

Distinción de Rasgos Genéticos en Líneas de Cuyes

Claudia Rivas Valencia^{1*}, Elizabeth Rico Numbela¹

¹Centro MEJOCUY - Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba - Bolivia

*e-mail: c.rivas@umss.edu.bo, mejocuy@hotmail.com

Resumen

El centro MEJOCUY cuenta con un banco base de germoplasma nativo y exótico, mantenido in vivo que permiten el establecimiento de diferentes programas de mejora genética tanto por selección como por cruzamiento. Para este fin cuenta con líneas de cuyes: AUQUI, Rosario, San Luis y Perú, como germoplasma introducido que ha ingresado tanto en el programa de conservación como el de selección y cruzamiento, en ambos se ha ido evaluando la respuesta de los caracteres de interés productivo y reproductivo asociados principalmente al peso y tamaño de camada y, por otra parte los indicadores de heredabilidad y heterosis que muestran cuál es el potencial de estas líneas. El diseño empleado para el programa de selección es Carolina I y para el programa de cruzamientos es Griffing I. En el programa de selección, en base a las varianzas genéticas y ambientales, se han determinado los valores de heredabilidad, en general se observa que estos valores de heredabilidad fluctúan bastante en los caracteres evaluados, siendo en algunos casos 0.00, lo cual indica que el componente ambiental es determinante por encima del genético, lo cual es de esperar debido a que estos planteles se encuentran en adaptación. En el programa de cruzamientos, los valores de heterosis en algunas cruces muestran el potencial de las líneas peruanas Perú y Tamborada para establecer cruzamientos que favorezcan el carácter tamaño de camada.

Palabras clave: *Cavia aperea porcellus*, Heredabilidad, Heterosis.

Abstract

The MEJOCUY center has a bank basis of native and exotic germplasm, maintained in vivo that allow the establishment of different breeding programs both as breeding selection. To this end has lines of guinea pigs: AUQUI, Rosario, San Luis and Peru, as introduced germplasm has entered both the conservation program as the selection and breeding, in both have been evaluating the response of the traits of interest productive and reproductive mainly associated with weight and litter size, on the other hand the heritability and heterosis indicators that show what the potential of these lines. The design used for the selection program is Carolina I and for the crossing program is Griffing I. In the screening program, based on genetic and environmental variances, we have determined the heritability values generally observed that these values fluctuate considerably in heritability traits evaluated, being in some cases 0.00, indicating that the environmental component is above the genetic determinant, which is expected because these campuses are in adaptation. In the crossing program, the values of heterosis in some crosses show the potential of Peruvian lines and crosses Tamborada to establish character conducive litter size.

Keywords: *Cavia aperea porcellus*, Heritability, Heterosis.

Introducción

El Centro de Mejoramiento Genético y Manejo del Cuy en Bolivia “MEJOCUY”, ha constituido un banco base de la especie *Cavia aperea porcellus*. Su plantel está conformado principalmente por poblaciones nativas reflejo de la variedad de la especie a nivel local, líneas introducidas de Perú y Ecuador y líneas desarrolladas localmente en función al requerimiento del productor y el mercado. El Centro realiza investigaciones en mejora genética con el fin de generar variabilidad que le permita disponer de genotipos, índices productivos y evitar la consanguinidad.

Para aumentar los índices productivos de los cuyes como animales productores de carne, se debe obtener un biotipo animal adaptado a las peculiaridades de su ambiente, y que atienda a las exigencias del mercado. En la búsqueda de estos animales, la caracterización genética, morfológica y productiva es de extrema importancia; debido a que la identificación de recursos genéticos en los animales, constituye un primer paso hacia la conservación y protección. La ausencia de una definición de identidad de planteles locales e introducidos los hace susceptibles a la pérdida de un acervo genético.

