

UNIVERSIDAD NACIONAL SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE MEDICINA
VETERINARIA



**“RENDIMIENTO DE LA PROGENIE DE CUYES (*Cavia porcellus*),
CRUZAS DE LAS LÍNEAS GENÉTICAS PERÚ, ANDINA E INTI
PARA CARACTERÍSTICAS CÁRNICAS EN LA E.E.A CANAAN
INIA-AYACUCHO 2008”**

**Tesis para obtener el Título Profesional de
MÉDICO VETERINARIO**

Presentado por:

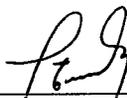
Yiyson Rojas Yupanqui

AYACUCHO-PERU

2010

“RENDIMIENTO DE LA PROGENIE DE CUYES (*Cavia porcellus*), CRUZAS DE LAS LÍNEAS GENÉTICAS PERÚ, ANDINA E INTI PARA CARACTERÍSTICAS CÁRNICAS EN LA E.E.A. CANAAN – INIA – AYACUCHO”

Recomendado : 02 de diciembre de 2010
Aprobado : 07 de enero de 2011



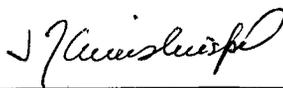
M.Sc. ING. FELIPE ESCOBAR RAMÍREZ
Presidente del Jurado



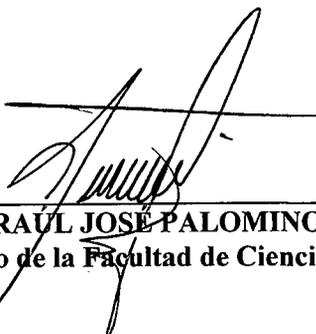
ING. EDUARDO ROBLES GARCÍA
Miembro del Jurado



ING. ELMER RAÚL MEZA ROJAS
Miembro del Jurado



ING. RAÚL JAVIER ARONES QUISPE
Miembro del Jurado



M.Sc. ING. RAUL JOSÉ PALOMINO MARCATOMA
Decano de la Facultad de Ciencias Agrarias

A mi madre Olinda por su gran amor y sacrificio permanente; a mi padre Jesús por su comprensión y motivación constante.

A mis hermanos Jesús, Yelisa y Yenifer por su cariño y apoyo.

A mi hijo Paris por ser el motor de mis actos.

AGRADECIMIENTO

Expresar mis sinceros agradecimientos y gratitud:

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, mi alma mater, que me dio la oportunidad de abrazar una carrera universitaria y ser fuente de mi desarrollo personal.

A la Facultad de Ciencias Agrarias, por haberme acogido en sus aulas y permitirme adquirir experiencias invaluable para la vida.

A la Escuela de formación profesional de Medicina Veterinaria, mi segundo hogar, que me brindó los conocimientos básicos para afrontar los embates de la vida.

Al Instituto Nacional de Innovación Agraria, por haber permitido ejecutar la fase experimental de este trabajo.

Al Ing. Elmer Meza Rojas, asesor del presente trabajo, por su amistad y apoyo incondicional para la culminación de este trabajo. Espero no defraudarlo.

Al Ing. Manuel Oblitas Pimentel, coasesor del presente trabajo por su amistad, colaboración y comprensión.

A cada uno de los docentes de la EFP de Medicina Veterinaria, por haberme transmitido sus conocimientos y poder alcanzar este primer objetivo.

A la profesora Angélica Cuyubamba y al profesor Oscar Huamán, por su apoyo y haberme acogido en el seno de su familia.

A todos mis amigos por su amistad sincera.

INDICE

	Página
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
RESUMEN	vi
INTRODUCCIÓN	01
CAPITULO I	
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	
1.1 Genotipos y Tipos de Cuyes	04
2.1.1 Cuyes no mejorados	04
2.1.2 Cuyes mejorados	08
2.2. Características de Importancia Económica en el Cuy	10
2.3 El Cruzamiento como Método de Mejora Genética	14
2.4 Experiencias de Mejoramiento Genético Mediante Cruzamiento	19
CAPITULO II	
MATERIALES Y MÉTODOS	
2.1 Lugar de estudio	27
2.2 Material de estudio	28
2.2.1 Instalaciones e implementos	28
2.2.2 Materiales y Equipos	28
2.3 De los Animales	28
2.4 Variables e indicadores	30

2.5	Población y tamaño maestra	32
2.6	Diseño experimental	33
2.7	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	34
2.8	Procesamiento y análisis estadístico de datos	35
CAPITULO III		
RESULTADOS Y DISCUCIÓN		
3.1	Promedios no corregidos de las características evaluadas	40
3.2	Promedios corregidos de las características evaluadas	53
3.3	Determinación de la Heterosis de las Características Evaluadas	65
CAPITULO IV		
4.1	CONCLUSIONES	74
4.2	RECOMENDACIONES	77
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA		78
ANEXOS		82

RESUMEN

El presente estudio tuvo por objetivo evaluar y comparar el comportamiento productivo atribuido a la heterosis para características de peso al beneficio, velocidad de crecimiento, rendimiento de carcasa, grasa de deposición y conversión alimenticia en los diferentes cruzamientos efectuados y en la generación F1, a partir de los parentales puros Perú, Andina e Inti procedentes del Estación Experimental Canaán INIA-Ayacucho. Para tal efecto se obtuvo información de 101 descendientes puros y cruzados Perú x Andina, Andina x Perú y Perú x Inti de ambos sexos criados como grupos contemporáneo durante la fase de recría. La información fue analizada teniendo en cuenta la incidencia de los efectos fijos tamaño de camada, sexo y número de parto de la madre sobre las variables estudiadas; estimándose factores de corrección por mínimos cuadrados para aquellos efectos fijos que tuvieron incidencia significativa. Se obtuvo promedios y desvíos fenotípicos de los seis grupos genéticos comparativos, así como sus respectivas medias y desvíos corregidos por factores ambientales que tuvieron incidencia significativa sobre las variables estudiadas.

La heterosis fue estimada como desvío del promedio del cruzamiento recíproco frente al promedio de los parentales puros. Las medias fenotípicas fueron significativamente mayores en los animales puros en relación a los cruzados ($P > 0.05$) para características de peso vivo al beneficio y velocidad de crecimiento y grasa de deposición, no encontrándose diferencias significativas para el resto de los caracteres estudiados. Respecto a las medias fenotípicas corregidas por factores ambientales, se observó mayores promedios en los genotipos cruzados Perú x Andina y Perú x Inti en relación al resto de los grupos genéticos evaluados; sin embargo, el rendimiento de carcasa y grasa de deposición corregidos, fue ligeramente superior en los genotipos puros, respecto a los cruzados, quienes a su vez, estos últimos mostraron una ligera menor eficiencia a la conversión alimenticia. Finalmente, no se encontró heterosis significativa en las variables estudiadas en los diferentes cruces efectuados, obteniéndose en el cruce Perú x Inti (genotipo Perú como vía paterna) y el cruce recíproco Perú x Andina valores ínfimos de heterosis para el carácter peso al beneficio de 11.90 gr. (1.5 %) y 10.25 gr. (1.3 %), respectivamente; encontrándose para el carácter velocidad de crecimiento una heterosis de 0.39 gr./día (3.9%) proveniente de cruce Perú x Inti que tuvo como vía paterna al genotipo Perú. Se concluye que el cruzamiento entre cuyes mejorados no produce heterosis significativa en caracteres relacionados con la producción de carne, sugiriéndose a la selección como un mecanismo más eficaz para producir la mejora genética de la producción de cuyes.

INTRODUCCIÓN

El cuy domestico (*Cavia porcellus*), es una especie que tiene un particular potencial carnicero para contribuir y satisfacer las necesidades nutricionales de las poblaciones de las zonas rurales y urbanas del país cuya dieta básica demanda la contribución de proteína de origen animal. Sin embargo, en la actualidad la producción cárnica de esta especie es aun deficiente en términos de cantidad y calidad, siendo el bajo potencial genético de la especies una de las principales razones.

La exigencia de los mercados potenciales, exige cada vez más carnes con un menor contenido de grasa, de mayor terneza y carcasas con una adecuada distribución muscular. A pesar de ello, las diferentes líneas de cuyes mejoradas actualmente disponibles en nuestro medio, aun no han logrado alcanzar tales exigencias de calidad, lo cual conduce a que las posibilidades de ampliación de su mercado sea reducido.

La carencia de genotipos superiores con características óptimas como para producir carne con adecuados estándares de calidad y cantidad se constituye en el

principal problema, resultando en la necesidad de desarrollar nuevas líneas genéticas adaptadas a nuestro medio. En ese sentido, el mejoramiento genético constituye el único camino para conseguir modificar los genotipos hacia la dirección deseada y según uno lo desee, siendo la selección y el cruzamiento uno de los caminos que se optaría para lograra este fin. La selección es el método de mejoramiento más usado por los mejoradores, cuyos resultados suelen ser significativos en el largo plazo; sin embargo, el cruzamiento es la técnica de mejoramiento cuyos resultados pueden ser observados en el corto plazo, gracias a las posibilidades de manifestación de heterosis y de la complementariedad de características productivas, entre otras ventajas; por lo que resulta interesante aplicarlo cuando se dispone de líneas o razas con cierto grado de especialización y/o cuando se quiera mejorar líneas criollas mediante el cruce absorbente.

Las diferentes iniciativas efectuadas para mejorar genéticamente nuestro cuy, generalmente se han centrado en evaluar solamente el carácter peso vivo y prolificidad, sin ir más allá como el hecho de desarrollar animales altamente eficientes en convertir el alimento en carne, magros, de buena conformación y distribución de masa muscular y de un alto rendimiento de carcasa.

En ese sentido, el presente trabajo de investigación tuvo por objetivo evaluar el efecto de la heterosis y/o complementariedad sobre la performance productiva de características relacionadas con la producción cárnica en cuyes cruzados F1 en relación a sus parentales puros, y por tanto, sobre la base de sus resultados contribuir en sentar las bases de las posibles vías de cruzamiento con miras a la formación futura de nuevas

líneas genéticas especializadas en la producción de carne, y por tanto beneficiarnos de una mayor oferta de carne de cuy en términos de cantidad y calidad.

Los objetivos específicos de este estudio fueron:

1. Estimar y comparar las medias fenotípicas y genotípicas por factores ambientales sistemáticos para características de velocidad de crecimiento, conversión alimenticia, peso edad al beneficio, rendimiento de carcasa y deposición de grasa de los genotipos Perú, Inti y Andina y sus respectivos cruces.
2. Determinar el nivel de heterosis en los cruces F1 a partir de los genotipos Perú, Inti y Andina, para características de velocidad de crecimiento, conversión alimenticia, peso edad al beneficio, rendimiento de carcasa y deposición de grasa.

CAPÍTULO I

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1 GENOTIPOS Y TIPOS DE CUYES

En el país se encuentran distribuidos dos genotipos de cuyes, el criollo y el «mejorado». El criollo o nativo, es un animal pequeño muy rústico, poco exigente en calidad de alimento, se desarrolla bien bajo condiciones adversas de clima y alimentación. Criado técnicamente mejora su productividad, tiene un buen comportamiento productivo al cruzarlo con cuyes «mejorados» de líneas precoces (Aliaga 1979. *et al*). El «mejorado» es el cuy criollo sometido a un proceso de mejoramiento genético, es precoz por efecto de la selección y en los países andinos se lo conoce como «peruano» (Chauca 1997 y Sarria, 2005).

1.1.1 Cuyes no mejorados

Existe predominancia de cuyes criollos a nivel del área rural, son criados básicamente en el sistema familiar, tienen rendimientos productivos bajos, son poco

precoces. Su rusticidad se debe a su aclimatación al medio, se desarrollan sin mayor exigencia a una buena calidad de alimento (Aliaga, 1979; Moreno, 1989; Chauca, 1997). No responden a una alimentación con raciones de alta densidad de nutrientes. La evaluación de la respuesta obtenido por productores de cuyes que dan una alimentación restringida, muestra un potencial de producción semejante al obtenido con una buena alimentación. La mortalidad hasta el destete es del 24,7 por ciento, elevándose a 32,7 por ciento hasta los tres meses (Chauca, 1997). Según diversos autores (Zaldívar, 1976), la frecuencia porcentual del tamaño de la camada es de 15,92, 45,92, 27,78, 9,26 y 1,12 crías por parto para 1, 2, 3, 4 y más de 5 crías por parto.

Se caracterizan por tener el cuerpo con poca profundidad y poco desarrollo muscular. La cabeza es triangular, alargada y angulosa. Son nerviosos, se adaptan poco a vivir en pozas, por la altura de sus saltos se hace dificultoso su manejo (Aliaga, 1979, Chauca, 1997). Dentro de la clasificación por conformación corresponden a cuyes de tipo B. Se encuentran cuyes de todos los tipos, habiendo predominancia del tipo 1 (60,65 por ciento) y tipo 2 (33,32 por ciento).

El color de su pelo es variado, se encuentran animales de colores simples: claros (blanco, alazán, bayo y violeta) y oscuro (negro), compuesto como: ruano (alazán con negro), lobo (amarillo con negro) y moro (blanco con negro). También se encuentran cuyes fajados, cuando los colores van por franjas de dos colores siendo siempre una de ellas blanca (Moreno, 1989; Aliaga, 1994). El 88,6 % de la población corresponden a cuyes criollos de colores claros sean blanco, bayo o alazán, sean estos de color entero, fajado o combinado (Zaldívar, 1976).

Debido a su forma habitual de crianza son los animales consanguíneos, seleccionados negativamente por la saca indiscriminada de los animales de mayor tamaño (Maldiva, 1976; Aliaga, 1979). Son animales mantenidos sólo como herbívoros, ya que su alimentación es exclusivamente con forrajes. Tienen un buen comportamiento productivo al cruzarlo con cuyes «mejorados» de líneas precoces (Chauca, 1997).

En el cuadro 1.1 se muestra los parámetros productivos del cuy no mejorado desarrollado en diversos ecosistemas, proporcionados por diferentes investigadores (Zaldívar, 1976), mientras que en el cuadro 1.2 muestra el incremento diario de peso, logrado de acuerdo a los diversos regímenes alimenticios.

Cuadro 1.1: Parámetros productivos de cuyes no mejorados desarrollados en diferentes ecosistemas del Perú

Origen	Tamaño de camada	Peso (g)		
		Nacimiento	Destete	3 meses
Cuzco	2,2 ¹	102	189	513
Puno	2,1 ¹	100	165	439
Arequipa	3,0 ¹	110	319	594
Cajamarca	2,9 ¹	124	361	737
Chota Cutervo	- ¹	118	299	646
Huanuco	1,7	-	-	589
Huancavelica	1,8	-	-	612
Junín Huancayo	1,9	-	-	612
Lima-Matucana	- ¹	87	264	459

Tacna	- ¹	118	268	484
Lambayeque	- ¹	118	271	651
Arequipa x Huancayo	2,8 ¹	113	322	653
Huancayo x Arequipa	2,6 ¹	118	321	708
Promedio	2,25	109,9	277,9	592,5
CV ²	20,94	12,32	23,74	16,06
Rango	1,7-3,0	82-124	164-362	423-736

Fuente: Chauca, 1993a.

¹ Alimentación suplementada.

² Coeficiente de variación.

Cuadro 1.2: Incremento de peso diario del cuy no mejorado alimentado con diferentes dietas

Origen	Régimen alimenticio	Incrementos de peso (grs/día)
Cajamarca	Alfalfa	2,32 - 4,93
	Alfalfa + concentrado	5,28 - 6,09
	Chala de maíz	2,59
	Chala de maíz + concentrado	5,16
Arequipa	Alfalfa	2,86
	Alfalfa + concentrado	4,90 - 4,28
	Chala de maíz	2,10
	Chala de maíz + concentrado	5,06
	Desperdicio cocina	2,30

	Desperdicio cocina + concentrado	3,70
Junín	Alfalfa	4,76 - 3,46
	Alfalfa + concentrado	6,17 - 6,30
Puno	Totora	0,40
	Totora + concentrado	2,90 - 2,60
	Heno de avena	4,54
	Heno de avena + concentrado	6,58
Lambayeque	Alfalfa	4,16-7,30
	Alfalfa + concentrado	6,26 - 9,20
	Sorgo + concentrado	4,65
Tingo María	Kudzú	1,20-1,10
	Kudzú + concentrado	6,81 - 5,25
	Hoja de plátano	0,50
	Hoja de plátano + concentrado	6,01 - 2,50
	Soya forrajera + concentrado	3,70

Fuente: Resúmenes de las Reuniones Científicas Anuales de la Asociación Peruana de Producción Animal (APPA), 1976-1993.

1.1.2 Cuyes mejorados

El Perú inició los trabajos de mejoramiento en cuyes a partir de 1966, con la evaluación del germoplasma de diferentes ecotipos maestreados a nivel nacional. En el año 1970, en la Estación Experimental Agropecuaria La Molina del INIA, se inicia un programa de selección con miras de mejorar el cuy criollo existente a nivel nacional (Chauca, 2007). Se seleccionan animales por su precocidad y prolificidad, habiéndose

creado las líneas Perú, Inti y Andina (Zaldívar, 1976, Chauca, 2004; 2007). Entre los principales genotipos mejorados tenemos (Chauca, 1997, 2007; Moreno, 1989; Sarria, 2005):

Perú.- Seleccionada por el mayor peso a la edad de comercialización. Se caracteriza por ser precoz, obtiene pesos de 800 g a los 2 meses de edad y conversiones alimenticias de 3,8 al ser alimentada en buenas condiciones con concentrados balanceados. Su prolificidad promedio es de 2,3 crías nacidas vivas. El color de su capa es preferentemente blanco con rojo, siendo su pelo liso y pegado al cuerpo, sin remolinos (Tipo 1). Es un genotipo pesado, con desarrollo muscular marcado, precoz y eficiente convertidora de alimento. Puede o no tener remolino en la cabeza, con orejas caídas, ojos negros aunque existen individuos con ojos rojos. No es un animal poli dáctilo, existe predominancia de animales con 4 dedos en los miembros anteriores y 3 en los posteriores.

