequada para se obter ganhos genéticos na conversão alimentar para coelhos da raça Nova Zelândia Branco criados em ambientes diferenciados.