

Heredabilidades de rasgos de crecimiento de dos sublíneas de cuyes nativos de la sierra ecuatoriana

Cornelio J. Rosales Jaramillo*, Pedro E. Nieto Escandón*, Ángel E. Ceró Rizo**, Guillermo E. Guevara Viera*

* Universidad de Cuenca, Ecuador

** Universidad Ignacio Agramonte Loynaz, Camagüey, Cuba

geguevarav@gmail.com

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3832-9090>

RESUMEN

Antecedentes: No existen estudios que permitan desarrollar esos programas para su conservación y mejoramiento genético de cobayos suramericanos. El objetivo de este artículo fue analizar factores genotípicos y ambientales que influyen en los rasgos de crecimiento de una línea nativa de cuyes del sur de la sierra ecuatoriana.

Métodos: El trabajo se llevó a cabo en la granja experimental de Irquis de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Cuenca, con cobayos pertenecientes a dos sublíneas nativas originarias de criadores rurales de las provincias de Azuay y Cañar. Los rasgos de pesos por edad y las ganancias en peso diario medidos en gramos fueron analizados mediante un modelo de análisis de varianza mixto con los efectos fijos; tamaño de la camada (5), época (semestral), sexo y número de parto de la madre con el software R 3.4.4. Las sublíneas Azuay (1) y Cañar (2) y los padres dentro de sublíneas conformaron los efectos aleatorios. Se determinaron los estadígrafos básicos.

Resultados: Los pesos al nacer, al destete y a los 90 días, medidos en gramos, fueron $110,2 \pm 1,81$, respectivamente, y $117,0 \pm 1,44$; $212,2 \pm 4,30$ y $221,13 \pm 3,38$; $540,7 \pm 12,01$ y $659,1 \pm 9,44$. Las heredabilidades para estos caracteres fueron $0,09 \pm 0,101$; $0,34 \pm 0,201$ y $0,11 \pm 0,111$. Además, se analizaron los pesos a los 30; 45; 60; 75 y 90 días de nacidos y las ganancias entre todas las edades. Se determinaron los predictores BLUP para los padres de ambas sublíneas. La variación y las heredabilidades permiten aplicar selección en el peso al destete y a los 90 días.

Conclusiones: La línea mostró niveles de crecimiento bajos, pero hay suficiente variación y sus heredabilidades permitirían esperar progresos favorables en caso de realizarse un programa de selección a mediano plazo.

Palabras clave: *cobayos, heredabilidad, pesos, ganancias*

Heritabilities of growth traits of two sub lines of native guinea pigs of the Ecuadorian highlands

ABSTRACT

Background: There are no studies that allow developing these programs for their conservation and genetic improvement of South American cobays. The objective of this article was analyze genotypic and environmental factors that influence the growth traits of a native line of guinea pigs from the south of the Ecuadorian highlands.

Methods: The work was carried out in the experimental farm of Irquis of the Faculty of Agricultural Sciences of the University of Cuenca, with guinea pigs belonging to two native sublines originating from rural breeders of the provinces of Azuay and Cañar. The weight-for-age traits and the daily weight gains measured in grams were analyzed using a mixed variance analysis model with the fixed effects; size of litter (5), time (semester), sex and number of delivery of the mother with software R 3.4.4. The sub-lines Azuay (1) and Cañar (2) and the parents within sublines formed the random effects. The basic statisticians were determined.

Results: The weights at birth, at weaning and at 90 days, measured in grams, were 110.2 ± 1.81 , respectively, and 117.0 ± 1.44 ; 212.2 ± 4.30 and 221.13 ± 3.38 ; 540.7 ± 12.01 and 659.1 ± 9.44 . The heritabilities for these characters were 0.09 ± 0.101 ; 0.34 ± 0.201 and 0.11 ± 0.111 . In addition, weights were analyzed at 30; Four. Five; 60; 75 and 90 days of births and earnings among all ages. The BLUP predictors were determined for the parents of both sublíneas. Variation and heritabilities allow to apply selection in the weight at weaning and at 90 days.