Andina.- Este genotipo fue generado en el INIEA, y fue seleccionada por su prolificidad consiguiendo tamaño de camadas (crías por parto 3 a 4). Se obtienen mayores crías por madre reproductora como consecuencia de su mayor presentación de celo *postpartum*. Se mejora la productividad de la crianza, siendo los intervalos cortos entre parto y parto. El tamaño promedio de la camada de los cuyes "Andina" es de $3,4 \pm 1,1$ crías/parto, El color de su capa es preferentemente blanco, de pelo liso pegado al cuerpo y ojos negros.

Inti.- Este genotipo representa en intermedio del genotipo Perú y Andina, pues su selección se ha basado en la precocidad de las crías y la prolificidad de las madres. Es la

de mayor adaptación a nivel de productores de cuyes; se trata de un animal de ojos negros intermedio entre las líneas descritas anteriormente, su pelo es de color bayo con blanco liso y pegado al cuerpo, pudiendo presentar remolino en la cabeza. En evaluaciones sobre el peso total de la camada, se ha encontrado que las líneas Inti y Andina presentan una respuesta superior a la línea Perú, como consecuencia de que los primeros presentan un mayor tamaño de la camada. Responden bastante bien a la alimentación con concentrado, pudiéndose obtener conversiones alimenticias de 6.2 a 7.0 hasta la edad de beneficio.

Existe otros genotipos de cuyes tales como la variedad Inka, Mantaro, Saños, entre otros, que aun no esta muy difundido en el país, pero que resultaría interesante estudiarla desde el punto de vista técnico-económico, a fin de evaluar su potencialidad como animal carnívoros.

1.2 CARACTERÍSTICAS DE IMPORTANCIA ECONÓMICA EN EL CUY

1.2.1 Peso vivo

Es una características de fácil medición, pero que se encuentra influenciado por el tamaño de camada al nacimiento y por el peso de la madre al momento del empadre (Chávez, 1979). Según Moreno (1989) en todos los estudios realizados se aprecia que a medida que se incrementa el tamaño de camada, el peso promedio de las crías al nacimiento disminuye, remetiéndose estos menores al momento del destete (21 a 28 días) y también a la edad al beneficio (75-90 días).

Existen factores ambientales que afectan el peso vivo del cuye en sus diferentes etapas. En ese sentido, Zaldívar (1986) refiere que el tamaño de carnada influye en los pesos individuales desde de los cuyes desde el nacimiento hasta el mes de vida,

llegando a pesos similares a los tres meses de edad. Por otro lado, Aliaga (1979) reporta una relación directa y positiva entre el peso al nacimiento y peso a la saca. Chávez (1979) reporta incidencias significativas del efecto del sexo y tamaño de camada sobre los pesos al nacimiento, destete y beneficio (cuadro 1.3).

Cuadro 1.3: Factores de corrección por mínimos cuadrados para características productivas

Factor	Peso al nacimiento (grs)	Peso al destete (grs)	Peso al beneficio (90 días) (grs)
Promedio	122.95	335.26	738.92
Sexo	**	**	**
Macho	1.71	10.25	40.40
Hembra	-1.71	-10.25	-40.40
Tamaño de camada al nacimiento	**	**	**
1	27.35	69.73	46.63
2	15.66	38.84	31.39
3	3.50	12.47	17.52
4	-4.53	-20.18	-21.86
5	-14.07	-35.59	-34.02
6	-27.91	-65.28	-39.66
Tamaño de camada a al destete (28 días)		**	**
1		28.21	22.84

2		26.80	25.81
3		11.76	27.78
4		18.07	47.17
5		6.07	-16.51
6		-90.91	-107.10

Fuente: Chávez (1979)

Por otro lado, un estudio realizado por Estación experimental Agraria La Molina, en base a la información acumulada entre los años 1990 a 1993 (1368 crías procedentes de 641 partos) de cuyes tipo 2 y 4 de origen cajamarquino, se pudo determinar que el sexo del individuo tiene influencia significativa sobre el peso vivo a las 13 semanas de edad con 17,8 g de peso superior en machos (Chauca, 1997). Asimismo, el mismo autor refiere que el efecto del tamaño de camada alcanzo diferencia altamente significativa entre el peso individual de las crías de camadas menos numerosas frente a las de mas de 3 crías.

1.2.2 Prolificidad

Es la cantidad de crías nacidas por parto, y esta relacionada con la fertilidad y sobre todo con la tasa ovulatoria de las hembras. Este carácter se expresa en forma directa en las hembras, siendo importante en la producción de carne, puesto que a mayor numero de crías nacidas, mayor cantidad de individuos se tendrán para el beneficio; sin embargo, esta relación depende de la tasa de sobre vivencia de la crías, por lo que deberá tenerse en cuenta este concepto, además del numero de nacidos. El carácter que pondera estos últimos conceptos es la tasa reproductiva, definiéndose como la cantidad de crías logradas al destete por madre.

1.2.3 Conversión de alimento

Según Moreno (1989), este carácter debe ser considerado en planes de selección ya que se encuentra correlacionado en gran magnitud con la velocidad de crecimiento; sin embargo es de difícil medición, puesto que los animales se manejan en forma colectiva es difícil el control individual del consumo de alimento.

1.2.4 Precocidad

Se refiere al menor o mayor tiempo que los cuyes requieren para alcanzar el peso comercial al beneficio (Moreno, 1989). La precocidad se mide a través de la velocidad de crecimiento (ganancia diaria de peso).

Según Moreno (1989), el estudio de la influencia del sexo toma mayor importancia en la velocidad de crecimiento y en la conversión alimenticia

1.2.5 Rendimiento de carcasa

Se define como el peso del animal beneficiado, luego de producirse la sangría, el escaldado y la evisceración. Por lo general este carácter se mide incluyendo las vísceras rojas (hígado, corazón y pulmón) y la cabeza. Es un carácter que tiene una mediana heredabilidad, pudiendo responder de manera favorable a la selección, sin embargo, suele estar influenciado también por el tipo de alimentación , siendo mayor el rendimiento de carcasa en aquellos animales que son alimentados con balanceados y/o insumos de la molienda.

Según Chauca (1997), el rendimiento de carcasa es una características influenciada por le genotipo, régimen alimenticio, grado de mejora genética y edad del

animal. En relación a los genotipos, el mismo autor reporta diferencias entre los 54.4% del cuy criollo con los 67.3% del mejorado; así como los 56.5% de los alimentados solo con forraje con los 65.7% cuando se le suplementa con una ración balanceada.

Florian *et al* 2003; (Citado por Chauca, 2006), reporta 68.0% de rendimiento de carcasa para la línea Inca. A su vez, Chauca (2006), reporta rendimientos de carcasas de 72.9% y 72.5% en la raza Perú y Andina

1.3 EL CRUZAMIENTO COMO MÉTODO DE MEJORA GENÉTICA

El cruzamiento se define como el apareamiento de individuos menos emparentados entre si, es decir entre razas, variedades y líneas (Cardellino y Rovira). En general el cruzamiento persigue los siguientes cinco objetivos (Cardellino y Rovira, 1981; Falconer, 1981; Magofke y Garcia, 2001):

- a) Aprovechamiento económico del vigor híbrido (también llamado heterosis).
- b) Explotación de la complementariedad de características de interés económico entre razas
- c) Sustitución de razas mediante cruzamientos absorbente
- d) Formación de nuevas razas o poblaciones sintéticas
- e) Introgresión de genes (retrocruzamientos)

La heterosis o también llamado vigor híbrido, fue utilizada por Shull en 1914 para describir el aumento en el vigor o productividad de las cruas en relación a sus padres, independientemente de su causa (Cardellino y Rovira, 1987). Falconer (1981) define al vigor híbrido como la superioridad de los individuos cruzados con relación al

promedio de los puros y señala que los cruces entre líneas puras producen generalmente una generación F_1 vigorosa, es decir, que fenotípicamente son superiores a sus progenitores.

El uso de razas da la oportunidad de aprovechar la heterosis. Las razas contribuyentes se eligen por las características en las que están especializadas y se seleccionan por funcionalidad los individuos dentro de ellas (Muscari *et al*, 1994). La formación de estas razas compuestas permite aprovechar la heterosis y lograr mantener una composición racial óptima, obtenida por la adición directa de genes.

En los apareamientos entre sí de generaciones avanzadas de poblaciones compuestas existe alta retención de la heterosis lograda en la primera cruce tanto individual como maternal. Las razas compuestas ofrecen la oportunidad de usar las diferencias genéticas existentes entre las razas para lograr y mantener óptimos niveles de performance en rasgos tales como: peso al nacimiento, estado corporal post parto, peso al destete, tamaño de camada, peso al beneficio y rendimiento de carcasa (Dulanto, 1999).

Según Cardellino y Rovira (1987), Falconer (1981) y Gardner *et al* (1999), las bases genéticas de la heterosis se centra principalmente en dos teorías:

- Teoría de la dominancia: supone que el vigor híbrido es el resultado de la acción e interacción de factores dominantes de crecimiento o de adaptabilidad.

- Teoría de la sobredominancia: supone que la heterocigosis per se produce el vigor híbrido.

Los mismo autores señalan que la variabilidad fenotípica en la generación híbrida es generalmente mucho menor que la mostrada por las líneas progenitoras. Esto indica que los heterocigotos son menos susceptibles a las influencias ambientales que los homocigotos. Al cruzar la F_1 entre sí se disminuye la heterosis en los individuos en F_2 y al cruzar éstos entre sí se disminuye más en la F_3 y así sucesivamente.

Según Cardellino y Rovira (1981), la base genética que soporta la heterosis es la dominancia (o sobredominancia) agregando también que la epistasis también puede ser responsable de la heterosis. Es específica para un cruzamiento determinado, dependiendo de la diferencia en frecuencias genéticas entre líneas o razas, a razón de que las diferentes razas son portadoras de alelos diferentes para un mismo carácter. El mismo autor señala que puede hablarse de dos casos de heterosis: a) el promedio de la craza (F_1) no supera la performance media de uno de los padres y b) el promedio de las cruza supera la performance media del padre más productivo.

La heterosis básicamente puede presentar en tres niveles (Falconer, 1981; Cardellino y Rovira):

- a. Heterosis individual.- Mejora en el rendimiento, vigor, rusticidad, etc., en el animal individual, en relación a la media de sus padres.
- b. Heterosis materna.- Se produce con el uso de madres cruza en lugar de una de las razas parentales. Se manifiesta en los hijos de madres cruza, mediante un

aumento en la producción de leche, mejor ambiente prenatal, mayor habilidad materna, etc.

- c. Heterosis paterna.- Se produce por el uso de padres cruza en lugar de padres de raza pura, medido como performance en la progenie. Mayor fertilidad, calidad seminal, libido, etc.

Según Cardellino y Rovira (1987), y Magofke y García (2001), para estimar la heterosis se promedia el desempeño productivo de las cruza y de las razas puras. La diferencia indica el valor del vigor híbrido promedio expresado en la unidad de medida en que se cuantifico el carácter:

$$H = MP_{\text{cruza}} - \frac{(MP_1 + MP_2)}{2} \quad \text{o} \quad \%H = \frac{H}{\frac{(MP_1 + MP_2)}{2}} * 100$$

Según Magofke y García (2001), para estimar la heterosis específica entre dos razas, se procede a calcular el promedio de los cruzamientos recíprocos de las estirpes involucradas obteniéndose la diferencia con respecto a ambas razas. Para estimar la heterosis materna es necesario obtener la descendencia de las hembras híbridas generadas con los cruzamientos.

Para estimar parámetros útiles a la exocria se necesitan de los llamados cruzamientos dialélicos, lo cual dependiendo de las razas y/o líneas participantes, estos puede ser de 2*2, 3*3, etc. Según Magofke y García (2001), la nomenclatura aceptada considera que la identificación de la raza paterna esta dada por la primera letra y la

segunda, reconoce a la materna. En el cuadro 1.4 se presenta estimados de heterosis individual y materna de interés económico en distintas especies domesticas

Cuadro 1.4: Porcentaje de heterosis individual y materna en caracteres de interés económico para distintas especies domesticas

Especie	Heterosis Individual	Heterosis Materna
<i>Vacuno</i>		
Peso al nacimiento	0.1 – 3.1	6.3
Peso al destete	1.1 – 4.6	7.6
Peso postdestete	7.2	
<i>Ovino</i>		
Peso al nacimiento	2 – 17	
Peso a 100 días edad	0 – 7	
Fertilidad	2 – 17	3 – 26
Tasa de supervivencia de corderos	3 – 40	
<i>Porcino</i>		
Peso de camada al nacimiento	5	26 – 50
Espesor tocino dorsal	5 – 10	
Ganancia diaria de peso	2 – 10.6	
Tamaño de camada	3 – 10	8 – 20
<i>Gallinas de puesta</i>		
Producción de huevos	4 – 45	
Peso del huevo	1 – 4	

Viabilidad	1 – 17	
Colesterol ^a (mg/gr de yema)	26	

Fuente: Adaptado de Wei (1992); ^aCampo (1995)

1.4 EXPERIENCIAS DE MEJORAMIENTO GENÉTICO DE CUYES MEDIANTE CRUZAMIENTO

Son varios los estudios realizados en cuyes, referente al uso del cruzamiento como medio de mejoramiento genético. Generalmente las diversas iniciativas, se han orientado al cruzamiento de genotipos criollo con mejorados, resaltando la capacidad del genotipo Perú (ahora llamado raza por algunos especialistas) para transmitir su característica de precocidad (Chauca, 1997).

En ese sentido, Zaldívar y Chauca (2007), señalan que experiencias de comportamiento de la progenie obtenido mediante el cruzamiento de cuyes machos de la línea Perú con hembras no mejoradas de ecosistemas de altitud y de nivel del mar resultan en que los cuyes de la línea Perú fijan en su progenie su precocidad sugiriendo que el cruzamiento es un buen método de mejora del peso en cuyes (Cuadro 1.5).

Cuadro 1.5: Pesos en diferentes edades en cuyes mejorados, cruzados y no mejorados evaluados en diferentes ecosistemas del Perú ¹

Cruces	Ecosistema	Peso (g)			
		Nacimiento	Destete (2 semanas)	Octava semana	Treceava semana
INIA x INIA	Costa	148,4	458,9	860,8	1091,3
NM x NM	Sierra	87,4	263,6	356,7	458,9
NM x NM	Costa	117,6	268,4	383,3	483,7
INIA (Perú) x NM	Sierra	146,5	260,4	429,6	626,2
INIA (Perú) x NM	Costa	123,6	393,4	582,6	795,4

¹ En base a los datos de la Estación Experimental Agropecuaria La Molina del INIA

NM = No mejorado

En similares trabajos sobre cruzamiento de las líneas Perú e Inti, se ha observado una buena respuesta en su cruce con cuyes criollos. Los resultados muestran que a medida que se incrementa el grado de cruzamiento los cuyes alcanzan su peso de comercialización a edad más temprana. El efecto del medio ambiente, como el tipo de ración y sobre todo la competencia por la misma, ha generado la no exteriorización de todo el bagaje genético del animal de línea precoz. Aún bajo esas condiciones, en los diferentes grados de cruzamiento, el comportamiento de los cuyes cruzados es superior al de los no mejorados.

Pruebas realizadas mediante cruzamiento de cuyes Andina con otros genotipos de la especie indican respuestas positivas en su utilización a la Andina como línea materna y Perú como paterna, donde se observa incrementos superior de hasta 13% (113 gramos) en las crías a las ocho semanas de edad respecto al promedio de las

cruces. En los cruzamientos con la línea Inti (paterna) con Andina (materna) los incrementos de la progenie a las cuatro semanas de edad, representa el 11% superior al promedio (33 gramos).

En cuanto al efecto de heterosis logrado mediante el cruzamiento recíproco específico de cuyes Andina como Inti, en pesos individuales a las cuatro semanas de edad de su progenie, se observan valores de hasta 33 % (81 gramos) superior respecto al promedio de su progenitores.

Por otro lado, un estudio efectuado por la Estación Experimental La Molina con cuyes mejorados provenientes de sus instalaciones y cruzados con cuyes no mejorados de Huaral, confirma las ventajas de los animales cruzados sobre el peso vivo de las crías a diferentes edades. Dicho estudio se efectuó en núcleos de empadre con una proporción de 1:4 en pozas de 1 metro cuadrado y sobre la base de alimentación con forraje verde disponible (Chala, sorgo, pasto elefante y maleza) suplementada con afrecho de trigo. Los resultados de dicho estudio se muestran en el cuadro 1.6.