A partir de 1988 se establecieron poblaciones de alto rendimiento cárnico, para lo cual se introdujeron líneas peruanas: Tamborada y raza Perú (1988 y 2008), y líneas ecuatorianas: AUQUI, SAN LUIS, y Rosario (2000 y 2008) conformadas en la granja “AUQUICUY”. La base para un programa de conservación y manejo es el conocimiento de los rasgos principales, tanto fenotípicos como de aquéllos componentes genéticos que los determinan, lo cual permite definir programas apropiados de mejora genética para determinar si la estrategia empleada será selección o cruzamiento además de una siguiente etapa que conlleva validar las

poblaciones generadas en campo a través de indicadores de interacción genotipo - ambiente. Ambos procesos, el mejoramiento genético ya sea por selección o cruzamiento y la interacción en campo, permiten al Centro MEJOCUY ofertar líneas y poblaciones adaptadas a las condiciones agroecológicas de cada región geográfica. En los Programas de mejoramiento genético establecidos por MEJOCUY, se encuentran los de Selección y Cruzamiento como estrategias para generar germoplasma de alta calidad genética orientado a proporcionar al productor un pie de cría que responda bajo condiciones ambientales y de manejo diferentes a las de estación experimental. Con este objetivo el Programa de Selección cuenta con las líneas MEJOCUY, Tamborada, AUQUI, San Luis, Rosario y Perú. Por otra parte el Programa de Cruzamientos se ha establecido con cruza entre las poblaciones del Programa de Selección para determinar los mejores planteles comerciales aprovechando el principio de heterosis que se espera hallar en estas combinaciones para lo cual se han determinado parámetros de rendimiento en etapa de reproducción: intervalo entre partos, número de crías al parto y sobrevivencia en lactantes, en etapa de lactación: peso al nacimiento, ganancia de peso nacimiento – destete y, en etapa de recría: peso al destete y peso a 42 días.

Siles (2005) citado por Magne (2008), indica que el desarrollo de nuevas poblaciones, comprende las siguientes etapas fundamentales:

- Elegir el carácter a mejorar respondiendo a las necesidades y problemáticas colectivas o particulares, siempre y cuando se tome en cuenta las potencialidades y limitaciones del medio ambiente en cuestión.
- Evaluar todos los genotipos disponibles para caracterizar e identificar material favorable al carácter de interés.

- Determinar los efectos genéticos que condicionan la herencia en el o los caracteres en cuestión, además, estimar las relaciones genéticas entre los distintos caracteres involucrados e identificar fuentes de genes favorables.
- En base a los resultados de la etapa anterior, se elige el método de selección más adecuado para alcanzar los objetivos planteados.
- Por último se evalúa el material mejorado realizando pruebas de estabilidad fenotípica en varias localidades con el objetivo de entender el comportamiento de las líneas en los diferentes ambientes y recomendar el o las variedades más estables para un ambiente en particular.

Aliaga, Moncayo, Rico y Caycedo (2009), mencionan que la selección para la mejora genética de los cuyes supone su proceso productivo y se orienta exclusivamente a la producción cárnica, la cual depende tanto de la selección de características productivas como reproductivas y de la estrategia de los apareamientos que se sigue con los animales seleccionados como reproductores, siendo las más importantes:

- Habilidad reproductiva: fecundidad, fertilidad, prolificidad, habilidad materna, mortalidad.
- El peso al nacimiento, destete y saca,