Conclusions: The line showed low growth levels, but there is enough variation and its heritabilities would allow to expect favorable progress in case of a medium-term selection program.

Key words: *guinea pigs, heritability, weights, gains*

INTRODUCCIÓN

Según la FAO y otras organizaciones de protección de la naturaleza se pierden especies, subespecies y líneas animales y vegetales continuamente. Se requieren cambios, estudios y planes de desarrollo integrales y sostenibles para minimizar la tendencia actual (FAO, 1997).

En el caso específico de los cobayos suramericanos, aunque no se reporta un estado crítico, pues aún existen muchos ecotipos, principalmente en las zonas más alejadas de las ciudades andinas y áreas rurales andinas, no existen estudios que permitan desarrollar esos programas para su conservación y mejoramiento genético. Los resultados de los programas de mejora genética que han sido realizados en Perú (Chauca 1997; Rodríguez, Gutiérrez, Palomino y Hidalgo, 2015), han permitido que los cuyes llamados mejorados de línea Perú en los últimos años sustituyan cada vez más los ecotipos nativos, es una práctica rápida y efectiva, pues los mejorados superan casi en el doble a los que no han sido seleccionados, e independiente de su éxito siguen siendo estudiados (Sánchez, Barrera, Orozco, Torres y Monsivaís, 2013).

El objetivo del trabajo fue analizar factores genotípicos y ambientales que influyen en los rasgos de crecimiento de una línea nativa de cuyes del sur de la sierra ecuatoriana.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la granja experimental de Irquis de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Cuenca, ubicada en la parroquia Victoria del Portete, cantón Cuenca, provincia del Azuay, km 23 vía Girón, a una altitud de 2 664 m s.n.m. y temperaturas que oscilan entre 7 y 12° C .

La base de datos se construyó con los registros de dos generaciones de animales nacidos entre 2017 y 2018 de reproductoras nativas y sus hijos e hijas que habían sido prospectadas entre los campesinos de las provincias de Azuay y Cañar, tomando como referencia las características fenotípicas descritas en la literatura para los animales nativos del Ecuador (Avilés, 2016). Los empadres se efectuaron evitando los apareamientos entre hermanos. Se usaron 5 hembras por padre en cada poza y luego del destete se colocaron en pozas en igualdad de condiciones los animales de cada sublínea. Se han medido y registrados los rasgos de pesos (gramos) por edad; al nacer (PN), destete (PD, 14 días), a los 30 días (P30), a los 45 días (P45), a los 60 días (P60), a los 75 días (P75) y a los 90 días (P90), y las ganancias en peso diario; del nacimiento al destete (G014), del destete a los 30 días (G1430), de 30 a 45 días G(3045), de 45 a 60 días (G4560), de 60 a 75 días (G6075), de 75 a 90 días (G7590), del nacimiento a los 90 días (G090) y del destete a 90 días (G1490).

Estas variables fueron analizadas mediante un modelo de análisis de varianza mixto con los efectos fijos; tamaño de la camada, época (semestral), sexo y número de partos de la madre (1,2) y como efectos aleatorios se utilizaron dos efectos: las sublíneas Azuay (1) y Cañar (2) y los padres dentro de sublíneas (10). De ellas se han determinado los estadígrafos básicos.

Las heredabilidades fueron estimadas mediante camadas de medios hermanos y sus errores estándares, según Swiger, Harvey, Everson, Gregory (1964), se obtuvieron mediante un modelo de análisis de varianza anidado con REML y con los efectos aleatorios de las sublíneas y los padres dentro de las sublíneas que determinó los componentes de varianza y los predictores BLUP. Se utilizó una rutina de R versión 3.4.4 (2018).

La alimentación fue mixta, el suministro de alimento se realizó en base al peso vivo con cálculo semanal utilizando una mezcla forrajera de *Lolium perene* y *Trifolium renfes* más un suplemento a base de balanceado comercial.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se observa que los efectos genotípicos influyeron significativamente sobre casi todos los rasgos de pesos. Los factores tamaños de la camada y época no influyeron sobre los pesos a partir de los 45 días, y, por otra parte, los factores sexo y número de partos no influyeron sobre los pesos en general.