Cuadro 1.6: Comportamiento de cuyes no mejorados, mejorados y sus cruces bajo condiciones de alimentación restringida*

Carácter	NM x NM	NM x Mejorado	Mejorado x NM	Mejorado x Mejorado
<u>De las madres</u>				
Nº de crías/parto	2.19	2.11	2.55	2.08
Peso final	678.44	807.81	652.5	902.5

<u>De las crías</u>				
Peso al nacimiento (gr)	96.98	105.29	85.06	104.04
Peso al destete (15 días)	161.86	176.48	161.47	187.98
Peso a 8 semanas	327.88	406.4	364.75	431.28
Peso a 13 semanas	480.38	529.43	548.92	574.36

* Forraje verde y afrecho de trigo

Fuente: Chauca (1997)

Por otro lado, se efectuó otra experiencia con el objeto de evaluar el comportamiento de la progenie obtenida mediante el cruzamiento de cuyes machos mejorados (Perú, Inti, Andina) con hembras locales de tres granjas de naturaleza familiar-comercial ubicadas al sur de Lima, alimentado a base de sub productos agrícolas (hoja de camote, plátano, manzana) y suplementada con afrecho y alimento comercial. Los resultados se muestran en el cuadro 1.7.

Cuadro 1.7: Peso promedio de las crías cruzadas a diferentes edades

Línea	Peso al nacimiento	Peso a 4 semanas	Peso a 8 semanas
<u>Línea Paterna</u>			
Perú	125.8	305.0	477.5
Andina	124.4	278.1	435.0
Inti	125.8	297.4	466.0
Control	119.1	236.5	401.4
<u>Línea Materna</u>			
Perú	143.9	288.2	475.0

Inti	128.1	301.0	424.5
Control	128.0	273.9	413.0

Fuente: Chauca (1997)

En otra experiencia, con el objetivo de determinar el grado de mejora que es posible lograr con la introducción de machos Perú en poblaciones de cuyes a nivel de productores, se cruzaron machos de la línea Perú con hembras de planteles en Lurín, los cuales fueron alimentados con subproductos agrícolas (hoja de yuca, plátano y camote) suplementado con afrecho y eventualmente alimento balanceado de conejo. En todos los casos el comportamiento de los cuyes cruzados fue superior a los no mejorados (Cuadro 1.8).

Cuadro 1.8: Pesos vivos e incrementos de pesos a diferentes edades en cuyes no mejorados y cruzados con mejorados (Perú)

Carácter	Grado de Cruzamiento con Mejorado		
	Criollo	½ Perú	¾ Perú
Pesos (gr)			
Nacimiento	119.1	125.8	151.3
4 semanas	236.5	305.0	362.7
8 semanas	401.4	477.5	531.4
Incremento de peso (gr)			
Total	282.3	352.7	380.2
Diario	5.0	6.3	6.8
0-4 semanas	117.4	179.2	211.4
4-8 semanas	164.9	172.5	168.8

Fuente: Modificado de Chauca (1997)

Por otro lado, con la finalidad de medir el efecto del genotipo en el rendimiento de carcasa, se evaluaron cuyes muestreados en productores de Cajamarca y Lurín. Estos valores fueron comparados con cuyes producidos por la Estación Experimental La Molina. Los cuyes muestreados en productores de Cajamarca alcanzaron un rendimiento de carcasa de $57.2 \pm 2.86\%$, estadísticamente diferente al logrado con líneas mejoradas, cuyo valor fue de $68.2 \pm 2.69\%$. A su vez, los animales cruzados (La Molina x No mejorado) mostraron rendimientos de $64.6 \pm 2.20\%$.

Por otro lado, al evaluar el efecto de la suplementación con alimentos balanceados o subproductos de trigo, se observó que los rendimientos en carcasa de estos animales fue de $65.3 \pm 2.33\%$ superior en 8.6 puntos al obtenido en cuyes alimentados exclusivamente con forraje ($56.7 \pm 2.29\%$). Cuando los cuyes reciben una alimentación sobre la base de concentrado más agua más vitamina C, sus rendimientos de carcasa son semejantes a los logrados en animales alimentados con forraje más suplemento.

Otra experiencia realizada en INIA durante el 2002 a 2005 evaluando el registro de 445 partos con 1387 crías nacidas procedentes del cruce de Perú con Inti x Andina, resultó que el cruce F2 Perú (Inti x Andina) en promedio alcanzan pesos al nacimiento de 129.9 ± 28.6 g, al destete 268 ± 69.5 , a las cuatro semanas 416.3 ± 90.1 y a las 8 semanas 784.0 ± 148.0 g. Los machos alcanzan 810.6 ± 162.1 g superando en 24.8% a los hijos de las líneas maternas Inti x Andina.

De manera general, diferentes estudios de cruzamientos efectuados por el INIA, permitieron comprobar que los sistemas de cruzamientos entre las líneas son

particularmente aptos en la actividad de cría para contrarrestar y/o complementar características productivas. Se evidencia que el vigor híbrido se manifiesta básicamente en la fertilidad y en el crecimiento de los animales, y en cuanto a la complementariedad de caracteres deseables, la línea Perú aporta precocidad para la madurez sexual y calidad carnicera, mientras que las líneas Andina e Inti aportan fundamentalmente fertilidad, prolificidad, adaptabilidad y resistencia al medio.

Los investigadores del INEA, Lilia Chauca, Juan Muscari, Llélka Vega y Rosa Higaonna con miras a la formación de una línea sintética de cuyes, realizaron una serie de trabajos de investigación durante los años 2001-2003. Evaluaron el registro de 3,897 cuyes, los mismos que fueron identificados al nacimiento, llevando sus controles de peso al destete (14 días), 4 y 8 semanas de edad. El cruce F1 (Inti x Andina) alcanza un peso de 617 g. y la F3 (0.75 Perú) alcanza 800 g, esto representa un peso superior en 183 g. Los F1 (IxA) y los F2 (0.5 Perú) no alcanzan su peso de comercialización, sin embargo la F2 por efecto del cruzamiento incrementa 147.1 g mas que la F1, este incremento representa el 23 % de su peso, la F3 logra 226.7 g mas, equivalente a 35.5 % y la F4 tiene un peso superior a 27 %.

La progenie macho sometido a una alimentación con alta densidad nutricional, permite lograr progenie de F2, F4 y F3 a las nueve semanas con pesos de 1034, 1028 y 984 g, respectivamente. Analizando el efecto del cruce con la Línea Perú sobre su progenie, se ha determinado que a las ocho semanas el 86.8 % de la población alcanza el peso de comercialización y el 96.4 % a las nueve semanas.

Por otro lado, los animales de categoría Súper, evaluado a la edad de selección (8 semanas de edad) representan el 5.1 % y a las nueve semanas el 19.9 %. Se considera Super a todos los animales que sobrepasaban el 1.1 kg. de peso (Min 1.1 - Max 1.358 kg. peso vivo). El rendimiento de carcasa con cabeza y órganos rojos alcanza 72.9 % y 73.5 % para animales F3 (0.75 Perú) y F4 (0.63 Perú), respectivamente. El utilizar reproductoras de líneas cruzadas permite mejorar el índice productivo (numero de crías destetadas/hembras empadradas/mes). Se ha podido apreciar que el tamaño de camada se incrementa logrando que el 75.5 % alcancen camadas de 3 ó más crías.

CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 LUGAR DE ESTUDIO

El presente estudio se realizó en las instalaciones de la granja de cuyes del Instituto Nacional de Investigación e Innovación Agraria (INIEA)-E.E. Canaán, ubicado al Sud Oeste de la ciudad de Ayacucho, Provincia de Huamanga, Departamento de Ayacucho, a una altitud de 2,750 m.s.n.m, y a 13°23' latitud sur y 17°12' longitud oeste. La temperatura y precipitación media anual fluctúa entre los 17 a 18° centígrados y 250 a 400 ml; respectivamente. La humedad relativa es bastante baja, con medias anuales que fluctúan entre 50 y 60%.

2.2 MATERIAL DE ESTUDIO

Para la ejecución del presente trabajo de investigación se requirió los siguientes materiales y equipos:

2.2.1 Instalaciones e implementos

El ambiente para cuyes fue de 20 m² de área, acondicionado con 12 pozas de dimensiones 1.0 x 1.5 x 0.45m construido con carrizo y piso de cemento; asimismo, se contó con 12 bebederos y 12 comederos de arcilla tipo pocillo.

2.2.2 Materiales y equipos

- Balanza electrónica de ± 0.05 grs de precisión
- Balanza tipo reloj de ± 5 grs de precisión
- Materiales para limpieza
- Implementos para beneficio
- Registros de control (diario y semanal)
- Equipo veterinario básico (desinfectantes, medicinas preventivas, etc)
- Calculadora
- Computadora

2.3 DE LOS ANIMALES

Los animales utilizados en el presenta trabajo de investigación fueron cuyes cruzados machos y hembras en etapa de recría obtenidos a partir del cruzamiento F1 de los genotipos denominados Perú, Andina e Inti de madres primerizas, así como sus respectivas descendencias puras. En el Cuadro 2.1 se presenta el número de animales utilizados en función a su genotipo y sexo.

Cuadro 2.1: Distribución de animales F1 a utilizados en el experimento en función al sexo y genotipo

Sexo	Genotipo animal					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
	P x P	A x A	I x I	P x A	A x P (*)	P x I
	poza 1	poza 3	poza 5	poza 7	poza 9	poza 11
Machos	4	4	4	4	4	4
	4	4	4	4	4	4
	poza 2	poza 4	poza 6	poza 8	poza 10	poza 12
Hembras	3	3	3	3	4	4
	4	4	4	3	4	4
				poza 14		poza 15
	0	0	0	4	3	4
Total	15	15	15	18	19	20

P x P = Apareamiento macho Perú x hembra Perú

A x A = Apareamiento macho Andina x hembra Andina

I x I = Apareamiento macho Inti x hembra Inti

P x A = Apareamiento macho Perú x hembra Andina

A x P = Apareamiento macho Andina x hembra Perú (cruce recíproco o dialélico)

P x I = Apareamiento macho Perú x hembra Inti

La justificación de estos cruzamientos se debe a que en teoría los genotipos Perú, Andina e Inti corresponden a grupos genéticos más estables y homogéneos desde el punto de vista genético, y que además tienen un mayor grado de homocigosidad por efecto de la selección en poblaciones cerradas. Por tanto, sus características productivas

podrían manifestar cierto vigor híbrido por efectos de sus respectivos cruzamientos recíprocos.

Para la generación de los individuos cruzados se dispuso de 6 pozas adicionales (2 por cada grupo de reproductores para determinado cruce) en la proporción de 1 por cada 7 hembras.

2.4 VARIABLES E INDICADORES

Variables:

V. Independiente:

- Genotipo de animales

Indicador:

- Tipo de cruzamiento

V. dependiente:

- Heterosis (%)

Indicador:

- Grado de cruzamiento

- Características productivas

Indicador:

- Velocidad de crecimiento (g)
- Conversión alimenticia (g alimento/g peso)
- Pesos edad al beneficio (g)
- Rendimiento de carcasa (%)
- Deposición de grasa (%)

Cada carácter fue evaluado y medido teniendo en cuenta los siguientes criterios:

2.4.1 Velocidad de crecimiento (VC).- Es un carácter que está relacionado con la precocidad de los individuos, y por tanto con la producción de carne. Esta variable se determina teniendo en cuenta el incremento de peso desde el destete hasta la edad al beneficio, teniendo en cuenta los días de engorde.

$$VC \text{ (g/día)} = \frac{\text{Incremento de peso (g)}}{\text{Días de engorde (día)}}$$

2.4.2 Conversión alimenticia (C.A).- Indica la eficiencia del animal para convertir una unidad de alimento en carne o peso vivo. Se determina como el cociente entre el consumo de alimento en un determinado periodo y el incremento de peso hasta una determinada edad (10 semanas)

$$C.A = \frac{\text{Consumo de alimento (g)}}{\text{Incremento de peso (g)}}$$

2.4.3 Peso edad al beneficio (P.B).- Es el peso vivo del animal medido a la edad de 10 semanas de edad en promedio.

2.4.4 Rendimiento de carcasa (RC).- Indica la eficiencia del animal para producir carne (carcasa), teniendo en cuenta su peso vivo a una determinada edad. Se determina dividiendo el peso de su carcasa (eviscerada) respecto a su peso vivo al beneficio (10 semanas de edad).

$$RC (\%) = \frac{\text{Peso carcasa (+ vísceras rojas)} \times 100}{\text{Peso beneficio (g)}}$$

2.4.5 Grasa de deposición (GD).- Esta relacionada con la grasa de cobertura del animal después de ser beneficiada; es decir, la grasa acumulada entre superficie muscular y la dermis, y en ciertos sectores o regiones del animal. En nuestro caso, la grasa acumulada entre la base del cuello y la nuca del animal fue retirada y pesada, cuyo resultado fue dividida entre el peso vivo del animal momentos antes del beneficio.

$$GD (\%) = \frac{\text{Peso de grasa de deposición} \times 100}{\text{Peso beneficio (g)}}$$

2.5 POBLACIÓN Y TAMAÑO MUESTRAL

La cantidad de animales utilizados para el presente estudio (101) definido en el cuadro fue determinado teniendo en cuenta la siguiente expresión:

$$n = Z_{(1-\alpha/2)}^2 * \sigma^2 / p^2$$

Asimismo, sobre la base de información fenotípica de las líneas genéticas existentes para el carácter peso vivo a la edad de beneficio (3 meses) existentes en la literatura, dicho tamaño muestral arrojó los siguientes condicionantes:

n = Tamaño de muestra (102)

Z = Valor de la variable normal estándar para un nivel de significación de $\alpha = 0.05$ (1.96)

σ^2 = Variancia poblacional (0.102 kg²)

p = Precisión del parámetro a evaluar (2 %)

2.6 DISEÑO EXPERIMENTAL

El presente trabajo de investigación tuvo dos fases definidas: 1) una primera fase de generación de individuos experimentales F1 y descendientes puros, y 2) una segunda fase netamente experimental o periodo de evaluación de individuos F1.

2.6.1 Etapa de generación de individuos experimentales

En esta etapa se procedió a identificar las pozas de las reproductoras de líneas puras a fin de hacer el seguimiento de los partos y sus respectivas crías lactantes, para luego colectarlos en forma aleatoria llegado el momento del destete (2 semanas). Por otro lado, para generar a los descendientes cruzados se logró acondicionar 6 pozas para albergar a los reproductores macho y hembra de cada línea genética pura. En el caso de los descendientes puros que sirvieron de referencia y punto de comparación, se tuvo que establecer una sincronía con las pariciones de los cuyes cruzados, a fin de establecer grupos contemporáneo que permitan reducir los posibles sesgos a producirse por los efectos ambientales. Para tal efecto, se logró establecer un ritmo de colección de cuyes destetados de las líneas puras y aquellos provenientes de los cruces (máximo una semana de diferencia en edades). La alimentación de las madres que generaron a los

animales experimentales, fue a base de alfalfa, no suministrándose alimento balanceado alguno.

2.6.2 Etapa experimental o de evaluación

La etapa experimental tuvo una duración de 8 semanas, y comenzó desde el momento en que se realizó el destete hasta la edad del beneficio (10 semanas). Durante esta etapa los animales destetados fueron identificados con aretes metálicos y agrupados en lotes homogéneos en edad y sexo en pozas de 1 x 1.5 x 0.45 m de área. Durante este periodo se suministró alimentación mixta (forraje + concentrado) a todos los grupos de cuyes en edad de recría (concentrado *ad libitum* + 100 g. de forraje). Durante este periodo se controlaron los pesos de los animales en forma semanal, complementándose con otras actividades de manejo propias durante esta fase (limpieza, desinfección, alimentación, etc.), así como el respectivo control sanitario. El análisis centesimal de la ración balanceada utilizada en la alimentación de los descendientes cruzados y puros se encuentra en el anexo 5.

2.7 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

El pesado de los animales experimentales se efectuó semanalmente en forma individual utilizando balanza electrónica, obteniéndose después un promedio del lote de cada poza y grupo genético. El suministro de alimento y el residuo del mismo (concentrado y forraje) fue supervisado y controlado en forma diaria utilizando balanza electrónica, a fin de obtener información de consumo de alimento, utilizado para la estimación de la conversión alimenticia.

Al cabo de las 8 semanas de iniciado el experimento se pesaron todos los animales, y se procedió a beneficiarlos usando procedimientos estándares de beneficio consistentes en el aturdimiento, degüello, sangría, desuello y eviscerado, para posteriormente pesar la carcasa y grasa a fin de determinar su rendimiento y de deposición de grasa mediante el uso de balanza electrónica. La carcasa de los cuyes fueron pesados con cabeza y vísceras rojas (pulmón e hígado) y para determinar la grasa de deposición se extrajo el tejido graso acumulado en la región dorso cervical. La información recabada durante todo el periodo del experimento, fue anotado en registros de control diario y semanal.

2.8 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE DATOS.

La información recabada de la fase experimental fue sistematizada teniendo en cuenta los efectos fijos y datos de producción; es decir, se tuvo en cuenta el numero de arete del individuo, grupo genotipo (puro o cruce), fecha de nacimiento, sexo, tipo de parto, peso al nacimiento, edad al destete, peso al destete, pesos semanales, peso al beneficio, incremento de peso, rendimiento de carcasa, porcentaje de grasa superficial. Las variables de consumo de alimento y conversión alimenticia se estimaran tomándose el promedio del lote, dado que no fue posible estimar el consumo individual de cada cuy.