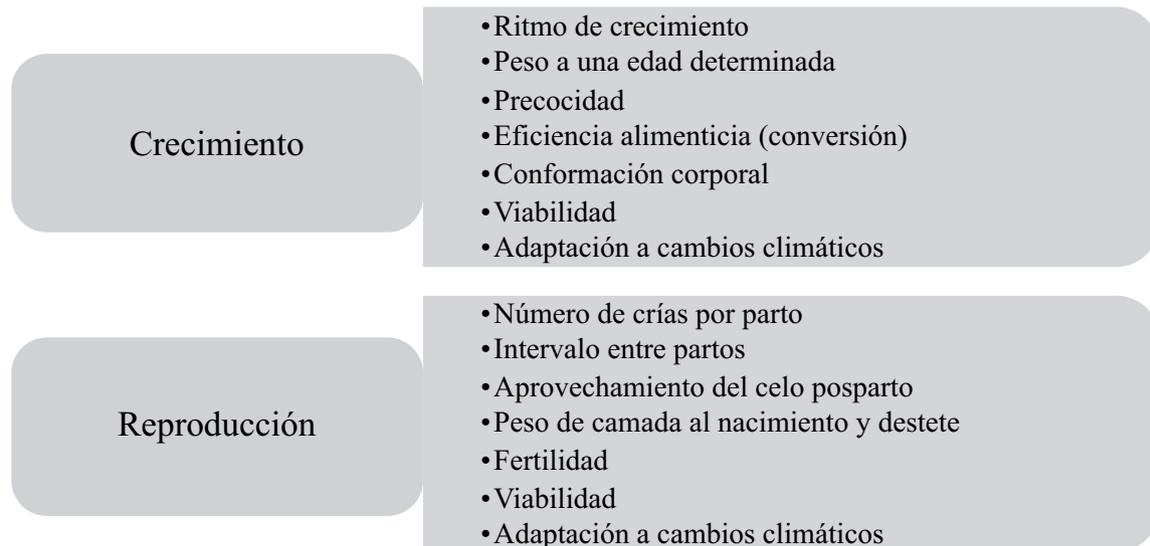
velocidad de crecimiento, conversión alimenticia, eficiencia de la utilización de los alimentos vinculados al peso de carcasa ideal y al momento de beneficio.

- El rendimiento de carcasa: buena masa muscular en el tren posterior, anterior y el lomo, responsables de la buena conformación y proporción cárnica en los cortes de mayor importancia para el mercado y el consumidor.