Tabla 1. Resultados de los análisis de varianza para los pesos

Fuente de variación	GL	PN	PD	P30	P45	P60	P75	P90
Sub-líneas	1	**	**	**	**	**	**	**
Padres dentro de sub-línea	8	**	**	**	**	NS	**	**
Tamaño de la camada	5	**	**	**	NS	NS	NS	NS
Época	1	*	**	*	NS	NS	*	*
Sexo	1	NS	NS	NS	NS	*	NS	NS
Número de parto	1	**	NS	NS	NS	NS	NS	NS
gl del ERROR		335	278	258	258	258	258	258
R ²		0,31	0,28	0,24	0,28	0,29	0,31	0,32
CV		17,7	19,5	19,2	19,0	18,8	19,1	18,8

El tamaño de la camada fue un factor que influyó solamente en las edades tempranas, hasta los 30 días, esto coincide con Rodríguez, Palomino, Hidalgo e Gutiérrez (2013) y Rodríguez, Gutiérrez, Palomino e Hidalgo (2015) en la línea mejorada Perú; los cuales hallaron influencias en el número de crías por parto sobre el peso al nacer y al destete. Luego de las muertes en esas etapas, la capacidad de crecimiento de los cobayos de la línea no se afectó por el tipo de camada a que pertenecían los animales.

Los restantes factores tuvieron influencia significativa en pocos rasgos. La época considerada en dos categorías (invierno y verano) fue influyente para varios rasgos coincidentemente, en peso al nacer y al destete a los 14 días, con Rodríguez, Gutiérrez, Palomino e Hidalgo (2015); pero influyó sobre algunos de los más importantes como el P90 y la ganancia diaria para todo el período de crecimiento. Los factores sexo y número de partos no afectaron casi ningún rasgo. Las altas variabilidades observadas influyeron sobre esto, por eso los coeficientes de determinación encontrados para el modelo resultan bajos.

Las ganancias en peso diario también fueron influidas principalmente por los efectos genotípicos, aunque el efecto de los padres dentro de sublíneas se manifestó en las ganancias medidas a partir de la edad de 60 días y las que se midieron del nacimiento y el destete hasta los 90 días de edad. El resto de los factores no influyó significativamente sobre la mayoría de las ganancias (Tabla 2). Los coeficientes de variación para los rasgos de ganancias en peso diario fueron mayores que los referidos a los pesos por edad, esto solo podemos atribuirlo a variaciones individuales muy irregulares; individuos que pesan menos a una edad determinada que otros y luego aumentan más en el período siguiente y se acercan al peso medio, pero disminuyen en el período subsiguiente. La competencia por el alimento en las pozas donde están alojados en las etapas pre y posdestete es muy compleja y no ha sido suficientemente estudiada.

Tabla 2. Resultados de los análisis de varianza para las ganancias en peso

F.V	GL	G014	G1430	G3045	G4560	G6075	G7590	G090	G1490
Sublíneas	1	NS	**	**	**	**	NS	**	**
Padres dentro de sub-líneas	8	**	NS	NS	NS	**	*	**	*
Tamaño de la camada	5	*	*	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Época	1	*	NS	NS	NS	*	NS	*	NS
Sexo	1	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Número de parto	1	NS	*	NS	NS	NS	NS	NS	NS
gl del ERROR		261	258	257	249	232	223	253	250
R ²		0,19	0,18	0,34	0,29	0,16	0,12	0,30	0,32
CV		32,5	41,0	33,4	35,4	37,0	29,8	20,8	22,0

En la Tabla 3 aparecen los pesos y ganancias de cada rasgo para la dos sublíneas. La sublínea Cañar superó en los rasgos más importantes a la línea Azuay; en el peso a los 90 días y en la ganancia del destete a

los 90 días le superó en más del 20 %. El rasgo P90, posiblemente el más importante debido al referente establecido mundialmente por la raza Perú, de aproximadamente 1 000 g (Tuquinga, 2011; Malagón y Meza 2013; Hernández 2015) está muy por encima de este trabajo basado en animales no seleccionados, incluso trabajos como el de Remache (2016) informaron, valores que superan en 200 g a los de este trabajo; no obstante, Kouakoa, Grongnet, Assidjo, Thys, Marnet, Catheline, Kouba (2013) reportaron resultados similares a los de esta línea.