2.8.1 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

2.8.1.1. Comparación de medias fenotípicas

Los datos recabados y sistematizados en hoja electrónica excel fueron analizados utilizando la técnica del ANVA basado en el diseño completamente al azar, considerándose al grupo genético de los animales como el factor tratamiento (06): Perú, Andina, Inti, Perú x Andina, Andina x Perú, Perú x Inti. El modelo utilizado fue el siguiente:

$$Y_{ij} = u + G_i + e_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Variable observada en el j-esimo animal perteneciente al i-esimo grupo genético

u = Media general

G_i = Efecto del i-esimo grupo genético

e_{ij} = Efecto aleatorio del error asociado a cada observación

Las diferencias comparativas entre las medias fenotípicas de las variables estudiadas de los 06 grupos genéticos fueron resueltas mediante la prueba de Duncan. Los datos fueron analizados usando el software SAS ver 8.0

2.8.1.2. Medias Fenotípicas Corregidas (Medias Genotípicas)

Para la obtención de las medias genotípicas de los 06 grupos genéticos en estudio, se procedió a corregir la información en bruto con aquellos factores fijos sistemáticos identificados (sexo, tipo de parto y numero de parto de la madre) que tuvieron

incidencia significativa sobre las variables observadas (peso al beneficio, velocidad de crecimiento, rendimiento de carcasa, conversión alimenticia y grasa de deposición). Para tal efecto, se procedió analizar los datos de producción utilizando un modelo de efectos fijos, estimándose posteriormente factores de corrección para aquellos efectos fijos que tuvieron incidencia significativa, lo cual permitió posteriormente corregir los datos y la obtención de medias fenotípicas corregidas, lo cual se interpreto como medias genotípicas (libre de los efectos ambientales sistemáticos).

a) Análisis de efectos fijos

Se efectuó un análisis de la incidencia de los efectos fijos identificados (sexo, tipo parto, Nro. de parto madre), y de las covariables peso al nacimiento y peso al destete sobre las variables estudiadas (VC, CA, PB, RC, GD), a fin de determinar su grado de incidencia. El modelo de efectos fijos utilizado fue el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + S_i + T_j + N_k + b_1(x_1-x) + b_2(x_2-x) + e_{ijkl}$$

Donde:

Y_{ijk} = Variable observada en el i-esimo sexo y j-esimo genotipo de la cría

S_i = Efecto del i-esimo sexo de la cría

T_j = Efecto del j-esimo tipo de parto de la cría

N_k = Efecto del k-esimo numero de parto de la madre

b_1 = Regresión del peso al nacimiento sobre la variable respuesta evaluada

b_2 = Regresión del peso al destete sobre la variable respuesta evaluada

x_1 = Efecto de la variable independiente peso al nacimiento

x_2 = Efecto de la variable independiente peso al destete

\bar{x} = Promedio de la variable independiente peso al nacimiento

\bar{x} = Promedio de la variable independiente peso al destete

e_{ijkl} = Efecto aleatorio del error asociado a cada observación

El efecto de año y estación fue controlada a razón de que los grupos fueron manejados como contemporáneos. Los datos fueron analizados usando el software SAS ver 8.0.

b) Determinación de factores de corrección y ajuste de datos

Los factores de corrección asociados a los efectos fijos que tuvieron de incidencia significativa, fueron estimados por mínimos cuadrados sobre la base de un modelo de efectos fijos, cuya expresión matricial fue el siguiente:

$$Y = bX + e$$

Donde:

Y = Vector de variables observadas

b = Vector solución de incidencia de efectos fijos desconocido

X = Matriz de incidencia de efectos fijos conocidos

e = Error aleatorio

Para estimar los factores de corrección asociado a cada nivel de los efectos ambientales intrínsecos conocidos, se utilizó un predictor lineal de efectos fijos el cual tuvo la siguiente expresión:

$$b = [Y' X]^{-1} [Y' Y]$$

Siendo Y' = Transpuesta del vector de variables observadas

Para la resolución de las ecuaciones lineales con miras a determinar el vector incógnita (b) se utilizó el programa Matlab ver 6.4

Con los factores de corrección determinados, se procedió posteriormente al ajuste de las observaciones teniendo en cuenta el nivel de cada factor analizado.

2.8.1.3. Estimación de heterosis

La heterosis o vigor híbrido se estimó como la diferencia entre los promedios fenotípicos corregidos de los animales cruzados respecto al promedio fenotípico corregidos de los parentales puros considerando su respectivo cruzamiento recíproco. La expresión utilizada fue la siguiente:

$$H = MP_{\text{cruza}} - MP_{\text{puros}} \quad \text{o} \quad \%H = H/MP_{\text{puros}}$$

Siendo:

H= Nivel de heterosis

MP_{cruza} = Promedio fenotípico corregido de la descendencia cruzada

MP_{puros} = Promedio fenotípico corregidos de la descendencia pura

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 PROMEDIOS NO CORREGIDOS DE LAS CARACTERÍSTICAS EVALUADAS

En el Cuadro 3.1 se presenta los resultados de los promedios no corregidos de los caracteres estudiados y grupo genético evaluado.

3.1.1 Peso al beneficio

En el gráfico 3.1, se observa que el genotipo Perú e Inti con medias de $735.85 \text{ g} \pm 107.77$ y 735.68 ± 96.20 presentan los mayores pesos al beneficio en relación al resto de los grupos de animales evaluados. Estos pesos difieren de los resultados obtenidos por Chauca (2007), quien manifiesta que cuyes de la raza Perú a las 8 semanas de edad alcanzan pesos de 1.0 kg; sin embargo, la misma investigadora categoriza a la raza Perú en animales super, primera, segunda y tercera, donde los pesos

de la categoría tercera oscilan entre 0.70 – 0.79 kg, el cual coincide con los resultados obtenidos en este trabajo; sin embargo los animales categorizados como primera tienen pesos entre 1.1 – 1.3 kg.

Los resultados del presente estudio difieren de los datos obtenidos por otros autores, lo cual está determinado por el hecho de que el plantel de reproductores de la E.E.A Canaán, son animales de tercera categoría, que tienen un bajo nivel de pureza genética con respecto a su genotipo denominado Perú.

Cuadro 3.1. Promedios y desviación estándar de las características fenotípicas sin corregir por grupo genético de cuy

Carácter	Genotipo Animal					
	Perú x Perú	Andina x Andina	Inti x Inti	Perú x Andina	Andina x Perú	Perú x Inti
	Promedio ± D.S	Promedio ± D.S	Promedio ± D.S	Promedio ± D.S	Promedio ± D.S	Promedio ± D.S
	n= 15 cuyes	n= 15 cuyes	n= 14 cuyes	n =18 cuyes	n=19 cuyes	n=20 cuyes
Peso al Beneficio (gr.)	735.85 a ± 107.77	706.08 ab ± 100.58	735.68 a ± 96.20	615.40 c ± 100.41	566.52 c ± 137.67	636.71 bc ± 64.31
Velocidad de crecimiento (g/día)	9.04 a ± 1.97	8.43 abc ± 1.42	8.69 ab ± 1.21	7.36 cd ± 1.27	6.71 d ± 1.89	7.79 bc ± 0.93
Rendimiento de carcasa (%)	63.29 ab ± 3.30	65.18 b ± 2.17	65.33 b ± 2.56	68.84 ab ± 2.81	65.47 a ± 4.06	61.87 b ± 2.28
Grasa de deposición (%)	0.48 ab ± 0.14	0.48 ab ± 0.16	0.54 a ± 0.25	0.44 ab ± 0.13	0.37 b ± 0.15	0.37 b ± 0.12
Conversión alimenticia	4.11 a ± 0.92	3.83 ab ± 0.42	3.97 ab ± 0.46	3.22 bc ± 0.84	3.40 b ± 0.91	3.21 c ± 0.2

NOTA: Letras iguales indica que no existe diferencia estadística ($p < 0.05$)

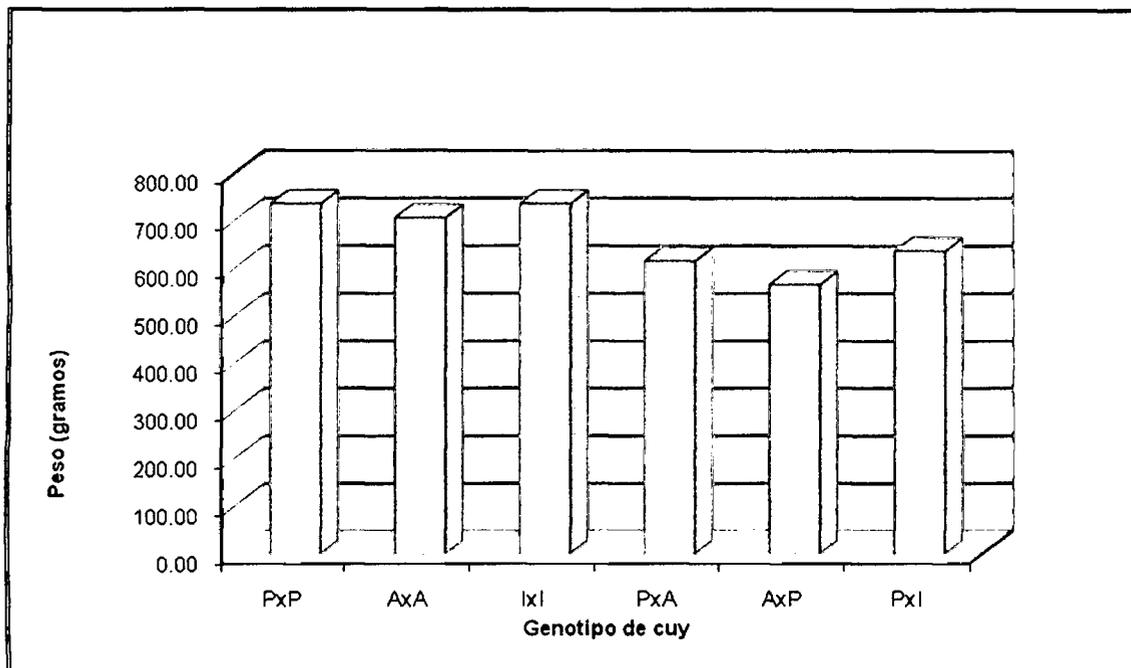


Gráfico 3.1: Peso de beneficio (g) según grupo genético evaluado.

3.1.2 Velocidad de crecimiento

En el Gráfico 3.2 se muestran los promedios para el carácter ganancia de peso diario por grupos genéticos donde se observa que los genotipos Perú, Inti y Andina presentan mayores velocidades de crecimiento en relación a los cuyes cruzados, puesto que registraron medias de 9.04 ± 1.97 , 8.69 ± 1.21 , 8.43 ± 1.42 , respectivamente, comparativamente a los registrado por P x I, P x A y A x P, $7.79 \pm$ los cuales tuvieron medias de 7.79 ± 0.93 , 7.36 ± 1.27 , 6.71 ± 1.89 , respectivamente. Estos datos se pueden contrastar para mayor claridad con una regresión del consumo de alimento y el incremento de peso, tal como se muestra en el anexo 3.

Estos valores coinciden con los resultados obtenidos por Ordoñez (1997), quien obtuvo 10.3 y 9.8 g/animal/día, evaluando dos niveles de densidad nutricional. Por otro lado, estos valores pueden llegar hasta los 12.32 g/animal/día, dependiendo de la

densidad nutricional (FAO 1997). Sin embargo difiere de los datos obtenidos por (Valverde 2006. *et al*) encontraron valores de 15.52, 15.82, 16.23 y 15.36 g/animal/día; evaluando diferentes áreas de crianza. (Torres 2006. *et al*). encontraron valores de 12.10 14.18 12.8 y 13.19 g/animal/día evaluando 2 niveles de energía y proteína.

Los valores obtenidos en el presente estudio coinciden con Ordoñez (1997) y difieren de los demás trabajos, aún siendo estos del mismo grupo genético con los que se trabajó y recibiendo alimentación a base de concentrado y forraje (10% PV); por lo que podemos decir que el cruzamiento no favorece la manifestación de la heterosis para el carácter de velocidad de crecimiento, por otro lado la base genética de los animales del INIA - Ayacucho, posiblemente no cuentan con el grado de pureza esperado.

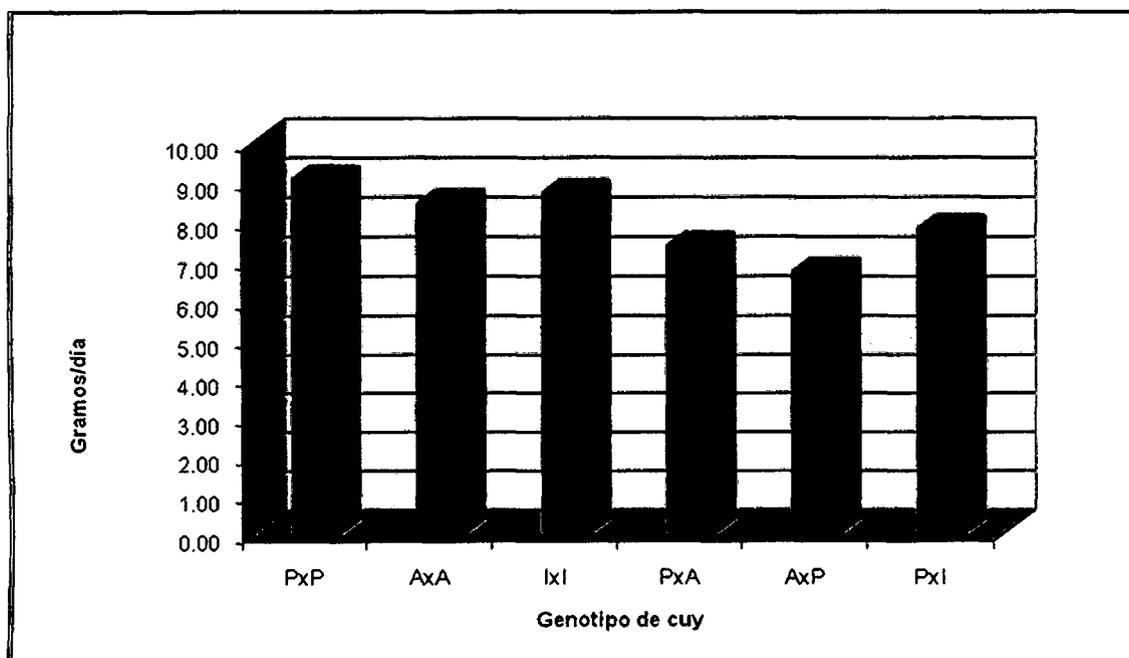


Grafico 3.2: Ganancia diaria de peso (g) según grupo genético evaluado

3.1.3 Rendimiento de carcasa

En el Gráfico 3.3 se muestra el porcentaje de rendimiento de carcasa no corregido por grupos genéticos, se observa que el genotipo Perú x Andina con una media porcentual de $68.8\% \pm 2.8$ presenta un mayor porcentaje de rendimiento en carcasa, seguido del grupo genético Andina x Perú con un rendimiento de 65.47 ± 4.06 . Estos valores coinciden con los resultados mencionados por la FAO (1997), que indica rendimientos de carcasa de 67.38%. Sin embargo se encuentran por debajo de los resultados obtenidos por Higaonna *et al*, (2006); que encontraron valores de 71.8% para Perú, 71.9% para Andina y 72.5% para Inti. Por otro lado, Chauca (2007) menciona valores de 72.9% para rendimiento de carcasa en híbridos sintéticos (0.75 Perú).

Si bien son ciertos los valores obtenidos en el presente trabajo están por debajo de las demás experiencias, podemos mencionar que el grupo genético Perú fija su característica de precocidad en su descendencia, lo que no ocurre en el cruzamiento recíproco A x P. Por otro lado, el efecto del medio ambiente, como el tipo de ración y sobre todo la competencia por la misma, ha generado la no exteriorización de todo el bagaje genético del animal.

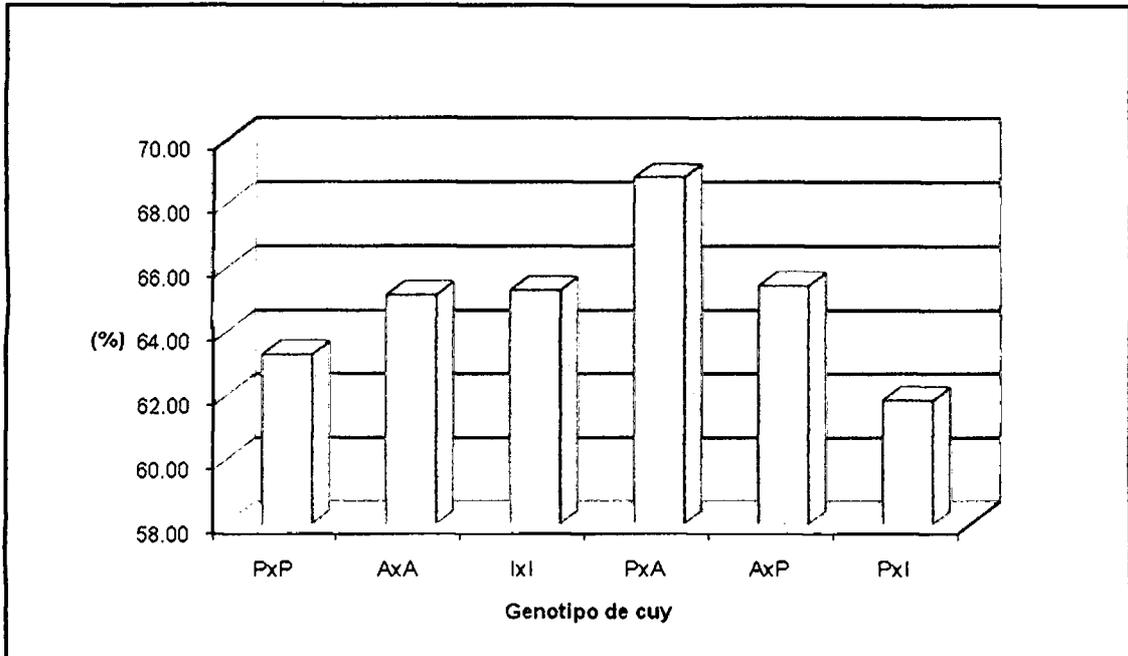


Gráfico 3.3: Rendimiento de carcasa (%) según grupo genético evaluado.

