

ARTÍCULO TÉCNICO

Rodrigo Vásquez<sup>1</sup>, Rodrigo Martínez<sup>1</sup>,  
Carlos Manrique<sup>2</sup> y Yenny Rodríguez<sup>3</sup>

ABSTRACT

**Genetic evaluation of production and reproductive behavior in clusters of New Zealand and Chinchilla races of rabbits**

Analysis of variance and estimates of heritability and repeatability for characteristics of development, reproduction and survivorship in two clusters of New Zealand (NZ) and Chinchilla (Ch) races of rabbits were determined from registries about matings and weanings throughout a five year period. Among the characteristics analyzed, genetic factors derived from father and mother, as well as the environmental, constituted significant sources of variation, especially during the rearing phase. In regard to the estimations of genetic parameters, values of heritability were reached that varied between  $h^2=0.00$  and  $h^2=0.33$  for the characters 'individual weight at birth' and 'interval between births', respectively, for the NZ race; and between  $h^2=0.00$  for 'individual weight at birth' and  $h^2=0.40$  for 'interval between births' in the Ch population. It was determined that the characteristics during the rearing phase tend to show higher values of heritability than those related to the fattening stage, in which the heritability indices found for the characters 'weight at sacrifice', 'slaughter weight' and 'slaughter yield' are low (less than 0.11), so their inclusion in a selection program would have low impact on genetic progress.

*Key words:* rabbits, genetic variance, heritability, repeatability.

Recibido: noviembre 30 de 2006  
Aceptado: junio 2 de 2007

1. Investigadores, Grupo de Recursos Genéticos y Biotecnología Animal, C.I. Tibaitatá, Mosquera (Cundinamarca). e-mails: rvasquez@corpoica.org.co y rmartinez@corpoica.org.co
2. Docente, Departamento de Producción Animal, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
3. Zootecnista, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

## Evaluación genética del comportamiento productivo y reproductivo en núcleos de conejos de las razas Nueva Zelanda y Chinchilla

RESUMEN

Se realizaron análisis de varianza y estimaciones de heredabilidad y repetibilidad para características de crecimiento, reproducción y sobrevivencia en dos núcleos de conejos de las razas Nueva Zelanda (NZ) y Chinchilla (Ch), a partir de registros sobre montas y destetes realizados a lo largo de cinco años. Entre los caracteres analizados, los factores genéticos derivados de padre y madre, así como los ambientales, constituyeron fuentes significativas de variación especialmente en la fase de cría. En cuanto las estimaciones de los parámetros genéticos, se alcanzaron valores de heredabilidad de  $h^2=0.00$  y  $h^2=0.33$  para los caracteres 'peso individual al parto' e 'intervalo entre partos', respectivamente en la población NZ; y de  $h^2=0.00$  para 'peso individual al parto' y 'peso camada viva al parto' y  $h^2=0.40$  para 'intervalo entre partos' en la población Ch. Se determinó que las características en la fase de cría tienden a presentar mayores valores de heredabilidad que las relacionadas con la etapa de engorde, pues los índices de heredabilidad encontrados para los caracteres 'peso al sacrificio', 'peso de la canal' y 'rendimiento en canal' son bajos (menores de 0,11), por lo que su inclusión en un programa de selección tendría bajo impacto sobre el progreso genético.

*Palabras clave:* conejos, varianza genética, heredabilidad, repetibilidad.

INTRODUCCIÓN

LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN cunícola en Colombia presentan como principal inconveniente una escasa disponibilidad de material genético probado y adaptado a las condiciones agroecológicas del país. Esto ha hecho que en las explotaciones cunícolas se seleccionen de manera empírica y subjetiva los reproductores de reemplazo, sin tener en cuenta que poblaciones pequeñas y cerradas, manejadas sin las debidas precauciones, llevan rápidamente al incremento de la consanguinidad y a la consecuente depresión de parámetros zootécnicos de importancia económica como la viabilidad, la fertilidad y la resistencia a enfermedades. Esta falla técnica hace que la producción cunícola aparezca como poco rentable y puede ser una de las causas principales del escaso crecimiento de esta industria en el país.

En Latinoamérica se tienen muy pocos reportes sobre conservación, caracterización y mejoramiento de recursos genéticos en esta especie; al respecto, se señala que sólo Cuba y Argentina (conejos Angora) señalan genéricamente a los conejos como parte de los recursos genéticos que estos países consideran importantes (Padilla, 1995).