Existen pocos reportes sobre otros ecotipos de cuyes andinos para los pesos por edad y las ganancias entre esas edades, las cuales estuvieron entre 4 y 7 g, aproximadamente, y que no aumentaron esencialmente a medida que las edades crecían; no fue así en el trabajo de Mínguez y Calvo (2018) que hallaron ganancias entre 8,5 y 11,7 g por día, lo cual supera mucho lo reportado en la línea. Sí existen reportes para pesos al nacer y al destete, Sánchez, Barrera, Orozco, Torres y Monsivais (2013) en línea Perú reportan un peso al destete a los 10 días de 167,9 g, similar a la encontrada en la línea de este trabajo.

Tabla 3: Pesos y ganancias de las sublíneas de cuyes

Caracteres	Sublíneas				Sig.
	Azuay (1)		Cañar (2)		
	Media	EE	Media	EE	
PN	110,2	1,81	117,0	1,44	*
PD	212,2	4,30	221,13	3,38	NS
P30	286,2	6,00	315,4	4,72	*
P45	348,6	7,55	408,7	5,94	**
P60	392,6	8,96	492,3	7,05	**
P75	471,1	10,53	570,8	8,28	**
P90	540,7	12,01	659,1	9,44	**
G014	7,1	0,23	7,2	0,23	NS
G1430	4,6	0,23	5,9	0,18	**
G3045	4,0	0,19	6,2	0,15	**
G4560	3,8	0,19	5,7	0,15	**
G6075	4,5	0,21	5,2	0,15	**
G7590	5,8	0,15	5,4	0,21	NS
G090	4,8	0,12	6,0	0,10	**
G1490	4,5	0,13	5,8	0,10	**

NS no hay diferencias significativas; * P < 0,05; ** P < 0,01

Las heredabilidades estimadas se muestran en la Tabla 4. En este trabajo la heredabilidad del peso al nacer siempre fue comparativamente menor que las estimadas en los trabajos consultados. Solarte, Imuez y Pérez (2002) y Rodríguez, Palomino, Hidalgo y Gutiérrez (2013) reportaron heredabilidades de 0,12 y 0,13 y 0,17 y 0,26, respectivamente, para los pesos al nacer y al destete, ambos en la raza Perú; sin embargo, encontraron estimados menores para el peso al destete. Vargas (2015) incluyó en sus efectos, además del sexo, el número del parto, la época y el animal y el tamaño de la camada, estimó heredabilidades para los anteriores rasgos de 0,16 y 0,24. Con empleo del método bayesiano, Vargas, Gutiérrez y Mamani (2015) estimaron prácticamente los mismos valores. Consideramos que la heredabilidad para estos rasgos oscila en dichos niveles, pues estos investigadores dispusieron de numerosas bases de datos. Para este estudio el resultado para el peso al destete, aunque un poco alto, es aceptable y destaca la posibilidad de seleccionar para este rasgo.