3.1.4 Deposición de grasa

En el Gráfico 3.4 se muestra el porcentaje de grasa de deposición, según grupo genético evaluado. Se observa que los cruces AxP, PxA y Pxi presentan menor porcentaje de grasa de deposición con una media de $0.4\% \pm 0.1$ en relación a sus pares genéticos puros. Estos resultados contrastan con los datos obtenidos por Valverde *et al*, (2006), quienes encontraron valores de 3.63; 4.18; 5.15 y 5.27% de grasa de deposición en la región dorsal, en cuyes del genotipo Perú, en la evaluación de diferentes áreas de recría.

Estos valores sin corregir muestran mejor performance para este carácter, por lo que podríamos decir que el cruzamiento permite disminuir el porcentaje de grasa de deposición.

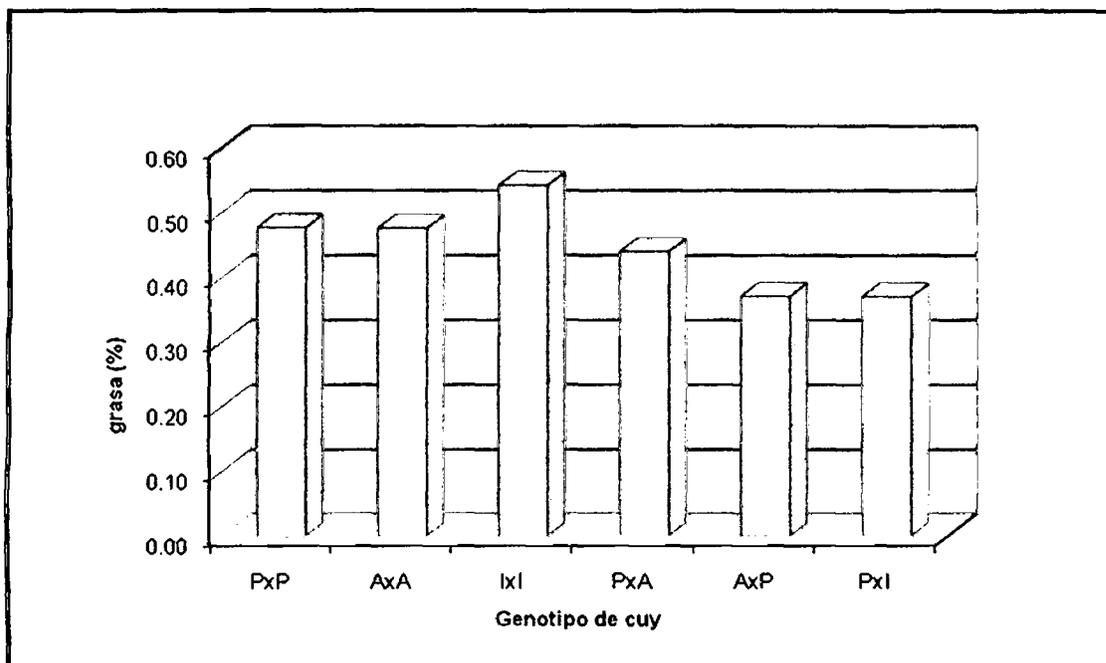


Grafico 3.4: Deposición de grasa (%) según grupo genético evaluado.

3.1.5 Conversión alimenticia

En el Gráfico 3.5 se muestra los valores no corregidos para la variable conversión alimenticia, donde los genotipos cruzados muestran una mejor eficiencia para este carácter con respecto a sus pares puros, con medias de 3.21 ± 0.2 para Perú x Inti, 3.22 ± 0.84 para Perú x Andina y 3.40 ± 0.91 para Andina x Perú. Estos resultados difieren de los resultados presentados por Chauca (2007) quien encontró valores de conversión alimenticia para el genotipo Perú de 3.8. Torres y Chauca (2006) encontraron valores de 3.3 y 3.7 evaluando diferentes niveles de proteína y energía. Además tener en cuenta que no existen datos sobre la conversión alimenticia de los cruces evaluados.

La línea Perú no mostró los resultados esperados, esto se explicaría por el hecho de no haber un manejo adecuado en la Estación Experimental de Canaán, lo que ha ocasionado un cruzamiento indiscriminado entre parientes, generando endogamia.

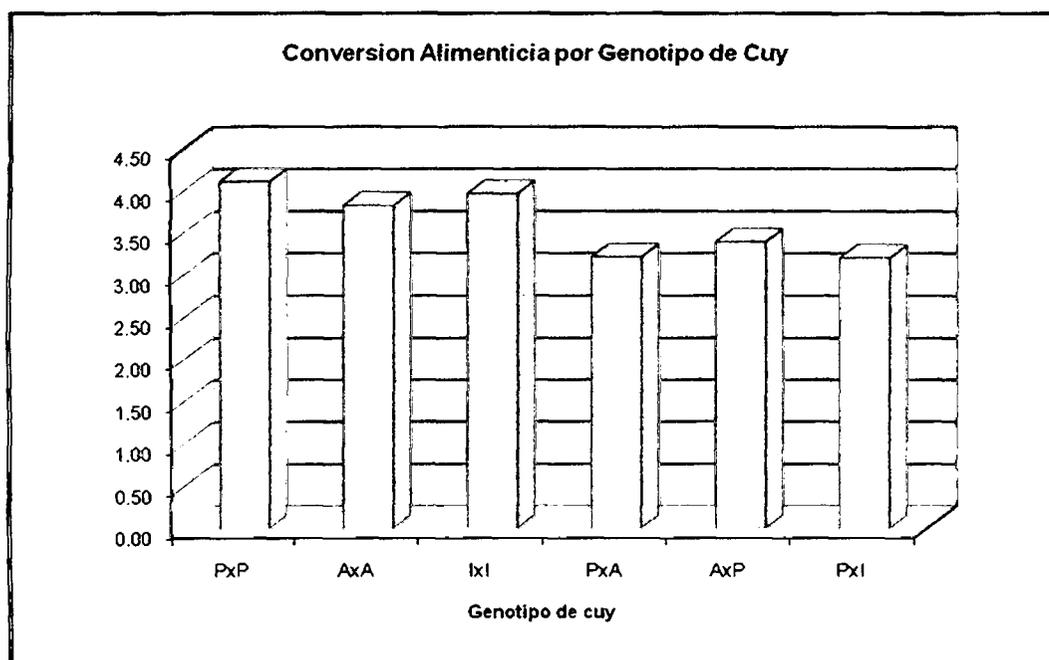


Gráfico 3.5. Índice de Conversión alimenticia por grupo genético evaluado.

3.1.6 Incidencia de Efectos Fijos Sobre las Características Evaluadas

En el Cuadro 3.2 se presenta el grado de significancia estadística de los factores fijos o ambientales identificados, sobre las características productivas evaluadas. Se observa que el factor fijo sexo de la cría tiene incidencia estadísticamente significativa ($p < 0.01$) para las características peso edad al beneficio, velocidad de crecimiento, deposición de grasa y conversión alimenticia, no siendo significativo para el resto de las características estudiadas. A su vez, el factor tipo de parto de la cría tuvo incidencia estadísticamente significativa ($p < 0.01$) para las características peso al nacimiento, peso al destete, peso la beneficio, velocidad de crecimiento y deposición de grasa. Por otro

lado, el factor numero de parto de madre tuvo incidencia estadísticamente significativa ($p < 0.05$) para todos los caracteres estudiados, a excepción de la conversión alimenticia.

En el caso de los caracteres peso al nacimiento y peso al destete de la cría, comportándose como covariables o variables independientes respecto al resto de los caracteres evaluados, se pudo observar una relación lineal significativa ($p < 0.05$) del peso al nacimiento sobre el resto de las caracteres estudiados a excepción de la velocidad de crecimiento. Respecto al peso al destete, se pudo observar que este carácter solo tuvo relación lineal significativa con el peso al beneficio.

Cuadro 3.2: Significancia de los efectos fijos identificados sobre las características productivas evaluadas.

Variable observada	Efecto Fijo			Covariable	
	Sexo	Tipo Parto	Nº Parto Madre	Peso Nacimiento	Edad al Beneficio
Peso nacimiento (g.)	0.4318	<.0001(*)	<.0001(*)	-	-
Peso destete (g.)	0.176	<.0001(*)	0.0299(*)	<.0001(*)	-
Peso al beneficio (g)	<.0001(*)	<.0001(*)	0.0023(*)	<.0001(*)	0.0413(*)
Velocidad crecimiento (g/día)	<.0001(*)	0.0094(*)	0.0119(*)	0.1063 NS	0.1483 NS
Rendimiento de carcasa (%)	0.1561NS	0.2931NS	0.0376(*)	0.0169(*)	0.7618 NS
Deposición de grasa (%)	0.0003(*)	0.0154 (*)	0.0433(*)	0.0346(*)	0.1598 NS
Conversion alimenticia	0.0210(*)	0.0891NS	0.7232NS	0.0330(*)	0.1136 NS

Nota: (*) = Existe significancia estadística ($p < 0.05$)

n.s = No existe significancia estadística ($p > 0.05$)

Estos resultados suelen ser similares a lo que reporto Chávez (1979), Aliaga (1979) y Zaldívar (1986), refiriéndose que el tamaño de camada influye en los pesos vivos de los cuyes para el carácter peso al nacimiento y peso a la saca. En ese sentido, Moreno (1989) afirma que conforme se incrementa el tamaño de la camada, los pesos vivos suelen disminuir sustancialmente desde momento del destete hasta la edad de saca.

De igual manera a lo reportado por Chávez (1979) y Chauca (2007) en base a un estudio realizado en cuyes de origen cajamarquino, el factor sexo del animal logra tener incidencia significativa sobre el peso vivo del cuy al beneficio, resultando favorable para los machos; sin embargo, contrariamente a lo que reportan dichos autores, en el presente estudio no se halló incidencia significativa del sexo sobre el peso al nacimiento y peso al destete, pero sí sobre el peso a la saca y velocidad de crecimiento.

En cuanto a los factores fijos estudiados y su incidencia sobre el resto de las características estudiadas, prácticamente no se reportan trabajos similares que hagan referencia respecto a su influencia o no del factor tamaño de camada y del sexo de la cría sobre la velocidad de crecimiento, rendimiento de carcasa, conversión alimenticia y deposición de grasa. Este limitante de información puede explicarse en el hecho de que estas características son de difícil medición que en algunos casos implica sacrificar al animal para poder extraer la información como resulta para el carácter rendimiento de carcasa y deposición de grasa. Cabe mencionar lo señalado por Moreno (1989) referente a la importancia que tiene el sexo sobre la velocidad de crecimiento y conversión alimenticia.

La literatura encontrada, básicamente se centra al estudio del peso vivo y como esta se encuentra influenciada por los factores fijos tamaño de camada sexo e incluso edad de la madre, puesto que es un carácter de fácil medición; sin embargo cabe mencionar, que el peso del animal implica no solo el peso de la carcasa sino también el peso de todo el contenido abdominal, cabeza y demás elementos orgánicos que no tienen que ver con la producción de carne.

El hecho de que el tamaño de camada influye de manera contraria en el peso del animal, se debe a que conforme aumenta el tamaño de la camada, los pesos de las crías al nacer disminuyen significativamente, lo cual suele resultar en desventaja para aquellos individuos que resultan de camadas numerosas en relación a aquellos que provienen de parto simple o doble. Esto se debe a la existencia de una relación directa y positiva entre el peso de la cría al nacer y el peso a mayores edades (Aliaga, 1979)

Por otro lado, no se observó incidencia significativa del tamaño de camada sobre el rendimiento de carcasa y conversión alimenticia, puesto que este carácter depende mucho del tipo de alimento suministrado, y en cierto modo del genotipo de cuy (Chauca, 1997). Ello implica que el rendimiento de carcasa y la conversión alimenticia, puede resultar similar en aquellos individuos provenientes de parto simple y aquellos procedentes de camadas numerosas.

Respecto al carácter deposición de grasa, parece existir cierta tendencia a que los individuos nacidos de camadas menos numerosas suelen acumular mayor cantidad de grasa de deposición que aquellos individuos nacidas de camadas numerosas.

El sexo del animal no resultó afectar el carácter rendimiento de carcasa (%) de manera significativa, lo que indicaría que tanto machos como hembras tienen iguales

aptitudes para producir carcasas con adecuados rendimientos de carne. En cuanto al carácter de deposición de grasa al beneficio, se pudo observar la incidencia del sexo sobre este carácter, lo cual estaría evidenciando que las hembras solería acumular mayor grasa de deposición que los machos. Este aspecto podría tener explicación en el hecho de que las hembras suelen llegar a la pubertad a edades más tempranas que los machos al momento del beneficio (3 meses), estando las hembras expuestas a una mayor actividad de las hormonas esteroideas por mas tiempo en relación a los machos.

La incidencia significativa del sexo sobre la conversión alimenticia resulto favorable para el caso de los cuyes machos, ello implicaría que los cuyes machos son mas eficientes que las hembras para convertir el alimento en peso vivo o en carne. Ello se debe al mayor ritmo de crecimiento (precocidad) reportado en los machos en relación a las hembras (Chávez, 1979), lo cual estaría indicando que el peso acumulado para un periodo dado y para un determinado nivel de consumo de alimento, es mayor en machos que en las hembras.

No se reportan estudios respecto a la influencia del número de parto de la madre sobre las características de importancia económica ligado a la producción de carne; sin embargo, en este estudio se pudo constatar su influencia significativa en casi todas las variables estudiadas, a excepción de la conversión alimenticia. En ese sentido, se constata que las crías procedentes de madres de tres partos logran alcanzar mayores pesos al destete y al beneficio, y ello se debe a que las madres con mayor numero de parto suelen ser de mayor tamaño que las primerizas, lo cual condiciona a tener crías con mayor peso al nacimiento, estando este ultimo correlacionado con el peso vivo a mayores edades (Aliaga, 1979), e incluso parece estarlo con la velocidad de crecimiento, aunque no se reporta literatura que confirme dicha situación.

Finalmente se constato la relación directa y positiva existente entre el peso al nacimiento y el resto de las variables estudiadas, lo que indicaría que a mayores pesos al nacimiento de las crías, la magnitud en el valor de los otros caracteres aumentaría a excepción del carácter conversión alimenticia cuya relación resulto ser negativa. La relación directa y positiva entre el peso al nacimiento y deposición de grasa no sería favorable para el caso del carácter deposición de grasa si el objetivo es buscar carnes con mayor magrura; sin embargo, si es deseable la relación directa y negativa que existe con el carácter conversión alimenticia, puesto que se desearía disponer de animales con una menor conversión alimenticia.

3.2 PROMEDIOS CORREGIDOS DE LAS CARACTERÍSTICAS EVALUADAS

En el Cuadro 3.3 se presentan los promedios y desviaciones estándar de las características fenotípicas corregidas por los factores ambientales intrínsecos identificados. En general, se observa que cuando las características fenotípicas son corregidas por factores ambientales sistemáticos (sexo, tipo de parto y número de parto de la madre), la diferencia de promedios entre uno u otro grupo genético para determinado carácter en particular son estrechas e incluso favorable en algunos de los genotípicos cruzados que fueron criados como contemporáneos conjuntamente con la descendencia pura.

Estos resultados ponen en evidencia la influencia y/o contribución significativa de los factores ambientales en la expresión del carácter fenotípico (Falcones, 1981; Cardellino y Rovira, 1987), lo que quiere decir que las diferencias que se pudieran encontrar entre los diferentes grupos genético para determinado carácter, pueden quedar

confundidos por los factores ambientales sean estos intrínsecos o extrínsecos, haciendo difícil y hasta confuso determinar la superioridad genética de determinado grupo genético respecto a otros. De allí la importancia del manejo de grupos contemporáneos como mecanismo de estandarización y control de los factores medioambientales extrínsecos para comparar la superioridad genética de los genotipos o individuos que pertenece a determinado grupo genético (factor aleatorio), y por otro lado, la determinación de factores de ajuste de los efectos ambientales intrínsecos identificados para corregir los datos fenotípicos. De estar correctamente efectuado este procedimiento, se pondría al descubierto las diferencias de superioridad genética para determinado carácter, puesto que el componente genético es de efecto aleatorio.

3.2.1 Peso al beneficio

En el Gráfico 3.6 se muestra los promedios para el carácter peso edad al beneficio corregido por factores ambientales y diferenciados según grupo genético de cuy. Se observa que al corregir el carácter peso al beneficio por los factores ambientales sistemáticos identificados, las diferencias numéricas registradas a favor de los genotipos puros en relación a los cruzados cuando el carácter no es corregido por dichos efectos, se tornan luego favorables para los genotipos cruzados, siendo marcado para el caso del cruce Perú x Andina, mas no así para su respectivo cruce recíproco.