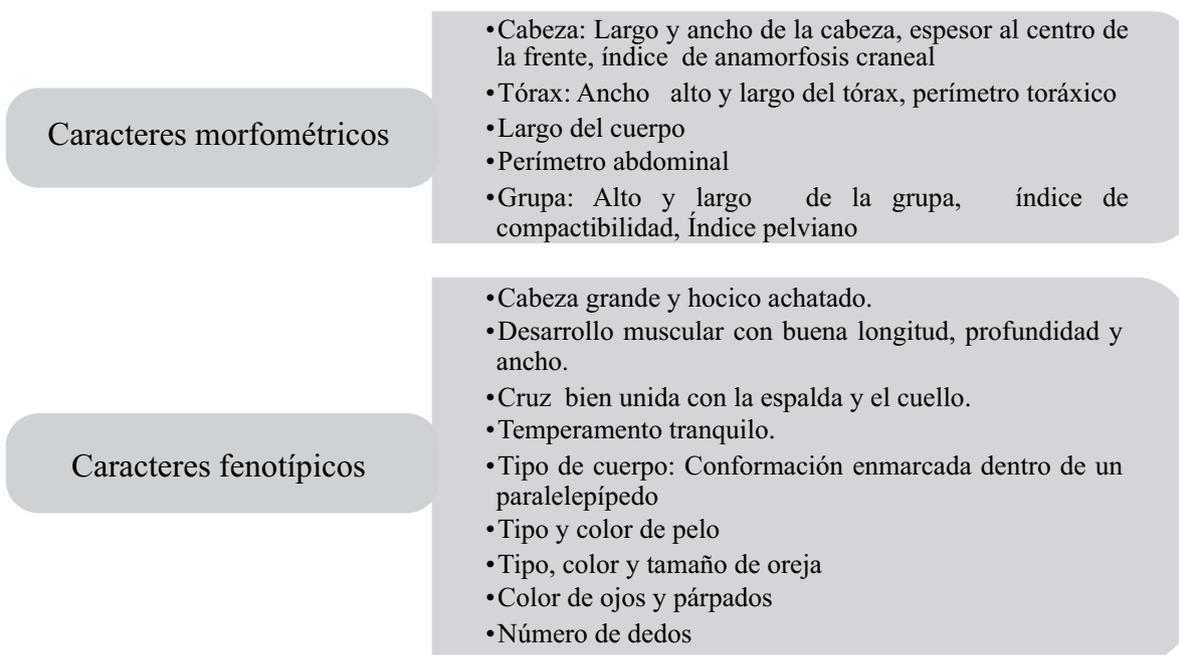
Metodología

La metodología de evaluación de datos considera las variables detalladas en los esquemas 1 y 2. Las características productivas se evalúan generacionalmente. Por otra parte, la morfometría de los cuyes y los fenotipos presentes en las diferentes poblaciones y líneas, es importante, puesto que está asociada a la preferencia en cuanto a reproductores y permiten diferenciar poblaciones y tipos de cuyes por lo cual constituyen un elemento auxiliar para el mejoramiento de la especie ya que estos índices están ligados con algunas características productivas deseables. Por otra parte está la estimación de varianzas genéticas dominantes y aditivas para determinar la heredabilidad lograda en programas de selección y la heterosis en programas de cruzamientos, en estas estimaciones las variables evaluadas son: peso al nacimiento, al destete y a los 42 días de edad y tamaño de camada.

Esquema 1: Características consideradas en mejoramiento genético de cuyes



Esquema 2: Características morfométricas y fenotípicas en mejoramiento genético de cuyes



El diseño empleado para el programa de selección es Carolina I y para el programa de cruzamientos es Griffing I. Por otra parte los modelos matemáticos empleados para los datos se pueden resumir de la siguiente manera:

a. Diseño experimental para evaluar variables del Programa de Selección

$$Y_{ijklmn} = \mu + \alpha_i + \psi_j(i) + \gamma_k(ij) + \delta_l + \theta_m + \lambda_{km}(ij) + \beta_n + \epsilon_{ijklmn}$$

Donde:

- i = 1, 2, 3,....., machos/
- j = 1, 2,..... $\psi_j(i)$ hembras/machos
- k = 1, 2, 3 δ_l número partos
- l = 1, 2 θ_m sexo(machos, hembras)
- m = 1,.....8 $\rho_{klm}(ij)$ tamaño de camada
- n = 1,2, 3 épocas del año (en-ab; ma-ago; sep-dic)

Y_{ijklm} = valor observado del peso a 0, 14 ó 42 días de edad de progenie proveniente del i-ésimo macho, j-ésima hembra, k-ésimo número de parto, l-ésimo sexo, m-ésimo tamaño de camada y n – ésima época del año

b. Diseño Experimental para evaluar variables del Programa de Cruzamientos

$$y_{ijk} = \mu + g_i + g_j + s_{ij} + m_i - m_j + \phi_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

- i = 1 – 2 líneas
- j = 1, 2, 3 poblaciones
- k = 1, 2, 3.....poza/cruza
- y_{ijk} = Valor fenotípico promedio de la progenie de la cruce entre la i-ésima línea y j-ésima población observada en la k-ésima poza de cruce.

c. Estimación de la Heredabilidad en sentido estricto y en sentido amplio

En sentido estricto:	En sentido amplio:
$h^2 = \frac{2}{2} \frac{A}{P}$	$H^2 = \frac{2}{2} \frac{A + D}{P}$

d. Estimación de la Aptitud Combinatoria General (ACG) y Específica (ACE)

Para la i-ésima línea:

$$\hat{g}_i = \bar{y}_{i..} - \bar{y}...$$

Donde:

- \hat{g}_i = Aptitud combinatoria general de la i-ésima línea
- $\bar{y}_{i..}$ = Valor fenotípico promedio de la i-ésima línea
- $\bar{y}...$ = Media general

Para la j-ésima población:

$$\hat{g}_j = \bar{y}_{.j} - \bar{y}_{..}$$

Donde:

\hat{g}_i = Aptitud combinatoria general de la j-ésima población

$\bar{y}_{i..}$ = Valor fenotípico promedio de la j-ésima población

$\bar{y}_{...}$ = Media general

La ACE se calcula como:

$$\hat{s}_{ij} = \bar{y}_{ij} - \hat{g}_i - \hat{g}_j - \bar{y}_{...}$$

Dónde:

\hat{s}_{ij} = ACE de la cruce entre la i-ésima línea y la j-ésima población.