Algunos autores han realizado extensos estudios sobre los parámetros genéticos de varias características de producción y reproducción de conejos, entre ellos Khalil *et al.* (1986) quienes hicieron una importante revisión y encontraron que la mayoría de los estudios han utilizado modelos paternos o maternos y muy pocos han tenido en cuenta el efecto de camada común y/o el efecto genético materno sobre las características pos-destete, efectos que pueden ser más importantes aún que los genéticos aditivos (Ferraz *et al.*, 1992; Ferraz y Eler, 1996). Esto puede explicar en parte las bajas tasas de respuesta genética reportadas para la selección de características de crecimiento en conejos (Rochambeau *et al.*, 1989; Estany *et al.*, 1992). No obstante, estudios como los de Baselga y Blase (1989) y Lukefahr *et al.* (1992, 1997, 1998) han aplicado las ecuaciones del modelo mixto para eliminar estos sesgos metodológicos.

En conejos son escasos los reportes de resultados exitosos en evaluación genética y selección de poblaciones. Se han realizado trabajos sobre ganancia diaria de peso (Estany *et al.*, 1992; Moura *et al.*, 1997; Rochambeau *et al.*, 1994) y peso a los 70 días de edad (Lukefahr *et al.*, 1996;

Rehfeldt *et al.*, 1990); así mismo, poco se ha examinado el efecto de la selección respecto del incremento de la tasa de crecimiento sobre la calidad de las canales y el contenido de carne aprovechable (Piles *et al.*, 2000; Ramírez *et al.*, 2004).

Para utilizar de una forma eficiente el germoplasma disponible en Colombia es necesario adelantar trabajos de mejoramiento genético, lo que requiere de poblaciones suficientemente grandes y con abundante variabilidad genética; de este aspecto depende en gran medida el éxito de los programas de selección y mejoramiento. Matassino y Moioli (1996) señalan que la capacidad biológica o el éxito para sobrevivir a las modificaciones ambientales depende de esa diversidad genética.

Este trabajo se realizó con el objeto de determinar algunos parámetros productivos y reproductivos, así como estimar parámetros genéticos de heredabilidad y repetibilidad que permitan conocer el grado de influencia de los efectos genéticos y ambientales en el desempeño productivo de dos núcleos de conejos de las razas Nueva Zelanda Blanco y Chinchilla.

#### MATERIALES Y MÉTODOS

Se evaluaron registros de 3.917 camadas y 4.167 destetes de la raza Nueva Zelanda Blanco (NZ), así como 1.933 camadas y 2.146 destetes de la raza Chinchilla (Ch), los cuales se realizaron entre 1994 y 1998. Estos datos se tabularon y depuraron con el programa MS-EXCEL® y posteriormente se analizaron por medio del paquete estadístico SAS® (Statistics Analysis System, 1982, 1987) mediante los procedimientos TABULATE, MEANS, GLM y MIXED con la opción REML.

Inicialmente, por medio de los estadígrafos media, desviación y coeficiente de variación, se determinaron los rasgos de importancia según su variabilidad. Para cada variable se realizó un análisis descriptivo general, en el que se incluyeron los efectos fijos como año, bimestre de parto, tamaño de camada, días de gestación y número de parto. Mediante un análisis de varianza realizado por medio del procedimiento GLM para modelos desbalanceados se establecieron los efectos fijos. Éstos, sumados los efectos aleatorios de padre y

madre, conformaron los modelos de efectos mixtos que se utilizaron para estimar los componentes de varianza y covarianza de cada una de las variables analizadas, lo que permitió definir los índices de heredabilidad, repetibilidad y correlación.

Se establecieron dos modelos de efectos mixtos para este trabajo con base en los resultados del procedimiento GLM para las variables fijas estudiadas, pues la inclusión de efectos no significativos o la ausencia de los mismos, conduce a estimativos y componentes de varianza poco eficientes.

El modelo utilizado para el análisis de las características de la fase de cría fue el siguiente:

$$Y_{ijklmnop} = \mu + DG_j + TCN_j + AP_k + BP_l + NP_m + m_n + p_o + e_{ijklmnop}$$

donde,

$Y_{ijklmnop}$ : la observación p-ésima que se efectúa en el i-ésimo día de gestación, del j-ésimo rango de tamaño de camada al nacer, en el k-ésimo año de parto, en el l-ésimo bimestre de parto, del m-ésimo rango de número de parto, de la n-ésima madre y el o-ésimo padre

$\mu$ : promedio poblacional de la variable dependiente (constante)

$DG_j$ : efecto del i-ésimo día de gestación (fijo)

$TCN_j$ : efecto del j-ésimo rango de tamaño de la camada al nacer (fijo)

$AP_k$ : efecto del k-ésimo año de parto (fijo)

$BP_l$ : efecto del l-ésimo bimestre de parto (fijo)

$NP_m$ : efecto del m-ésimo rango de número de parto (fijo)

$m_n$ : efecto de la n-ésima madre (aleatorio)

$p_o$ : efecto del o-ésimo padre (aleatorio).