Cabe mencionar que la superioridad fenotípica obtenida en el cruzamiento Perú x Andina que tuvo como vía paterna al genotipo Perú (855.77 g), se debió a la contribución de precocidad de la que goza el genotipo Perú y que se estaría siendo aprovechado desde el punto de vista económico cuando se usa al macho Perú como vía paterna, mas no así como vía materna; puesto que la descendencia de su respectivo

cruce recíproco Andina x Perú; es decir, padre Andina y madre Perú, no logro obtener el peso promedio alcanzado en el cruce Perú x Andina (750.58 g).

Este último aspecto podría explicarse en el hecho de que el genotipo Andina tiene especialidad en su prolificidad, lo cual es aprovechado cuando se utiliza a la hembra como vía materna, puesto que el macho no transmite el carácter precocidad en su descendencia por carecerla. En ese sentido, la recomendación en programas de cruzamientos sería utilizar al genotipo Perú como vía paterna.

Por otro lado, de alguna manera se logro una superioridad fenotípica en la descendencia procedente del cruzamiento Perú x Inti (819.60 g) (que tuvo como línea paterna al genotipo Perú), respecto al genotipo Perú (790.73 g); sin embargo, no logro ser superior al grupo genético Inti (824.67 g) que contribuyó en dicho cruzamiento. Esto podría explicarse en el hecho que el genotipo Inti tiene un efecto directo de sus genes superior al genotipo Perú para el carácter peso al beneficio; es decir, sus genes poseen un mayor valor desde el punto de vista económico para el carácter en estudio.

Dado a las particularidades y limitaciones que tuvo el presente estudio, no se podría decirse nada referente al comportamiento productivo del cruce recíproco Inti x Perú, así como también del cruzamiento dialélico en la que intervienen los genotipos Inti y Andina.

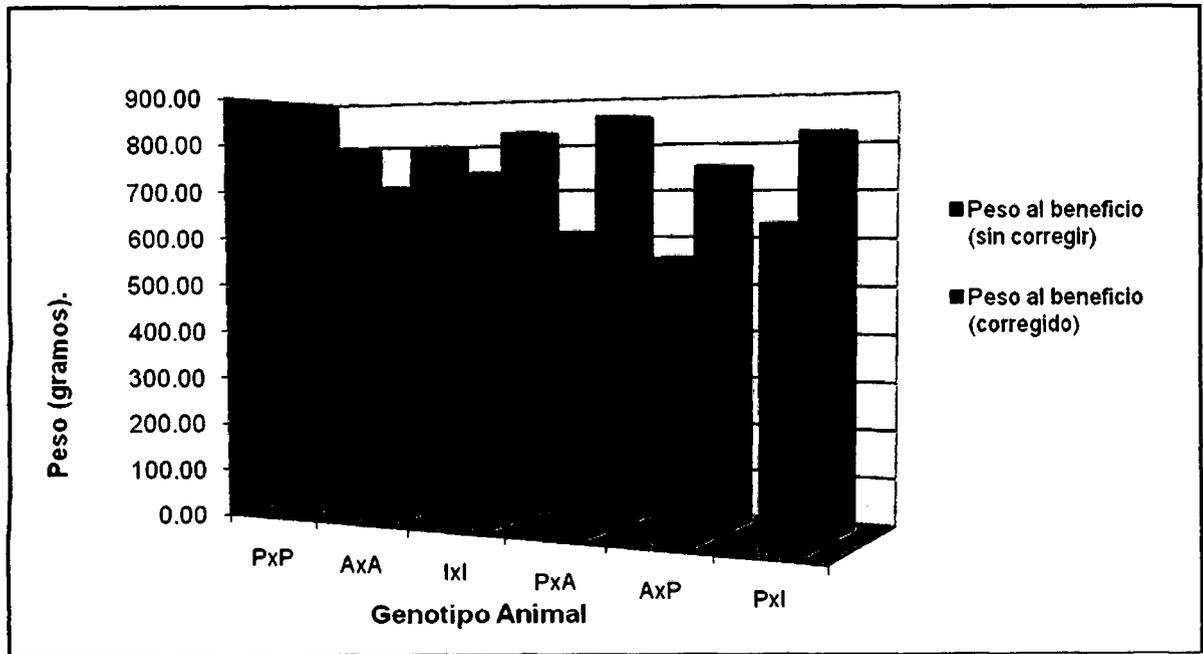


Grafico 3.6: Contraste de promedios para el carácter peso al beneficio (g), según grupo genético evaluado

Cuadro 3.3: Promedios y desviación estándar de las características fenotípicas corregidas evaluadas por grupo genético de cuy.

Carácter	Genotipo Animal					
	Perú x Perú	Andina x Andina	Inti x Inti	Perú x Andina	Andina x Perú	Perú x Inti
	Promedio ± D.S	Promedio ± D.S	Promedio ± D.S	Promedio ± D.S	Promedio ± D.S	Promedio ± D.S
	n= 15 cuyes	n= 15 cuyes	n= 14 cuyes	n =18 cuyes	n=19 cuyes	n=20 cuyes
Peso al beneficio (g)	790.73 ab ± 116.3	795.13 ab ± 107.5	824.67 ab ± 106.8	855.77 a ± 82.6	750.58 b ± 90.5	819.60 ab ± 93.0
Velocidad de crecimiento (g/día)	10.18 ab ± 1.8	9.61 ab ± 1.0	9.71 ab ± 1.3	9.96 ab ± 1.2	9.22 b ± 1.3	10.34 a ± 1.0
Rendimiento de carcasa (%)	65.36 b ± 1.5	67.25 b ± 1.0	67.39 b ± 1.4	68.84 a ± 1.3	65.47 b ± 0.7	61.87 c ± 0.8
Grasa de deposición (%)	0.53 a ± 0.1	0.52 a ± 0.2	0.57 a ± 0.2	0.53 a ± 0.1	0.48 a ± 0.1	0.48 a ± 0.1
Conversión alimenticia	3.96 a ± 0.3	3.55 ab ± 0.2	3.51 ab ± 0.3	3.51 ab ± 0.2	3.78 ab ± 0.1	3.35 b ± 0.2

NOTA: Letras iguales indica que no existe diferencia estadística ($p < 0.05$)

3.2.2 Velocidad de crecimiento

En el Gráfico 3.7 se muestra los promedios para el carácter velocidad de crecimiento corregido por factores ambientales sistemáticos y diferenciados según grupo genético de cuy. Se observa, que al corregir el carácter velocidad de crecimiento por los factores ambientales sistemáticos identificados, las diferencias numéricas registradas en forma favorable en los genotipos puros en relación a los cruzados cuando el carácter no es corregido, se suelen acortarse, e incluso se torna favorable para el cruce Perú x Inti.

Respecto a la superioridad fenotípica para el carácter velocidad de crecimiento obtenida en el cruzamiento Perú x Inti (10.34 g./día) y que tuvo como vía paterna al genotipo Perú, se podría decir que la superioridad de dicho cruce se debió a la contribución de la mayor precocidad de la que goza el genotipo Perú (10.18 g./día) en relación al Inti (9.71 g./día) y que esta ventaja se estaría aprovechado desde el punto de vista económico siempre y cuando se usa al macho Perú como vía paterna, dejando incierto el comportamiento de su respectivo cruce recíproco (Inti x Andina), puesto que las circunstancias en la que fue llevado el presente estudio, no permitió cuantificar el carácter en cuestión. Esta última consideración podría explicarse en el hecho de que según la literatura especializada, el genotipo Inti representa un animal intermedio entre el Andina y el Perú, no superando en precocidad a este último. Este aspecto de alguna manera quedaría demostrado por los resultados obtenidos en el presente estudio, dado que la descendencia Perú logró tener en promedio una mayor velocidad de crecimiento en relación al genotipo Inti. En ese sentido, la recomendación en programas de

cruzamientos estaría orientada a utilizar al genotipo Perú como vía paterna para maximizar la precocidad en la descendencia.

Por otro lado, de alguna manera se logro obtener una superioridad fenotípica Intermedia en la descendencia procedente del cruzamiento Perú x Andina (9.96 g. /día) (que tuvo como línea paterna al genotipo Perú), respecto al genotipo Andina (9.61 g./día); puesto que logro superar al grupo genético Perú (10.18 g./día) que contribuyó en dicho cruzamiento. Sin embargo, esta superioridad intermedia no logro expresarse en su respectivo cruzamiento reciproco (9.22 g/día). Este aspecto podría explicarse en el hecho que el genotipo Andina tiene un efecto directo superior para el carácter prolificidad, lo cual es aprovechado cuando se utiliza a la hembra como vía materna, y no así cuando el macho es usado como vía paterna, puesto que se logra transmitir el carácter precocidad en su descendencia por carecerla.

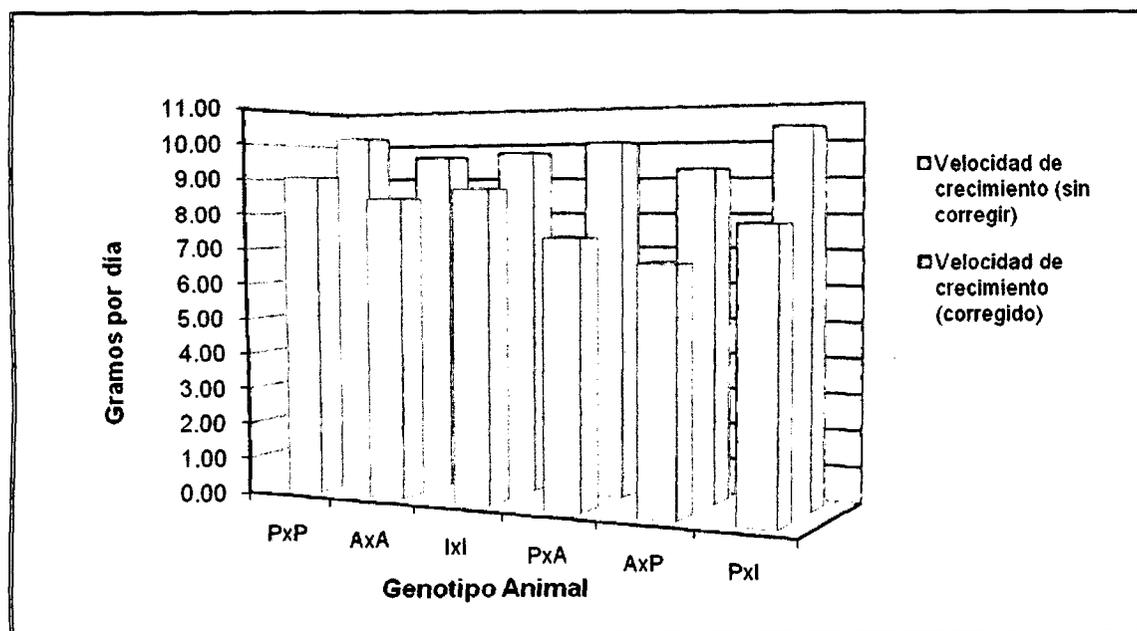


Grafico 3.7: Contraste de promedios para el carácter Velocidad de crecimiento (g/animal/día), según grupo genético evaluado.

3.2.3 Rendimiento de carcasa

En el Gráfico 3.8 se muestra los promedios para el carácter rendimiento de carcasa corregido por factores ambientales sistemáticos y diferenciados según grupo genético de cuy. Se observa que al corregir el carácter rendimiento de carcasa por los factores ambientales sistemáticos identificados, las diferencias numéricas inicialmente registradas entre uno u otro genotipo cuando el carácter en referencia no es corregido por dichos efectos, se suele acortarse significativamente, e incluso se torna equivalente entre los seis genotipos.

En cierto modo, cuando el carácter rendimiento de carcasa es corregido por los efectos ambientales no se logra encontrar superioridad genética significativa entre los genotipos evaluados, no observándose desvíos favorables en los genotipos cruzados. Ello estaría indicando que el cruzamiento no tendría ningún efecto favorable para mejorar el rendimiento de carcasa, desde el punto de vista genético, por lo que la selección sería el camino más efectivo para el mejoramiento genético de este carácter. Este resultado de alguna manera contrasta a lo manifestado por Chauca (1997), quien refiere que este carácter está muy ligado al tipo de alimento utilizado en la alimentación de los cuyes; sin embargo, no resalta las diferencias que se podrían encontrar entre genotipos raciales y cruces tal como manifiesta la misma autora. Este aspecto podría estar explicado en el hecho de que los efectos directos o en otras palabras el valor de los genes de los seis genotipos son similares entre sí. Sin embargo cabe mencionar que la literatura cita a los genotipos mejorados Perú Inti y Andina con un rendimiento de carcasa superior del 70 % (Chauca, 1997), lo cual no es coincidente con lo hallado en el presente estudio. La razón, excluyendo el tema alimenticio sería a que los genotipos evaluados no tienen el grado de mejoramiento alcanzado en relación a los genotipos que

hace referencia Chauca *et al* (1997), o que en todo caso no tienen la pureza genética racial.

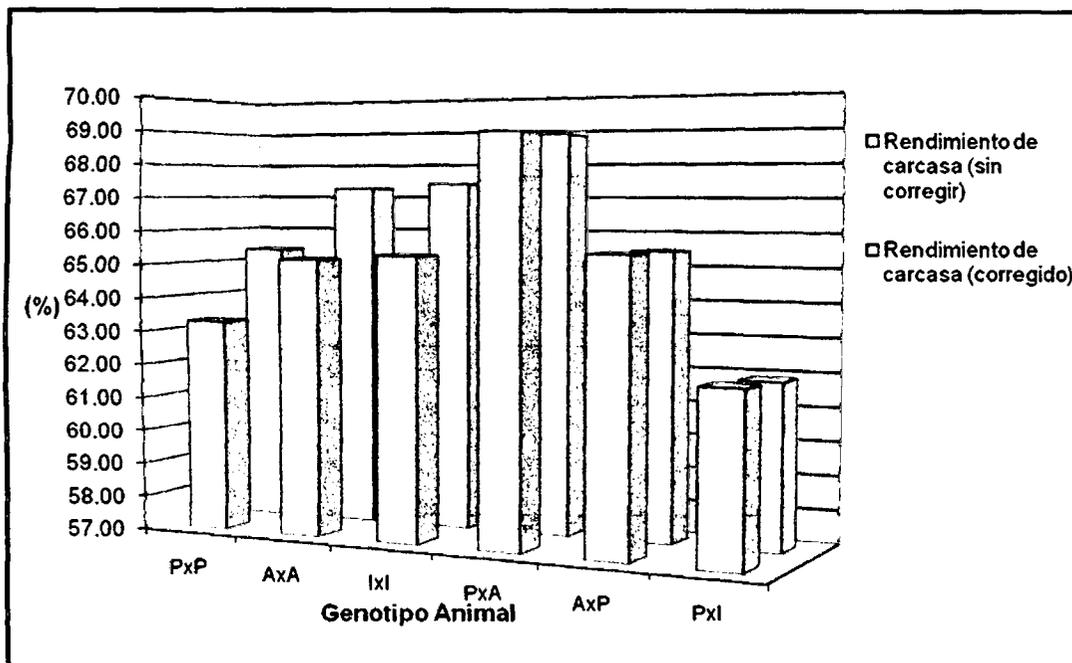


Grafico 3.8: Contraste de promedios para el carácter Rendimiento de carcasa (%), según grupo genético evaluado.

3.2.4 Grasa de deposición

En el Gráfico 3.9 se muestra los promedios para el carácter grasa de deposición corregido por factores ambientales sistemáticos y diferenciados según grupo genético de cuy. Se observa que al corregir el carácter grasa de deposición por los efectos ambientales sistemáticos identificados, las diferencias numéricas inicialmente registradas entre los grupos genéticos cuando el carácter en referencia esta sin corregir, prácticamente se mantienen iguales, resultando favorable de algún modo para algunos de los cruces efectuados.

En vista de que las tendencias actuales es cada vez obtener carnes con menor contenido de graso, es decir magros, se estaría priorizando desde el punto de vista

genético a efectuar la selección del carácter grasa de deposición en sentido contrario. En ese sentido, la superioridad genética de determinado grupo genético se estaría evidenciando cuando la expresión del carácter es de un menor valor.

Por tanto, podríamos afirmar que el cruce Perú x Inti (0.48 %) que tuvo al genotipo Perú como vía paterna, y el cruce Andina x Perú (0.48 %) que tuvo al genotipo Andina como vía paterna, resultaron ser acertados para reducir el porcentaje de grasa de deposición en las carcasas, por lo que se optaría por esta vía de cruzamientos para mejorar la magrura de la carne.

Cabe mencionar que el cruce recíproco Perú x Andina, no logró tener la particularidad de reducir el porcentaje de grasa de deposición como sucedió con el cruce Andina x Perú en relación a los genotipos puros.