Tabla 4. Heredabilidades y error estándar para cada rasgo estudiado

Rasgo	Heredabilidad (medios hermanos)	EE (h^2)
PN	0,09	0,061
PD	0,34	0,201
P30	0,21	0,152
P45	0,12	0,105
P60	0,07	0,053
P75	0,08	0,096
P90	0,11	0,077
G014	0,47	0,251
G1430	0,19	0,147
G3045	0,04	0,036
G4560	0,16	0,131
G6075	0,21	0,147
G7590	0,22	0,151
G090	0,24	0,163
G1490	0,18	0,139

Los restantes pesos por edad no tienen reportes actuales de heredabilidad, esto puede deberse a las dificultades para manejar los controles individuales en la etapa posdestete. Solamente hay un reporte para el peso P90, que presenta una heredabilidad mayor a la de este trabajo, que fue baja, y se debe a Meza, Raymondí y Cisneros (2017) con un valor de 0,32 obtenida utilizando BLUP con 91 descendientes, 41 madres y 30 padres. En este trabajo se empleó un menor número de padres, lo que puede ser causa de una menor varianza aditiva para este carácter. Las ganancias desde el nacimiento a los 90 días (G090) y del destete hasta los 90 días (G1490) mostraron una estimación baja pero que puede utilizarse en la selección con un efecto de selección satisfactorio en un período de menos de diez años. En otras especies caracteres con heredabilidades no mayores de 0,15 fueron empleadas con éxito en la selección. Aun con esos bajos estimados de estos tres últimos rasgos de importancia económica, es posible realizar programas de selección, pues caracteres como el tamaño de la camada han sido mejorados con heredabilidades de 0,15.

Al observar los predictores BLUP en la Tabla 5, podemos separar a los padres de la sublínea Azuay, el 732 y el 734 como los mejores, pues el primero de ellos mostró un nivel similar a los dos mejores en un rasgo tan importante como el peso a los 90 días y en las dos ganancias más importantes estuvieron ligeramente por encima de la media de todos los padres estudiados de la sublínea respectiva. Los mejores padres de la sublínea Cañar fueron el 224 y el 225, ambos mejoradores en los pesos, principalmente en el P90 y ligeramente por encima del promedio en las ganancias.

Tabla 5. Predictores BLUP para los pesos y ganancias principales de las dos sublíneas

PADRES DENTRO DE SUB-LÍNEAS	PN	PD	P90	G090	G1490
1:203	-1,96	-2,86	-8,50	-0,07	-0,08
1:216	1,81	9,44	-10,48	-0,21	-0,28
1:224	-1,24	3,32	9,26	0,17	0,13
1:225	-0,50	-8,91	11,30	0,17	0,23
1:226	1,48	-0,98	-1,58	-0,05	-0,01
2:702	2,30	-0,26	0,72	0,09	0,07
2:721	-1,38	-13,64	-20,39	-0,38	-0,22
2:732	1,41	0,38	11,22	0,17	0,21
2:733	-2,88	-6,52	-4,51	-0,05	-0,06
2:734	0,55	20,05	12,96	0,17	0,00

En este trabajo se ofrecen los resultados de la formación y desarrollo de una línea nativa de la sierra sur ecuatoriana, los cuales permiten establecer las bases para su mejora y su conservación.

CONCLUSIONES

Las sublíneas de cuyes consideradas en su conjunto mostraron crecimientos bajos, y sus heredabilidades aunque no son altas permiten esperar progresos favorables en caso de realizarse un programa de selección a mediano plazo, dada la alta tasa reproductiva en el tiempo de la especie.

AGRADECIMIENTOS

A la Dirección de Investigación de la Universidad de Cuenca (DIUC), Cuenca, Ecuador 2016-2018 por el financiamiento y los apoyos para la realización del proyecto: “Establecimiento de población base para la generación de una línea local y fortalecimiento de proceso biotecnológico reproductivo en cuyes criollos”.