$e_{ijklmnop}$ : efecto residual debido a factores medio-ambientales y genéticos no controlables (aleatorio).

Por su parte, el modelo usado en el análisis de las características de la fase de engorde es como sigue:

$$Y_{hijklmnop} = \mu + S_h + DL_j + TCD_j + AD_k + BD_l + NP_m + m_n + p_o + e_{hijklmnop}$$

donde,

$Y_{hijklmnop}$ : la observación p-ésima que se encuentra asociada al h-ésimo sexo, del i-ésimo día de lactancia, del j-ésimo

rango de tamaño de camada al destete, en el k-ésimo año de destete, en el l-ésimo bimestre de parto, del m-ésimo rango de número de parto, de la n-ésima madre y el o-ésimo padre.

$\mu$ : promedio poblacional de la variable dependiente (constante)

$S_h$ : efecto del h-ésimo sexo (fijo)

$DL_j$ : efecto del i-ésimo día de lactancia (fijo)

$TCD_j$ : efecto del j-ésimo rango de tamaño de la camada al destete (fijo)

$AD_k$ : efecto del k-ésimo año de destete (fijo)

$BD_l$ : efecto del l-ésimo bimestre de nacimiento (fijo)

$NP_m$ : efecto del m-ésimo rango de número de parto. (fijo)

$m_n$ : efecto de la n-ésima madre (aleatorio)

$p_o$ : efecto del o-ésimo padre (aleatorio).

$e_{hijklmnop}$ : efecto residual debido a factores medio ambientales y genéticos no controlables (aleatorio).

Para la evaluación genética, el análisis estadístico fue hecho para cada línea separadamente. El modelo asumido para las variables descritas fue:

$$l = X\beta + Z1um + Z2uf + Z3pe + e$$

donde,

$\beta$ : vector de efectos sistemáticos

$um$  y  $uf$ : vectores genéticos aditivos de macho y hembra, respectivamente

$pe$ : vector de ambiente permanente

$e$ : vector de efectos residuales

$X$ ,  $Z1$ ,  $Z2$  y  $Z3$ : matrices de incidencia que relacionan las variables en estudio con los efectos sistemáticos, genéticos y de ambiente permanente.

#### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El comportamiento reproductivo y productivo de las poblaciones Nueva Zelanda Blanco (NZ) y Chinchilla (Ch) se resumió a través de los valores media, desviación estándar y coeficiente de variación (Tablas 1 y 2). En ambas razas, los caracteres con menor variación fueron el peso de la hembra a la monta, el peso de la hembra al parto y el rendimiento en canal con un valor inferior al 10% en todos los casos. Por su parte, los caracteres de crecimiento presentaron coeficientes de variación inferiores al 20%. Estos índices permiten identificar los rasgos de mayor interés

para posibles programas de mejora genética al estimar la variabilidad existente entre los individuos; no obstante, para ello también es necesario determinar la proporción de dicha variación que se debe a los efectos genéticos.

Los caracteres de crecimiento tuvieron un comportamiento levemente superior en la raza NZ en comparación con la raza Ch; en efecto, para el peso al destete se hallaron valores de  $0,85 \pm 0,16$  kg y  $0,80 \pm 0,17$  kg, respectivamente; para el peso a los 50 días se encontraron valores de  $1,39 \pm 0,22$  kg y  $1,37 \pm 0,22$  kg, respectivamente; y para el peso al sacrificio, valores de  $2,51 \pm 0,31$  kg y  $2,49 \pm 0,26$  kg, respectivamente. En general, estos valores superan a los reportados por Mahmoud (2003), quien encontró en la raza NZ pesos al destete de  $589 \pm 217$  g (cv= 36,9%), a las 8 semanas de  $1.227 \pm 365$  g (cv= 29,8%) y a las 12 semanas de  $1.903 \pm 419$  g (cv= 22,0%) con coeficientes de variación (cv) mucho más bajos. Por su parte, Lukefahr *et al.* (1996) muestran valores de peso al destete que variaron entre 448 y 512 g para líneas control (sin selección) y entre 499 y 533 g para líneas seleccionadas; respecto del peso a los 70 días, reportan una variación de 1.911 a 2.158 g para líneas control y de 1.942 a 2.282 g para líneas seleccionadas.