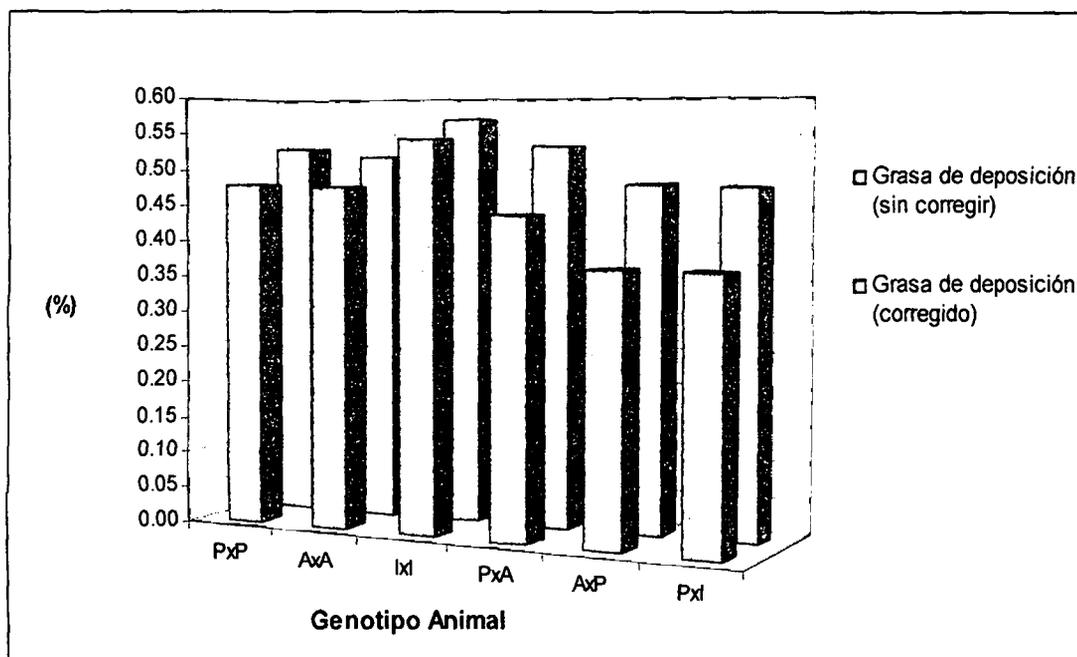


Grafico 3.9: Contraste de promedios para el carácter Grasa de deposición (%), según grupo genético evaluado.

3.2.5 Conversión alimenticia

En el Gráfico 3.10 se muestran los promedios fenotípicos para el carácter conversión alimenticia corregido por factores ambientales sistemáticos y diferenciados por grupo genético de cuy. Se observa que al corregir el carácter conversión alimenticia por los efectos ambientales sistemáticos identificados, las diferencias numéricas a favor de los genotipos cruzados se mantienen de alguna manera con la misma tendencia, no registrando cambios significativos.

Al igual que el carácter grasa de deposición, la conversión alimenticia es un carácter cuya selección se efectúa de manera contraria a su magnitud; es decir, un animal con un valor inferior en su conversión alimenticia será superior al de más alto valor. Este carácter amerita ser tomado en cuenta para efectos de mejora genética (Moreno, 1989), puesto que está relacionado con la eficiencia que tiene el individuo

para convertir el alimento en carne, ello implica que un animal es más eficiente cuando utiliza menos recurso alimenticio para transformarlo en carne.

En ese sentido, podemos afirmar que se logra beneficio en los cruzamientos efectuados, puesto que los genotipos cruzados Perú x Inti (3.35), Perú x Andina (3.51), resultaron ser ligeramente más eficientes en su conversión alimenticia que los genotipos puros; pero el cruce recíproco Andina x Perú no logró mantener esa tendencia y obtuvo valores de (3.78); el genotipo puro Inti si alcanzó valores deseables para este carácter (3.51). Los valores alcanzados por los genotipos puros fueron: Perú (3.96), Andina (3.55).

La explicación está dado por que existe Heterosis para este carácter, existiendo dominancia, además de que en ambos cruces el genotipo Perú actúa como línea paterna y transmitió su característica de precocidad a su descendencia, en el cruce de Perú x Inti el genotipo Inti es una línea intermedia entre el Perú y Andina, por lo que en este caso se dio la complementariedad de caracteres (Cardellino y Rovira 1987), por lo que obtuvo un mejor índice de conversión alimenticia, lo que no ocurrió cuando se utilizó a la línea Andina como padre, toda vez que esta línea es básicamente prolífica mas no precoz.

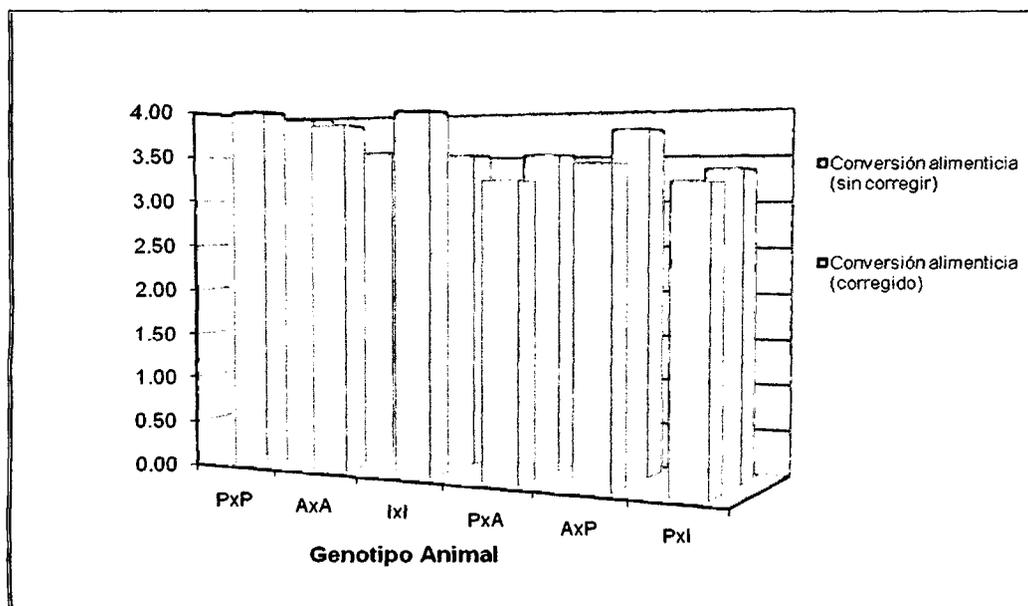


Grafico 3.10: Contraste de promedios para el carácter Conversión alimenticia, según grupo genético evaluado.

3.3 DETERMINACIÓN DE HETEROSIS DE LAS CARACTERÍSTICAS EVALUADAS

3.3.1 Peso al Beneficio

En el cuadro 3.4 se presentan los desvíos del carácter peso al beneficio de los genotipos cruzados en relación al promedio de los genotipos puros. Se puede observar un desvío favorable de 11.90 y 10.25 g en la descendencia cruzada Perú x Inti y Perú x Andina, respectivamente, en relación a los genotipos puros que le dieron origen; es decir, en aquellos cruces que tuvieron al genotipo Perú como participante en la generación del respectivo cruce, se pudo obtener una heterosis de 1.5% y 1.3% en el peso vivo al beneficio, respectivamente.

La heterosis individual promedia o desvíos fenotípicos de la descendencia cruzada en relación a los parentales puros encontrada para el carácter peso al beneficio, son en realidad bastante ínfimos, no resultando atractivo desde el punto de vista económico, sin embargo de alguna manera estos resultados contrasta con lo que menciona la literatura especializada; es decir, que la expresión de la heterosis individual en características productivas es baja y que se manifiesta de manera significativa en características productivas (Falconer, 1981; Cardellino y Rovira, 1987).

Cuadro 3.4: Estimación de la heterosis individual promedio para el carácter peso al beneficio.

Genotipos Puros Participantes (*)	Promedio de las Razas Puras	Promedio de los Cruzamientos Recíprocos	Heterosis	
			Unidades (g)	%
Perú - Andina	792.93	803.18 (**)	10.25	1.3
Perú - Inti	807.70	819.60	11.90	1.5
Andina - Inti	809.90	n.s.	n.s	n.s

(*) Intervienen en el cruzamiento específico independientemente de su reciprocidad

(**) Cruzamiento en la que se realizo el cruzamiento reciproco

Un resultado de heterosis individual mas alentador fue el que se obtuvo con el cruce Perú x Inti, tendiendo como vía paterna nuevamente al genotipo Perú, puesto que se obtuvo un promedio de 11.90 g (1.5 %), sin embargo, cabe mencionar que en el presente estudio no fue posible encontrar la heterosis individual promedia para el carácter en cuestión, puesto que no se considero desvío fenotípico con el respectivo

cruzamiento recíproco Inti x Perú; es decir, considerando al genotipo Perú como línea materna.

En general, en el presente estudio se encontró un desvío fenotípico más favorable en cruce Perú x Andina que en el cruce Perú x Inti, en ambos casos teniendo al genotipo Perú como línea paterna

De alguna manera, los resultados del presente estudio no contrasta con los resultados de otras experiencias similares, dado que reportan desvíos fenotípicos promedios más significativamente más altos que lo encontrado en este estudio, reportándose desvíos por encima de los 100 g. e incluso que superando en algunos casos los 200 grs. cuando se consideran al genotipo Perú como línea paterna (Chauca et al, 1997). En contraste, en el cruce Perú x Andina; es decir, en la que intervino el genotipo Perú como vía paterna solo se obtuvo un desvío de 62.84 g. (7.9 %), siendo la heterosis individual promedio de 10.25 g. (1.3 %) cuando se consideran el desvío del cruce recíproco o dialélico; es decir, teniendo al genotipo Perú como padre y madre a la vez en los cruzamientos.

Las diferencias comparativas entre los resultados encontrados en este trabajo y lo que se reporta en otras experiencias, podría explicarse en el hecho de estos trabajos no mencionan en forma precisa el manejo del control ambiental que afectan a las características productivas, ni el uso de grupos contemporáneos como recurso para minimizar y/o controlar estos efectos ambientales, ni tampoco se muestra en forma explícita el haber usado metodologías tendientes a estimar factores de corrección para los efectos ambientales sistemáticos y efectuar el respectivo ajuste de datos por dichos

factores tal como se demostró y efectuó en este estudio, puesto que algunos casos se consideran datos de varios años.

Otra de las explicaciones podría ser el que probablemente los genotipos usados en este estudio y que fueron considerados como puros, en el fondo no lo serían, puesto que en la práctica no se pudo determinar con exactitud los antecedentes de su procedencia u orígenes. Estos podrían hacer que el grado de homocidad en los animales considerados como puros sea alto como para permitir que en el cruzamiento se explote comercialmente el vigor híbrido producto de una mayor heterogocidad de su descendencia cruzada (Falconer, 1981, Cardellino y Rovira, 1987).

3.3.2 Velocidad de crecimiento

En el cuadro 3.5 se presentan los desvíos del carácter velocidad de crecimiento de los genotipos cruzados, en relación al promedio de los genotipos puros. Se puede observar un desvío favorable en el carácter velocidad de crecimiento de 0.39 g/día (3.9% de heterosis) en la descendencia cruzada Perú x Inti, en relación a los genotipos puros que le dieron origen y demás cruzamientos, siendo incluso desfavorable en el cruce Perú x Andina (-0.29 gr/día).

En las diferencias experiencias de cruzamientos efectuados no se reportan estimaciones de heterosis para el caso del carácter velocidad de crecimiento, sin embargo, cabe mencionar que de alguna manera los desvíos fenotípicos encontrados en este estudio guardan relación con lo que manifiesta la literatura; es decir, que las características productivas tienen bajos porcentajes de heterosis (Cardellino y Rovira, 1987).

Cuadro 3.5: Estimación de la heterosis individual promedio para el carácter velocidad de crecimiento

Genotipos Puros Participantes (*)	Promedio de las Razas Puras	Promedio de los Cruzamientos Recíprocos	Heterosis	
			Unidades	%
Perú - Andina	9.89	9.60(**)	-0.29	-3.0
Perú - Inti	9.95	10.34(*)	0.39	3.9
Andina - Inti	9.66	n.s.	n.s	n.s

(*) Intervienen en el cruzamiento específico independientemente de su reciprocidad

(**) Cruzamiento en la que se realizó el cruzamiento recíproco

Un desvío fenotípico de -0.29 g./día obtenido en el cruzamiento recíproco Perú x Andina podría interpretarse como la no manifestación de heterosis individual promedio; y al igual que el carácter peso al beneficio la heterosis hallada en el cruce Perú x Inti fue ínfimo, puesto que se encontró un desvío fenotípico de 0.39 g./día (3.9%). La explicación tendría sustento en el hecho de que probablemente el grado de heterogocidad en los genotipos considerados como puros es alto como para no repercutir favorablemente en la manifestación de heterosis en los cruzamientos efectuados.

3.3.3 Rendimiento de Carcasa

En el cuadro 3. 6 se presentan los desvíos del carácter rendimiento de carcasa de los genotipos cruzados en relación al promedio de los genotipos puros. Se puede observar un desvío favorable de 1.3 % en el rendimiento de carcasa de la descendencia

Perú x Andina, mientras que para el genotipo Perú x Inti se observa un valor desfavorable de -6.8%.

Los resultados encontrados para el carácter rendimiento de carcasa prácticamente estarían indicando la no manifestación de heterosis individual y que la estrategia del cruzamiento no sería adecuado como para producir la mejora de este carácter, optándose por la selección como camino para mejorarlo genéticamente. Por otro lado, las diversas experiencias de cruzamientos efectuadas en nuestro medio no reportan resultados de estimaciones de heterosis, como discrepar con los hallados en el presente estudio. Al igual que lo señalado en los anteriores caracteres, de algún modo la explicación podría estar en el hecho de que los animales usados como línea pura tienen un alto grado de homocigocidad como para permitir manifestar una mayor heterocigocidad en su descendencia cruzada con miras a obtener heterosis (Cardellino y Rovira, 19879).

Cuadro 3.6: Estimación de la heterosis individual promedio para el carácter rendimiento de carcasa

Genotipos Puros Participantes (*)	Promedio de las Razas Puras	Promedio de los Cruzamientos Recíprocos	Heterosis	
			Unidades	%
Perú - Andina	66.31	67.16(**)	0.85	1.3
Perú - Inti	66.38	61.87	-4.51	-6.8
Andina - Inti	67.32	n.s.	n.s	n.s

(*) Intervienen en el cruzamiento específico independientemente de su reciprocidad

(**) Cruzamiento en la que se realizó el cruzamiento recíproco

3.3.4 Grasa de deposición

En el cuadro 3.7 se presentan los desvíos del carácter deposición de grasa de los genotipos cruzados en relación al promedio de los genotipos puros. Se puede observar un desvío favorable de -0.07 y -0.03 % en la deposición de grasa de la descendencia cruzada Perú x Inti y Perú x Andina, respectivamente, en relación a los genotipos puros que le dieron origen. Este aspecto es favorable, puesto que las tendencias actuales es producir carnes con menos grasa de acumulación, siendo contrario el sentido de análisis del carácter en estudio.

Contrariamente a lo que se desea buscar en la mayoría de caracteres de interés económico; es decir; aumentar su magnitud sea por cualquier vía de mejoramiento, el carácter grasa de deposición es contraria a ello; sin embargo, cabe remarcar que en los diferentes cruzamientos efectuados en el presente estudio, se logro encontrar desvíos fenotípicos negativos, respecto a los parentales puro, lo cual resulta en un beneficio extra si el objetivo es producir carnes con un mejor contenido de tejido graso de acumulación.

Prácticamente no existe literatura y/o experiencias de cruzamientos efectuados en cuyes en la que hayan medido el carácter grasa de deposición como confirmar o en todo caso discrepar los resultados obtenidos para este carácter en cuestión. De alguna manera podría decirse que estos resultados son coherentes con lo que considerada la literatura respecto a la limitada heterosis que se podría encontrar en las características productivas (Cardellino y Rovira, 1987).

Cuadro 3.7: Estimación de la heterosis individual promedio para el carácter grasa de deposición

Genotipos Puros Participantes (*)	Promedio de las Razas Puras	Promedio de los Cruzamientos Recíprocos	Heterosis	
			Unidades	%
Perú - Andina	0.53	0.50 (**)	-0.03	-5.7
Perú - Inti	0.55	0.48	-0.07	-12.7
Andina - Inti	0.55	n.s.	n.s	n.s

(*) Intervienen en el cruzamiento específico independientemente de su reciprocidad

(**) Cruzamiento en la que se realizó el cruzamiento recíproco

3.3.5 Conversión alimenticia

En el cuadro 3.8 se presentan los desvíos del carácter conversión alimenticia de los genotipos cruzados en relación al promedio de los genotipos puros. Se puede observar un desvío favorable de -2.9 y -10.4% en la conversión alimenticia de la progenie cruzada Perú x Andina y Perú x Inti, respectivamente, respecto a los genotipos puros que le dieron origen.

Estos resultados de algún modo estarían indicando la manifestación de heterosis para el carácter conversión alimenticia. Sin embargo, en los diferentes cruzamientos efectuados se logró encontrar valores promedios de conversión alimenticia superiores a los parentales puros, aunque no siendo significativos en su magnitud.

Estos resultados indican la conveniencia de utilizar el cruzamiento como alternativa para mejorar genéticamente la eficiencia en la conversión de alimentos por

parte de los animales. Sin embargo, no se reportan estudios de cruzamientos que hagan referencia a este carácter como para confirmar o discrepar lo mencionado.