\bar{y}_{ij} = Valor fenotípico prom.de la cruce de la i-ésima línea y j-ésima población

\hat{g}_i = Aptitud combinatoria general de la i-ésima línea

\hat{g}_j = Aptitud combinatoria general de la j-ésima población

$\bar{y}_{...}$ = Media general

Resultados y Discusión

Resultados del Programa de Mejora Genética por Cruzamiento y Selección

Para los caracteres de rendimiento: tamaño de camada, pesos nacimiento, 14 y 42 días, las varianzas genéticas y ambientales indican que a partir de los 14 días

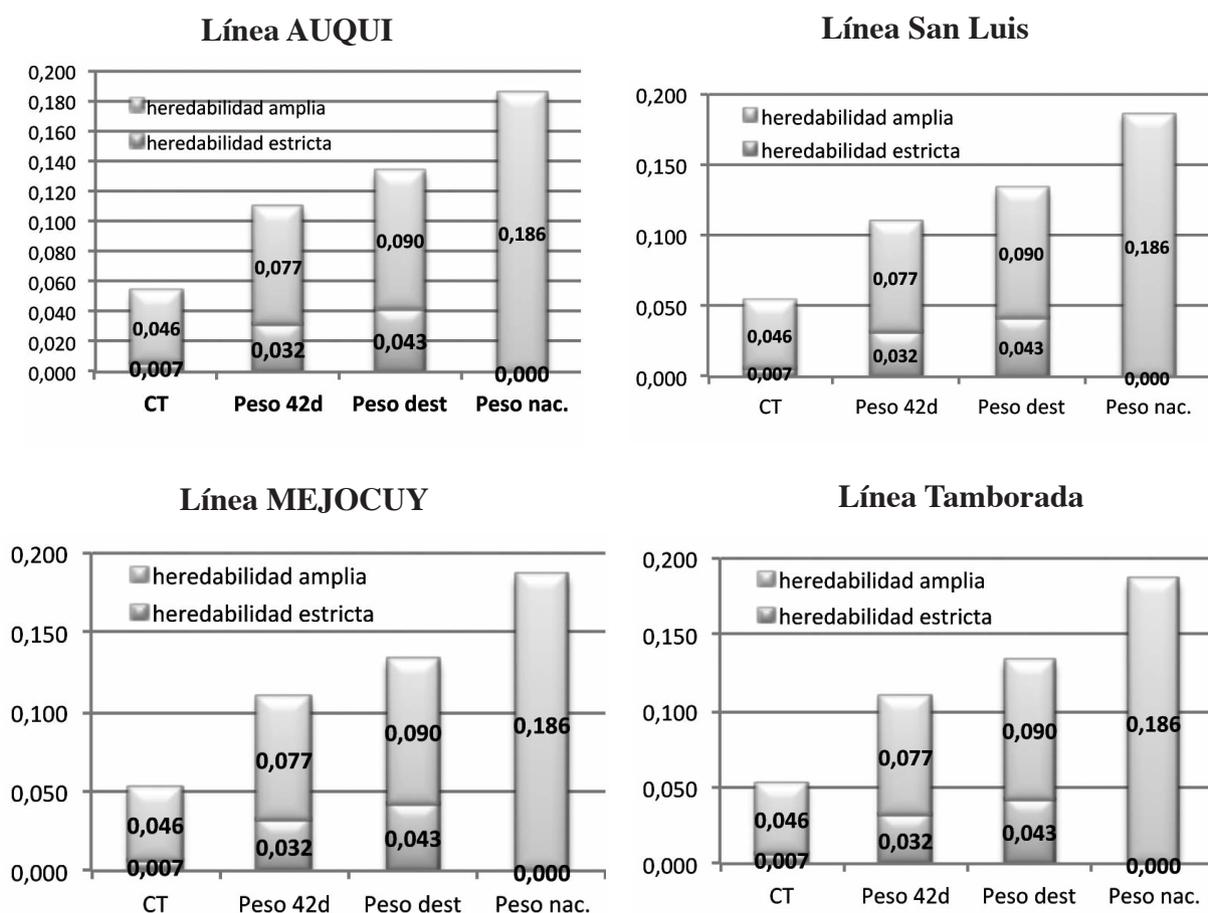
de edad para los planteles Tamborada, AUQUI I, y San Luis I se presentan mayores varianzas genéticas y a los 42 días de edad para los otros planteles. Cuando el animal presenta mayor varianza genética es la edad en la cual ya no hay efectos maternos y se manifiesta su fenotipo individual.