En la Tabla 3 se describe la influencia de los factores sistemáticos considerados; se muestra que el carácter 'tamaño de la camada nacida' fue una fuente de variación altamente significativa que presentó los mayores valores en tamaños extremos y los menores en partos de ocho gazapos para NZ y de seis para Ch. El comportamiento de los caracteres en función del número del parto en la raza Ch fue similar a lo registrado por El-Sayiad *et al.* (1993), pero contrario a lo establecido por Khalil *et al.* (1989), donde al aumentar el número de gestaciones, la hembra adquiere un comportamiento homogéneo mostrando promedios altos; por el contrario, la mayor variación de los partos primero y segundo reflejan una condición corporal y un desempeño reproductivo aún inestable (Ponce, 1989).

Además, la variación ocasionada por el bimestre y año de parto, fue significativa ( $P < 0,05$ ) presentando los valores más bajos en el segundo bimestre y en los años 1995 y 1996. Este efecto no se explica por la incidencia de los factores climáticos,

**Tabla 1.** Parámetros productivos y reproductivos de un núcleo de conejos de la raza Nueva Zelanda.

Variables		Número de observaciones	Promedio	Desviación estándar	Coefficiente de variación (CV)
Peso a la primera monta (kg)	PPM	465	3,83	0,37	9,9%
Peso al primer parto (kg)	PPP	424	3,91	0,35	9,1%
Edad a la primera monta (días)	EPM	477	149,68	43,16	28,8%
Edad al primer parto (días)	EPP	702	187,40	46,97	25,1%
Vida útil (días)	VU	2.770	597,92	237,17	39,7%
Número de partos hembra anual	NPHA	3.898	4,10	1,86	45,4%
Destetos hembra anual (gazapos)	GDHA	4.167	23,47	16,05	68,4%
Intervalo entre partos (días)	IEP	2.906	56,11	18,48	32,9%
Peso de la hembra al parto (Kg)	PP	2.709	4,14	0,40	9,7%
Tamaño de camada nacida al parto (gazapos)	TCN	2.761	7,97	2,45	30,7%
Tamaño de camada viva al parto (gazapos)	TCV	2.708	7,43	2,40	32,3%
Tamaño de camada al destete (gazapos)	TCD	3.917	6,47	1,99	30,8%
Mortalidad al parto (%)	MP	950	25,16	22,96	91,3%
Mortalidad al destete (%)	MD	1.604	34,87	27,15	77,9%
Peso camada viva al parto (kg)	PG	2.700	4,40	0,12	29,2%
Peso individual al destete (kg)	PD	3.330	0,85	0,16	19,4%
Peso individual a los 50 días (kg)	P50	3.108	1,39	0,22	15,8%
Peso individual a los 60 días (kg)	P60	2.974	1,72	0,24	14,1%
Peso individual a los 75 días (kg)	P75	2.770	2,17	0,26	12,2%
Peso individual al sacrificio (kg)	PSAC	1.421	2,51	0,31	12,6%
Peso de la canal (kg)	PCAN	1.365	1,39	0,21	15,2%
Rendimiento de canal (%)	REND	1.362	55,40	3,37	6,1%
Ganancia de peso posdestete (g)	GPPD	2.768	32,83	4,81	14,7%
Duración de la gestación (días)	DG	2.751	31,96	0,79	2,5%
Duración de la lactancia (días)	DL	3.447	34,49	1,13	3,3%
Días al sacrificio (días)	DS	1.402	94,67	27,96	29,5%

pero si por el manejo reproductivo y nutricional impuesto a los animales.

A partir de los resultados obtenidos se puede decir que es necesaria la implementación de estrategias de manejo que reduzcan la mortalidad al parto y al destete (31,77% y 38,29% respectivamente para NZ y 27,6% y 30,14% respectivamente para Ch), caracteres con alta variación fenotípica y bajo componente genético aditivo, lo que implica que disminuye la influencia de los efectos ambientales sobre los caracteres relacionados con el tamaño de camada

y de esta forma se podrían incluir en un programa de selección con mayor probabilidad de progreso genético.

Para la mayoría de los caracteres analizados, los factores genéticos (padre y madre) y ambientales considerados constituyeron fuentes significativas de variación especialmente en los rasgos analizados en la fase de cría. Por el contrario, el sexo fue uno de los factores sistemáticos con menor significancia y las características estudiadas en la etapa de engorde las de menor variación.