REFERENCIAS

- Avilés, D. E. (2016). *Caracterización genética del cuy doméstico de América del Sur mediante marcadores moleculares*. Córdoba, España: Departamento de Genética, Universidad de Córdoba.
- Chauca, L. Z. (1997). *Producción de cuyes (Cavia porcellus)*. Perú: Estudio FAO.
- FAO. (1997). *Lista mundial de vigilancia para la diversidad de los animales domésticos* (2da ed.). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, FAO UNEP. Recuperado el 14 de abril de 2019, de <https://www.fao.org/docrep/V8300S/V8300S00.htm>.
- Hernández, C. (2015). *Efecto del sexo y edad de sacrificio sobre los quintos cuartos y la calidad de la canal de cuy*. Riobamba, Ecuador: Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Chimborazo.
- Kouakou N. D., Grongnet, J. F., Assidjo, N. E., Thys, E., Marnet, P. G., Catheline, D., Legrand, P., & Kouba, M. (2013). Effect of a supplementation of *Euphorbia heterophylla* on nutritional meat quality of Guinea pig (*Cavia porcellus* L.). *Meat science*, 93(4), 821-826.
- Malagón M. A. P. y Meza A. M. (2013). *Pasto Guatemala (Tripsacum laxum) con maní forrajero (Arachis pintoi) en la alimentación de cuyes (Cavia porcellus linnaeus) en la etapa de engorde en la Maná-Cotopaxi, Ecuador*. Recuperado el 14 de abril de 2019, de http://biblioteca.uteq.edu.ec/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=3403&query_desc=su%3A%22MANI%20FORRAJERO%22
- Meza, E. R.; Raymondí, J. C. y Cisneros, S. A. (2017). Evaluación Genética de un Plantel de Cuyes Reproductores de Genotipo Perú. *Rev Inv Vet Perú*, 28(2), 293-298.
- Mínguez, C. y Calvo, A. (2018). Effect of supplementation with fresh orange pulp (*Citrus sinensis*) on mortality, growth performance, slaughter traits and sensory characteristics in meat guinea pigs. *Meat Science*, 145 (1), 51-54.
- R versión 3.4.4. (2018). *The R Foundation for Statistical Computing*. Vienna, Austria
- Remache, R. (2016). *Progresión de la calidad de la canal, vísceras, pH y color de la carne de cuy a los 3, 4 y 6 meses de edad*. Riobamba, Ecuador: Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Chimborazo
- Rodríguez, H. L.; Palomino, M. T.; Hidalgo, V. L. y Gutiérrez, G. R. (2013). Efectos de factores fijos y al azar sobre el peso al nacimiento y al destete en cuyes de la costa central del Perú. *Rev. Inv. Vet. Perú*, 24 (1), 16-24.
- Rodríguez, H. L.; Gutiérrez, G. R.; Palomino, M. T. y Hidalgo, V. L. (2015). Características Maternales al Nacimiento y Destete en Cuyes de la Costa Central del Perú. *Rev. Inv. Vet. Perú*, 26(1), 77-85.
- Sánchez, X.G.P.; Barrera, S.Z.; Orozco, T.O.; Torres, S. F. M. S. y Monsivais, R.I. (2013). Modelo animal multica-rácter para la estimación de parámetros genéticos del *Cavia porcellus* en Colombia. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 36(1), 19-24.
- Swiger I. A., W. R. Harvey, D. O. Everson and K. E. Gregory. (1964). The Variance of Intraclass Correlation Involving Groups with One Observation. *Biometrics*, 20 (4), 818-826.
- Tuquinga F. (2011). *Evaluación de diferentes niveles de desecho de quinua en la etapa de crecimiento y engorde de cuyes*. Riobamba, Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Vargas, A. P. (2015). Estimación de parámetros genéticos en cuyes utilizando ASReml-R. *Anales Científicos*, 76 (2), 393-395.
- Vargas, A. P.; Gutiérrez, G. R. y Mamani, G. M. (2015). Una Aplicación del Muestreo de Gibbs en la Estimación de Parámetros Genéticos en Cuyes Utilizando MCMCglmm. *Rev Inv Vet Perú*, 26(2), 182-188.

Recibido: 31-1-2019
Aceptado: 13-2-2019

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

La participación de los autores fue la siguiente:

Concepción y diseño de la investigación: CRJ y GGV; análisis e interpretación de los datos: CJRJ, PNE, AEER y GEGV; redacción del artículo: CJRJ, AEER y GEGV

CONFLICTO DE INTERESES

No hay conflictos de intereses.