Cuadro 1. Varianza genética y ambiental

PLANTEL	CARACTERES DE RENDIMIENTO (%)							
	Tam. camada		Peso Nac.		Peso 14 días		Peso 42 días	
	V. Gen.	V. Amb.	V. Gen.	V. Amb.	V. Gen.	V. Amb.	V. Gen.	V. Amb.
TAMBORADA	7.01	92.99	12.64	87.36	0.00	100.00	16.73	83.27
AUQUI I	6.92	93.08	15.83	84.17	3.27	96.73	16.60	83.40
SAN LUIS I	13.94	86.06	15.04	84.96	0.00	100.00	11.42	88.58
AUQUI II	9.84	90.16	18.21	81.79	13.99	86.01	26.10	73.90
SAN LUIS II	11.60	88.40	20.56	79.44	11.20	88.80	17.74	82.26
ROSARIO	17.74	82.26	12.98	87.02	29.82	70.18	0.00	100.00
PERÚ	10.09	89.91	26.19	73.81	15.53	84.47	9.44	90.56

En base a las varianzas genéticas y ambientales, se han determinado los valores de heredabilidad, en general se observa que estos valores fluctúan bastante en los caracteres evaluados, siendo en algunos casos 0.00, lo cual indica que el componente ambiental es determinante por encima del genético, lo cual es de esperar debido a que estos planteles se encuentran en adaptación. Sin embargo, los datos serán útiles como punto de partida referencial para analizar en futuras generaciones la respuesta a la selección y otros

aspectos que permitan evaluar el rendimiento de estas líneas bajo las condiciones de la región. Las gráficas muestran el componente ambiental determinante en algunas de las variables evaluadas como el tamaño de camada, al ser una variable reproductiva es de esperar que tenga efectos ambientales determinantes. Por otra parte en las variables de peso al destete y 42 días se observa un mayor efecto aditivo en la heredabilidad, atribuible al resultado de la selección para estos caracteres.



Gráfica 1: Hereditabilidad en sentido amplio y estricto en líneas del Programa de Selección

El Cuadro 2 de los valores de heterosis en algunas cruzas muestran el potencial de las líneas peruanas Perú y Tamborada (*) para

establecer cruzamientos que favorezcan el carácter tamaño de camada.

Cuadro 2. Heterosis para el tamaño de camada con respecto al mejor progenitor en líneas del Programa de Cruzamiento

Cruzas	Media del mejor Progenitor	Media de la Cruza	Diferencia	Pr< T
AP	3.06	3.39	0.33	0.4462
AZ	2.83	3.04	0.21	0.7966
MA	3.85	3.92	0.07	0.9001
MS	3.85	3.89	0.04	0.9451
MY	3.85	3.90	0.05	0.9119
PT*	3.06	4.63	1.57	0.0036*
SP	3.06	3.09	0.03	0.9564
TP	3.06	3.85	0.79	0.1356
TZ	2.83	3.03	0.20	0.7665
YS	2.83	3.21	0.38	0.4749

Fuente: Angulo, 2013.