**Tabla 2.** Parámetros productivos y reproductivos de un núcleo de conejos de la raza Chinchilla.

Variable		Número de observaciones	Promedio	Desviación estándar	Coefficiente de variación (CV)
Peso a la primera monta (kg)	PPM	247	3,66	0,31	8,7%
Peso al primer parto (kg)	PPP	205	3,76	0,31	8,4%
Edad a la primera monta (días)	EPM	251	151,75	39,28	25,9%
Edad al primer parto (días)	EPP	326	191,65	46,84	24,4%
Vida útil (días)	VU	1.389	587,24	230,67	39,3%
Numero de partos hembra anual	NPHA	1.981	4,12	1,93	46,8%
Destetos hembra anual (gazapos)	GDHA	2.146	19,39	12,99	67,0%
Intervalo entre partos (días)	IEP	1.494	59,35	21,75	36,6%
Peso de la hembra al parto (kg)	PP	1.321	4,03	0,44	10,9%
Tamaño de camada nacida al parto (gazapos)	TCN	1.341	7,89	2,59	32,8%
Tamaño de camada viva al parto (gazapos)	TCV	1.293	7,14	2,41	33,8%
Tamaño de camada al destete (gazapos)	TCD	1.933	6,05	2,00	33,1%
Mortalidad al parto (%)	MP	510	31,77	27,60	86,9%
Mortalidad al destete (%)	MD	857	38,29	30,14	78,7%
Peso camada viva al parto (kg)	PG	1.264	0,41	0,12	31,0%
Peso individual al destete (kg)	PD	1.570	0,80	0,17	21,5%
Peso individual a los 50 días (kg)	P50	1.456	1,36	0,22	16,5%
Peso individual a los 60 días (kg)	P60	1.413	1,67	0,24	14,9%
Peso individual a los 75 días (kg)	P75	1.313	2,09	0,29	13,9%
Peso individual al sacrificio (kg)	PSAC	882	2,49	0,26	10,5%
Peso de la canal (kg)	PCAN	863	1,34	0,18	13,5%
Rendimiento de canal (%)	REND	862	54,00	3,47	6,4%
Ganancia de peso posdestete (gr)	GPPD	1.313	32,15	5,28	16,4%
Duración de la gestación (días)	DG	1.342	32,15	0,83	2,6%
Duración de la lactancia (días)	DL	1.677	34,96	1,14	3,3%
Días al sacrificio (días)	DS	867	97,21	30,84	31,7%

En general, se presentaron valores de heredabilidad ( $h^2$ ) muy bajos para caracteres como 'peso individual al parto' en ambas razas, 'mortalidad al destete' en la raza NZ y 'peso de la camada viva al parto' en la raza Ch (todos con  $h^2= 0,00$ ). Los caracteres con los valores de heredabilidad más altos fueron 'intervalo entre partos' ( $h^2= 0,33$  para NZ y  $h^2= 0,40$  para Ch) y 'ganancia de peso total' en ambas razas ( $h^2= 0,32$  para NZ y  $h^2= 0,38$  para Ch). También se encontró que las características en la fase de cría tienden a presentar mayores valores de

heredabilidad que las relacionadas con la etapa de engorde, donde los valores encontrados para las variables 'peso al sacrificio', 'peso de la canal' y 'rendimiento en canal' son inferiores a  $h^2= 0,11$  (Tabla 4). Similares valores fueron citados por Lukefahr *et al.* (1996) para 'peso al destete' ( $h^2= 0,04$ ), 'peso a los 70 días' ( $h^2= 0,12$ ) y 'ganancia de peso desde el destete al sacrificio' ( $h^2= 0,17$ ); en cambio, para las características de la canal se presentaron valores medios a altos ( $h^2= 0,25-0,35$ ). Por otra parte, Moura *et al.* (1997) reportan valores altos de heredabili-

dad para características de crecimiento postdestete ( $h^2= 0,48$ ) y medianos para eficiencia alimenticia ( $h^2= 0,29$ ).

Respecto de los caracteres de fertilidad es escasa la literatura disponible. El componente reproductivo, evaluado como 'intervalo entre partos', presentó un comportamiento muy diferente entre razas con el mayor valor en la raza Ch ( $h^2= 0,40$ ) y un valor intermedio en la raza NZ ( $h^2= 0,33$ ), resultados que difieren de los reportes de Piles *et al.* (2000) quienes realizaron un análisis bayesiano que definió la fertilidad como un carácter binario (1: éxito, 0: fracaso del apareamiento) y hallaron estimaciones para la fertilidad del macho muy bajas ( $h^2= 0,013$ ) y para las hembras, levemente más altas ( $h^2= 0,056$ ); a partir de ello concluyeron que hay poca variación genética para la fertilidad de la hembra y que es prácticamente inexistente para la fertilidad del macho.

El intervalo entre partos permite evaluar la eficiencia de la hembra y el ritmo reproductivo de la explotación; además, determina el descanso, el almacenamiento de reservas y la preparación de la hembra para el siguiente ciclo reproductivo, por lo que expresa la condición corporal (Guzmán, 1998; Henao, 1998; De Blas y Méndez, 1989; Ponce, 1989). Es posible mejorar la expresión de este rasgo al ajustar el intervalo entre partos real al teórico mediante la reducción de los días entre partos consecutivos, aprovechando la variabilidad presente en la población analizada.

El intervalo entre partos está determinado en mayor grado por factores no genéticos (70%), dado que la expresión de la característica depende de la satisfacción nutricional, la adecuada coordinación entre los períodos de gestación y lactancia, el inicio de las montas posparto y la cubrición efectiva, criterios que se asocian más con el ritmo reproductivo y el manejo impuesto a las poblaciones (De Blas y Méndez, 1989; Lebas *et al.*, 1986; Hernández, 1993; Carulla, 1998). Consistentemente con esto varios autores han afirmado que la influencia genética dada por los reproductores a través de la fertilidad es muy baja (Rastogi, 1997; Ponce, 1989; Lebas *et al.*, 1986; De Blas y Méndez, 1989).

En cuanto las estimaciones de repetibilidad (Tabla 5), se registraron los menores

**Tabla 3.** Influencia de los factores ambientales sobre la variable 'intervalo entre partos' en las razas Nueva Zelanda Blanco y Chinchilla (C.I. Tibaitatá).

Factores ambientales	Nueva Zelanda Blanco				Chinchilla			
	Observaciones	Promedio	Desviación estándar	Coefficiente de variación	Observaciones	Promedio	Desviación estándar	Coefficiente de variación
Días de gestación:								
31	1.056	59,05	20,13	34,1%	507	65,91	25,01	37,9%
32	1.342	54,78	17,50	31,9%	627	54,44	17,47	32,1%
33	457	52,95	15,86	30,0%	299	56,44	18,68	33,1%
34	30	56,97	22,14	38,9%	43	59,33	10,23	17,3%
Tamaño camada nacida:								
4	756	60,75	21,25	35,0%	426	66,93	26,41	39,5%
5	224	59,47	21,76	36,6%	98	59,37	27,12	45,7%
6	194	57,53	22,69	39,4%	164	53,40	16,99	31,8%
7	365	54,12	14,92	27,6%	186	54,54	14,18	26,0%
8	378	49,60	12,32	24,8%	176	55,48	20,65	37,2%
9	296	53,02	16,90	31,9%	134	57,84	14,65	25,3%
10	672	55,30	16,14	29,2%	292	55,60	14,17	25,5%
Número de parto:								
1	584	58,43	21,06	36,0%	327	60,33	24,46	40,6%
2	934	55,39	16,91	30,5%	494	61,83	24,19	39,1%
3	576	54,90	17,90	32,6%	252	58,38	18,83	32,2%
4	791	55,99	18,46	33,0%	403	54,58	13,19	24,2%
Año del parto:								
1994	421	64,32	24,00	37,3%	102	56,58	17,62	31,2%
1995	845	51,29	14,83	28,9%	423	52,08	13,27	25,5%
1996	584	53,47	16,05	30,0%	330	54,92	15,21	27,7%
1997	464	58,37	17,96	30,8%	228	71,89	25,83	35,9%
1998	571	57,87	18,72	32,3%	393	62,77	25,35	40,4%
Bimestre del parto:								
1	410	53,26	15,60	29,3%	232	62,23	23,55	37,8%
2	387	53,58	16,29	30,4%	217	54,41	17,46	32,1%
3	503	56,83	18,91	33,3%	238	59,57	21,60	36,3%
4	600	57,92	20,44	35,3%	341	59,20	22,38	37,8%
5	538	54,96	17,75	32,3%	240	58,24	20,99	36,0%
6	447	58,83	19,54	33,2%	208	59,60	18,07	30,3%