Donde: A e Y = AUQUI, P = Perú, S y Z = San Luis, M = MEJOCUY, T = Tamborada

Cuadro 3. Heterosis para el tamaño de camada con respecto al mejor progenitor en líneas del Programa de Cruzamiento

Cruzas	Media del mejor Progenitor	Media de la Cruza	Heterosis	Pr< T
PT	543.22	655.99	112.77	0.0267*
ZS	578.98	632.94	53.96	0.2847
ZT	555.81	584.49	28.68	0.5689
YT	593.09	636.70	43.61	0.3869
YA	593.09	625.72	32.63	0.5170
YP	593.09	621.56	28.47	0.5717
YS	593.09	597.93	4.84	0.9234

Fuente: Angulo, 2013

Donde: A e Y = AUQUI, P = Perú, S y Z = San Luis, M = MEJOCUY, T = Tamborada

En el Cuadro 2, se observa el potencial de las cruzas Perú por Tamborada para establecer mayores rendimientos en el peso a 42 días.

Conclusiones

Las líneas MEJOCUY, Tamborada, AUQUI, San Luis, Rosario y Perú del Programa de Selección del Centro MEJOCUY, presentan valores de heredabilidad en sentido amplio, mucho mayores que los valores en sentido estricto, lo cual refleja que el componente ambiental sigue siendo mucho más

determinante que el componente genético que avanza lentamente. Sin embargo, aparentemente los criterios de selección son adecuados dado que existe un incremento generacional en los caracteres de rendimiento. El Programa de Cruzamiento como estrategia para generar germoplasma de alta calidad genética aprovechando el principio de heterosis de diferentes combinaciones ha establecido que las cruzas Perú por Tamborada obtienen mayores rendimientos en el peso a 42 días y de igual manera el tamaño de camada.

Recomendaciones

En base a los resultados obtenidos se sugiere continuar con el programa de Selección añadiendo mayor presión de selección a un grupo élite pequeño. Por otra parte en el Programa de Cruzamientos se tendría que establecer cruzas alternativas adicionales además de la que reportó mayor rendimiento para establecer a lo largo de 3 o más partos la superioridad de la craza recomendada.

Referencias Citadas

- Aliaga, L., R. Moncayo, E. Rico y A. Caycedo. 2009. Producción de cuyes. Editorial de la universidad católica sedes sapientiae. Lima-Perú. Pág. 405-407.
- Angulo, M. 2013. Aptitud combinatoria, Efectos Maternos y Heterosis de los caracteres peso y tamaño de camada en cruzamientos de líneas exóticas y poblaciones locales del Centro MEJOCUY. Tesis Ing. Agr. Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias. Universidad Mayor de San Simón. Cochabamba – Bolivia. 103 P
- González, L. 2008. Caracterización morfométrica y fenotípica en poblaciones y líneas de cuyes del Proyecto MEJOCUY Tesis Lic. Bio. Carrera de Biología. Universidad Mayor de San Simón. Cochabamba – Bolivia. 103 P.
- Magne, J. 2009. Herencia de la resistencia genética de arveja, *Pisum sativum* L., al anegamiento. Tesis Ing. Agr. UMSS Cochabamba. Bolivia.
- Rico, E. 2006. Conservación de germoplasma de cuyes nativos y exóticos en Bolivia. Memorias VII Simposio Iberoamericano sobre Conservación y Utilización de Recursos Zoogenéticos. Red XII – H CYTED sobre Conservación de la Biodiversidad de los Animales Locales para el Desarrollo Rural Sostenible. p. 19 – 29.
- Rico, E. y C. Rivas. 2013. Informe Técnico Científico 2012. Centro de Mejoramiento Genético y Manejo del Cuy en Bolivia MEJOCUY. Universidad Mayor de San Simón. Cochabamba, Bolivia.
- Rivas, C. 2006. Parámetros Genéticos en Poblaciones de Cuyes del Proyecto MEJOCUY. Memorias VII Simposio Iberoamericano sobre Conservación y Utilización de Recursos Zoogenéticos. Red XII – H CYTED sobre Conservación de la Biodiversidad de los Animales Locales para el Desarrollo Rural Sostenible. p. 211– 215.
- Rivas, C. 2012. Plan de Mejora Genética 2011 de Poblaciones y Líneas de Cuyes del Centro MEJOCUY. Centro de Mejoramiento Genético y Manejo del Cuy en Bolivia MEJOCUY. Universidad Mayor de San Simón. Cochabamba, Bolivia.