**Tabla 4.** Índices de heredabilidad ( $h^2$ ) estimados para las razas de conejos Nueva Zelanda y Chinchilla.

Variable	Nueva Zelanda		Chinchilla	
	No. observaciones	$h^2$	No. observaciones	$h^2$
Intervalo entre partos	2.885	0,33	1.479	0,40
Tamaño de camada viva al parto	2.679	0,14	1.284	0,03
Tamaño de camada al destete	3526	0,32	1.674	0,21
Mortalidad al parto	930	0,30	503	0,05
Mortalidad al destete	1.584	0,00	867	0,07
Peso camada viva al parto	2.674	0,27	1.255	0,00
Peso individual al parto	2.657	0,00	1.254	0,00
Peso individual al destete	3.123	0,01	1.456	0,02
Peso individual a los 50 días	2.931	0,12	1.370	0,31
Peso individual a los 60 días	2.802	0,12	1.322	0,22
Peso individual a los 75 días	2.612	0,20	1.237	0,30
Peso individual al sacrificio	1.315	0,03	797	0,07
Peso de la canal	1.262	0,11	781	0,07
Rendimiento de canal	1.259	0,07	780	0,10
Ganancia de peso destete a 50 días	2.176	0,25	914	0,15
Ganancia de peso 50 a 60 días	2.762	0,04	1.322	0,00
Ganancia de peso 60 a 75 días	2.612	0,06	1.235	0,12
Ganancia de peso total	1.969	0,32	824	0,38
Ganancia de peso posdestete	2.610	0,28	1.237	0,27

valores para 'peso individual al parto' ( $r=0,21$  y  $0,22$  para NZ y Ch, respectivamente) y para 'tamaño de la camada viva al parto' en la raza NZ ( $r=0,21$ ) y 'peso de la camada viva al parto' en la raza Ch ( $r=0,21$ ); por el contrario, el carácter 'intervalo entre partos' presentó el mayor valor ( $r=0,33$  y  $0,45$  para NZ y Ch, respectivamente). Lo anterior indica que la varianza de ambiente permanente representa un componente importante para caracteres como 'intervalo entre partos' y 'mortalidad al parto y al destete', por lo que se puede hacer un descarte temprano de las hembras con bajo comportamiento para estos caracteres.

En conclusión, los estimativos estadísticos y genéticos que incluyen la heredabilidad y la repetibilidad, permiten aseverar que en los núcleos cunícolas evaluados la respuesta a un programa de mejoramiento puede ser más rápida si se hacen ajustes de manejo que disminuyan la mortalidad

**Tabla 5.** Valores de repetibilidad (r) estimados para caracteres de crecimiento, sobrevivencia y reproducción en las razas Nueva Zelanda (NZ) y Chinchilla (Ch).

Variable	Repetibilidad (r)	
	NZ	Ch
Intervalo entre partos	0,33	0,45
Peso hembra al parto	0,28	0,34
Tamaño camada viva al parto	0,21	0,26
Camada al destete	0,32	0,27
Mortalidad al parto	0,30	0,13
Mortalidad al destete	0,25	0,22
Peso camada viva al parto	0,27	0,21
Peso individual al parto	0,20	0,22

y, simultáneamente, si se involucran de forma prioritaria en la selección las variables de efecto materno. Por el contrario, los rasgos de crecimiento pos-destete obtendrían un avance genético menor dada su baja heredabilidad. En particular, en estas poblaciones sería aconsejable trabajar sobre un carácter como el intervalo entre partos mediante la selección de reproductores por su valor genético, de lo cual se espera que los descendientes muestren un progreso genético considerable en razón un componente genético de magnitud medio-alta; por el contrario, los caracteres relacionados con el peso final y el rendimiento en canal presentan baja heredabilidad por lo que se deberían adoptar estrategias diferentes de selección.

#### AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la colaboración del Dr. Danilo Guerra, genetista del Centro de Investigación en Mejoramiento Animal de Cuba por sus directrices iniciales.

#### BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Baselga, M. y A. Blasco A. 1989. Mejora genética del conejo de producción de carne. Ediciones Mundi-Prensa, Valencia, España.
- Carulla, J. 1998. Fundamentos de nutrición en conejos. Primera Jornada Cunicola Nacional, diciembre 1998. CORPOICA, C.I. Tibaitatá.
- De Blas, C. y J. Méndez. 1989. Alimentación del conejo. Segunda edición. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España.
- El-Sayiad A.G., K. Yamani y A. Barakat. 1993. Some genetic and non-genetic factors affecting New Zealand White and Californian rabbit doe traits in Egypt. *Egypt. J. Rabbit Sci.* 3(2): 129-139.
- Estany, J., J. Camacho, M. Baselga y A. Blasco. 1992. Selection response of growth rate in rabbit for meat production. *Genet. Sel. Evol.* 24: 527-537.

- Ferraz, J.B.S. y J.P. Eler. 1994. Use of different animal models in prediction of genetic parameters of 23 traits of Californian and New Zealand White rabbits raised in tropics and suggestion of selection criteria. *Proc. 5th World Congr. Genet. Appl. Livest. Prod.* 20:348.
- Ferraz, J.B.S., R.K. Johnson y L.D. van Vleck. 1992. Estimation of genetic trends and genetic parameters for reproductive and growth traits of rabbits raised in subtropics with animal models. *J. Appl. Rabbit Res.* 15: 131.
- Guzmán J. 1998. Información y control de producción en cunicultura: parámetros productivos y reproductivos. Primera Jornada Cunicola Nacional, diciembre 1998. CORPOICA, C.I. Tibaitatá.
- Henoa A. 1998. Información y control de la producción en cunicultura: repercusión económica de la gestión técnica. Primera Jornada Cunicola Nacional, diciembre 1998. CORPOICA, C.I. Tibaitatá.
- Hernández L. 1993. Análisis de algunos parámetros productivos reproductivos y genéticos en conejos Nueva Zelanda Blanco en una explotación comercial en la Sabana de Bogotá. Tesis de Grado. Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia, Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá.
- Khalil, M.H., J.B. Owen y E.A. Afifi. 1986 A review of phenotypic and genetic parameters associated with meat production traits in rabbits. *Anim. Breed. Abst.* 54: 725-749.
- Khalil M.H., E.A. Afifi y A.E.H. Kadry. 1989. Genetic analysis of weight of doe rabbits during gestation and its phenotypic relationship with reproductive efficiency at kindling. *Egypt. J. Rabbit Sci.* 12: 1, 45-51.
- Lebas F., P. Coudere y R. Rouvier. 1986. El conejo, cría y patología. Colección FAO, Producción y sanidad animal. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, FAO. Roma, Italia, p. 152.
- Lukefahr, S.D. 1998. Review of global rabbit genetic resource: special emphasis on breeding programs and practices in the lesser development countries. IV Congreso Iberoamericano de Razas Autóctonas y Criollas, Tampico (Tamaulipas), México.

- Lukefahr S.D., H.B. Odi y J.K.A. Atakora. 1996. Mass selection for 70-day body weight in rabbits. *J. Anim. Sci.* 74: 1481-1489.
- Lukefahr, S.D. 1992. Animal models for quantitative genetic analysis in rabbit breeding programs. *J. Appl. Rabbit Res.* 15:104.
- Mahmoud, M.I. 2003. Estimation and evaluation of genetic parameters for body weight traits of New Zealand White rabbits in Egypt using different multivariate animal models. *Live-stock Research for Rural Development* 15(6). En: <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd15/6/iraq156.htm>; consulta: abril de 2005.
- Matassino, D. y B.M. Moiola. 1996. Genetic improvement and germplasm conservation for quality. *Animal Genetic Resources Information*, 17: 5.
- Moura, A.S., M. Kaps, D.W. Vogt y W.R. Lamberson. 1997. Two-way selection for daily gain and feed conversion in a composite rabbit population. *J. Anim. Sci.* 75: 2344-2349.
- Padilla E., 1995. Hacia un sistema interamericano de recursos genéticos animales. *Memorias Taller. FAO. USDA. IICA.* p. 41.
- Piles, M., A. Blasco y M. Pla M. 2000. The effect of selection for growth rate on carcass composition and meat characteristics of rabbits. *Meat Sci.* 54: 347-355.
- Ponce R. 1989. Investigaciones sobre el mejoramiento genético del conejo. Editorial Edica, Ministerio de Educación Superior. La Habana, Cuba.
- Ramírez, J.A., M.A. Oliver, M. Pla, L. Guerrero, B. Ariño, A. Blasco, M. Pascual y M. Gil. 2004. Effect of selection for growth rate on biochemical, quality and texture characteristics of meat from rabbit. *Meat Sci.* 67: 617-624.
- Rastogi R.K., 1997. Buck performance in a small rabbitry in Trinidad. *World Rabbit Science* 5(3): 91-92.
- Rehfeldt C. y L. Bünger. 1989. Effects of long-term selection of laboratory mice on parameters of muscle growth and muscle structure. *J. Anim. Breed. Genet.* 33: 507-516.
- Rochambeau, H. de, L.F. Fuente, R. Rouvier y J. Ouhayoun. 1989. Selection sur la vitesse de croissance post-sevrage chez le lapin. *Genet. Sel. Evol.* 21: 527.
- Rochambeau H. de, B. Retailleau, J.P. Poivey and D. Allain. 1994. Sélection pour les poids à 70 jours chez le lapin. En: *Proceedings of the 6<sup>es</sup> Journées de la Recherche Cunicole en France*, La Rochelle, 6-7 December 1994, v. 1, pp. 235-240.
- Statistical Analysis System (SAS). 1982. User's guide: Basics, SAS Institute, Cary, North Carolina.
- Statistical Analysis System (SAS). 1987. User's guide: Statistics, Version 5 edition, SAS Institute, Cary, North Carolina.