Cuadro 3.8: Estimación de la heterosis individual promedio para el carácter conversión alimenticia

Genotipos Puros Participantes (*)	Promedio de las Razas Puras	Promedio de los Cruzamientos Recíprocos	Heterosis	
			Unidades	%
Perú - Andina	3.76	3.65(**)	-0.11	-2.9
Perú - Inti	3.74	3.35	-0.39	-10.4
Andina - Inti	3.53	n.s.	n.s	n.s

(*) Intervienen en el cruzamiento específico independientemente de su reciprocidad

(**) Cruzamiento en la que se realizó el cruzamiento recíproco

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

1. El peso vivo al beneficio desde el punto de vista fenotípico, resultó ser mayor en los genotipos puros Perú e Inti, respecto a los genotipos cruzados, resultando ser mayor en los genotipos cruzados PxA y PxI, cuando el carácter fue corregido por efectos ambientales.
2. La velocidad de crecimiento desde el punto de vista fenotípico, resultó ser mayor en los genotipos puros Perú e Inti, respecto a los genotipos cruzados, resultando ser mayor en el genotipo cruzado PxI, seguido por Perú y PxA cuando el carácter fue corregido por efectos ambientales.

3. El rendimiento de carcasa desde el punto de vista fenotípico, resultó ser mayor en el genotipo cruzado PxA, respecto a los genotipos puros y demás cruces, al corregir el carácter por efectos ambientales el genotipo PxA mantiene la superioridad genética.
4. La grasa de deposición, fenotípicamente fue menor en los genotipos cruzados PxA y AxP con respecto a los demás cruces. Al corregir por factores ambientales, todos los genotipos no mostraron diferencias estadísticas significativas.
5. La conversión alimenticia desde el punto de vista fenotípico resultó ser mayor en los genotipos cruzados PxA, PxA y AxP respecto a los puros, manteniéndose la misma tendencia cuando fueron corregidos por efectos ambientales.
6. Se encontró una reducida heterosis para el carácter peso vivo al beneficio en los diferentes cruces efectuados, siendo de 11.90 g. (1.5 %) en el cruzamiento Perú x Inti que tuvo como vía paterna al genotipo Perú, y de 10.25 g. (1.3 %) en el cruce recíproco Perú x Andina.
7. No se encontró heterosis significativa para el carácter velocidad de crecimiento en los diferentes cruces efectuados, siendo de 0.39 g./día (3.9%) en el cruce Perú x Inti que tuvo como vía paterna al genotipo Perú, y de -0.29 g./día (-3.0%) para el cruce recíproco Perú x Andina.
8. No se encontró heterosis significativa para el carácter rendimiento de carcasa en los diferentes cruces efectuados, siendo estas de 0.85g (1.3%) en el cruzamiento

Perú x Andina, y de -4.51g (-6.8%) en el cruzamiento Perú x Inti que tuvo como vía paterna al genotipo Perú.

9. Se encontró una reducida heterosis favorable para el carácter conversión alimenticia en los diferentes cruces efectuados, siendo de -0.11g. (-2.9 %) en el cruzamiento Perú x Andina que tuvo como vía paterna al genotipo Perú, y de -0.39g (-10.4 %) en el cruce Perú x Inti.
10. En los diferentes cruzamientos efectuados se encontró desvíos negativos favorables para el carácter grasa de deposición de -0.07 % (-12.7 %) y de -0.03% en el cruce Perú x Inti que tuvo como vía paterna al genotipo Perú, y en el cruce recíproco Perú x Andina, respectivamente, en relación al promedio de los genotipos puros que le dieron origen.

4.1 RECOMENDACIONES

1. Optar por la selección como estrategia para mejorar genéticamente los caracteres rendimiento de carcasa, grasa de deposición y conversión alimenticia, puesto que la vía del cruzamiento no tiene efecto benéfico para la mejora genética.
2. Se sugiere continuar realizando investigaciones similares que tengan en cuenta el estudio de parámetros reproductivos y el uso de una mayor cantidad de datos, así como los cruzamientos dialélicos.
3. A fin de aprovechar la heterosis individual para el carácter peso vivo al beneficio y velocidad de crecimiento, se recomienda usar al genotipo Perú como vía paterna en los cruzamientos a efectuarse.
4. Implementar en la E.E.A CANAAN – INIA Ayacucho, un nuevo plantel de reproductores, para mejorar la calidad genética de los cuyes.
5. El cruzamiento Perú x Andina, obtuvo buenos resultados para los caracteres peso al beneficio, rendimiento de carcasa y conversión alimenticia, por lo que se recomienda su uso en programas de mejora genética mediante cruzamiento.
6. Como metodología a seguir se recomienda; realizar un análisis de efectos fijos, determinar los factores de corrección y finalmente la estimación de Heterosis. Estos procedimientos deberán ser procesados por software estadísticos como el SAS y MATLAB.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALIAGA, R. L. 1994. Crianza de cuyes. INIA Dpto. de comunicaciones. INIA.
Lima – Perú
2. ALIAGA, R. L. 1974. Factores que influyen en el peso al nacimiento y algunas correlaciones halladas aplicables a la selección. Investigaciones en cuyes, I:75. Universidad Nacional del Centro, Huancayo, Perú.
3. ALIAGA, R. L. 1975. Factores que deben considerarse en la selección de cuyes para carne. Investigaciones en cuyes, II:75. Universidad Nacional del Centro, Huancayo, Perú.
4. ALIAGA, R. L. 1979. Producción de cuyes. Publicaciones UNCP. Perú. Pag. 17-38.
5. ARROYO, O., 1986. Avances de investigación sobre cuyes en el Perú. PISA. INIPA. CIID. ACIDI. Serie de informes técnicos. Lima – Perú.
6. CARDELLINO, R; ROVIRA, J. 1987 Mejoramiento genético animal. Montevideo, Hemisferio Sur.251 pp.
7. CHAUCA, F. L. 1997. Producción de cuyes. INIA, La Molina- Perú. FAO, Roma.

8. CHAUCA, F. L. 2007. Logros obtenidos en la mejora genética del cuy (*Cavia porcellus*). Experiencias del INIA. XX Reunión ALPA, XXX Reunión APPA-Cusco-Perú. Arch. Latinoam. Prod. Anim. Vol. 15 (Supl. 1) 2007.
9. CHAUCA, F. L.; HIGAONNA, O. R; MUSCARI, G. J. 2004. Manejo de cuyes. INIA, La Molina-Perú
10. CHAUCA, L., 1989. Crianza tecnificada de cuyes. INIA. Convenio INIA – COTESU. Proyecto cuyes. Ayacucho – Perú.
11. CHAUCA, L., MUSCARI, J.; HIGAONNA, R. 2006. Comportamiento reproductivo de la línea materna de cuyes (Inti x Andina) y de su progenie cruzada Perú (Inti x Andina F1 F2)
12. CHAUCHA L.2004. Manejo de cuyes. INIA. Lima-Perú.
13. CHAVEZ, C. J. 1979. Parámetros genéticos, fenotípicos en cuyes (*Cavia porcellus*) del ecotipo Cajamarca. UNA La Molina, Lima, Perú.
14. DULANTO, B. M. 1999. Parámetros Productivos y Reproductivos de tres líneas puras y dos grandes de cruzamiento entre líneas de cuyes. Tesis para optar el título de Ingeniero Zootecnista. La Molina, Lima Perú.

15. FALCONER, D. 1981. Introduction to Quantitative Genetics. 2nd. ed. Longman Inc. Great Britain. 340 pp.
16. GARDNER, E., SIMMONS, M., SNUSTAD, P. 1999. Principios de Genética. Trad. de la ed. Inglesa por Santana A. 4ta ed. Edit. Limusa. México. 649 pp.
17. HIGAONNA, O. R. 2005. Evaluación del cruzamiento del cuy Merino con la raza Perú.
18. HIGAONNA, R.; MUSCARI, J.; CHAUCA, L., PINTO, A. 2006. Caracterización de la carcasa de seis genotipos de cuyes. En trabajos de investigación presentados en las Reuniones Anuales del APPA- 2006. Dirección de Investigación Agraria, Sub dirección de crianzas INIA Lima Perú.
19. MAGOFKE J.C; GARCIA, X. 2001 a. Uso del cruzamiento entre razas para mejorar la productividad en animales I. Conceptos. Circular de extensión (En prensa).
20. MAGOFKE S. J.; GARCIA, F. X. 2001 b. Uso del cruzamiento entre razas para mejorar la productividad en animales. Diseño y comparaciones requeridas para estimar el merito de las razas puras usadas en cruzamiento y el vigor hibrido directo y materno. Circular de Extensión (En prensa)

21. MORENO, A., 1989. Producción de cuyes. UNA – La Molina. CONCYTEC.
Lima – Perú
22. MORENO, R.Á. 1989. Producción de cuyes. 2ª edición. M.V Publicaciones –
UNALM. Perú. Pag. 83-104.
23. MUSCARI, J.; HIGAONNA, R.; CHAUCA, L. 1994. Heterosis obtenida
mediante cruzamiento de tres líneas de Cuyes (*Cavia porcellus*) reunión
Científica. Enfoque y perspectiva de la Investigación Agraria al 20020.
Revista INIA
24. RUIZ, C. M. 2004. Genética y mejoramiento de animales domésticos.
UNSAAC– Cusco – Perú.
25. SARRIA J. 2005. Producción comercial de cuyes.- UNALM La Molina. Lima
Perú.
26. ZALDIVAR, A. M. 1986. Estudio de la edad al empadre de cuyes hembras
(*Cavia porcellus*) y su efecto sobre el tamaño y peso de camada. Tesis
para optar el grado de magíster Scientiae. La Molina, Lima Perú.

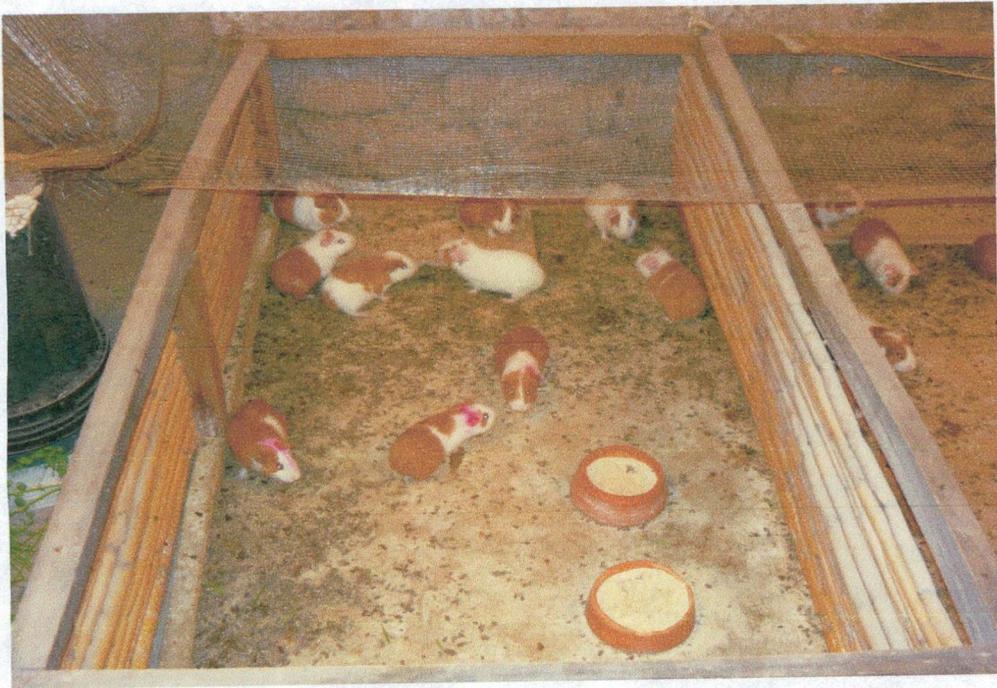
ANEXO 1



Fotografía 1: Poza con un macho Perú y hembras Inti



Fotografía 2: Poza con un macho Andina y hembras Perú



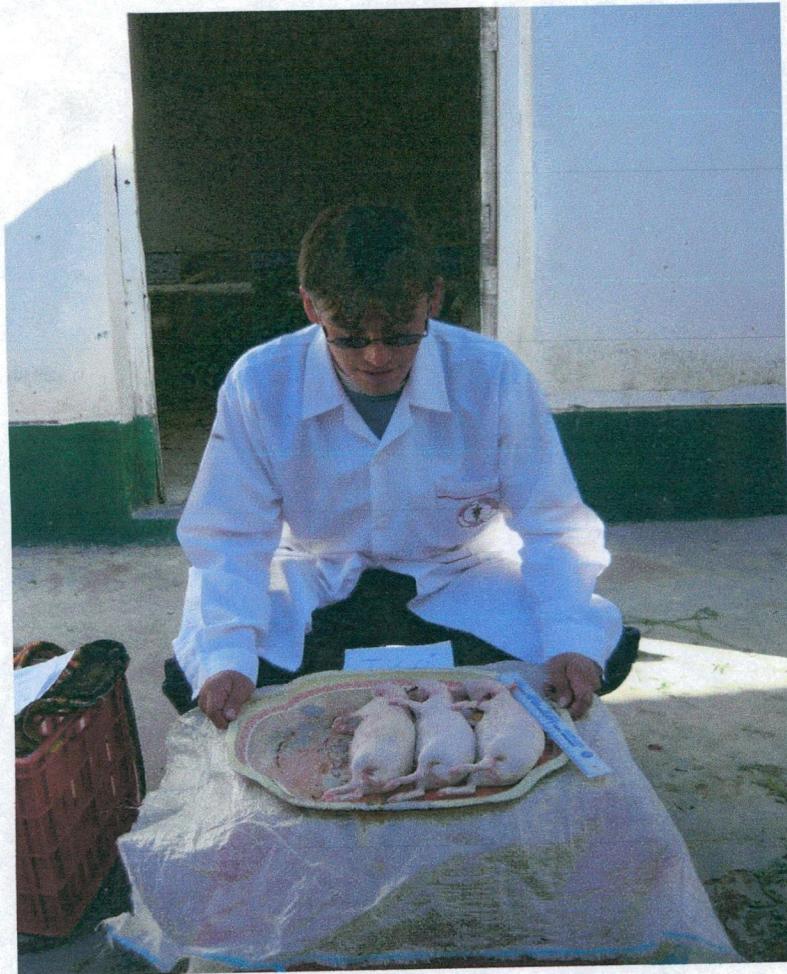
Fotografía 3: Poza de empadre de cuyes hembra Perú por Andina.



Fotografía 4: Poza de recría cruces de Perú por Inti.



Fotografía 5: Carcargas de los diferentes genotipos evaluados.



Fotografía 6: Proceso de beneficio de los cuyes evaluados.

ANEXO 2

Promedios generales y desviaciones estándar de las características genotípicas evaluadas según grupo genético

Genotipo Animal	Efecto fijos	Niveles	N° de animales	Peso nacimiento	Peso destete	Peso al Beneficio (gr)	Velocidad crecimiento (gr/día)	Rendimiento de Carcasa (%)	Rendimiento de grasa de deposición (%)	Conversión alimenticia (%)	Consumo	
				Prom ± D.S	Prom ± D.S	Prom ± D.S	Prom ± D.S	Prom ± D.S	Prom ± D.S	Prom ± D.S		
A x P	Sexo	Hembra		87.9 ± 12.2	170.7 ± 27.1	455.7 ± 71.6	5.1 ± 0.9	63.5 ± 3.2	0.4 ± 0.2	4.0 ± 1.0		
		Macho		96.7 ± 9.1	213.6 ± 43.1	642.7 ± 110.2	7.7 ± 1.5	67.6 ± 4.0	0.4 ± 0.2	3.3 ± 0.7		
	Tipo Parto	Simple		-	-	-	-	-	-	-	-	
		Doble		112.0 ± 4.2	222.5 ± 40.3	685.5 ± 212.8	8.3 ± 3:1	65.4 ± 2.4	0.5 ± 0.2	2.4 ± 0.7		
		Triple		92.5 ± 10.7	200.5 ± 44.0	554.5 ± 133.3	6.3 ± 1.8	65.5 ± 4.9	0.3 ± 0.1	3.8 ± 0.9		
		Cuadruple		84.7 ± 4.3	163.0 ± 17.3	478.3 ± 61.2	5.6 ± 1.0	65.4 ± 3.0	0.4 ± 0.2	3.9 ± 0.8		
	N° de parición	1er parto		92.1 ± 11.5	191.0 ± 40.9	544.3 ± 131.0	6.3 ± 1.8	65.5 ± 4.1	0.4 ± 0.2	3.7 ± 0.9		
		3er parto		-	-	-	-	-	-	-	-	
Total				-	-	566.52 ± 137.67	6.71 ± 1.89	65.5 ± 4.06	0.37 ± 0.15	3.67 ± 0.91	1233.8	
P x A	Sexo	Hembra		102.3 ± 26.6	224.2 ± 71.1	605.0 ± 115.1	6.8 ± 1.0	68.6 ± 3.7	0.5 ± 0.1	3.4 ± 0.6		
		Macho		87.5 ± 8.5	177.6 ± 22.1	587.0 ± 71.5	7.3 ± 1.3	69.1 ± 1.3	0.4 ± 0.1	3.3 ± 1.1		
	Tipo Parto	Simple		145.0 ± 0.0	353.0 ± 0.0	790.0 ± 0.0	7.8 ± 0.0	72.9 ± 0.0	0.5 ± 0.0	2.9 ± 0.0		
		Doble		135.5 ± 2.1	281.0 ± 67.9	679.5 ± 81.3	7.1 ± 0.2	73.1 ± 2.7	0.5 ± 0.04	3.2 ± 0.1		
		Triple		99.5 ± 3.5	220.0 ± 19.8	668.0 ± 82.0	8.0 ± 1.8	68.8 ± 1.3	0.4 ± 0.2	2.7 ± 0.8		
		Cuadruple		85.2 ± 8.1	177.5 ± 28.7	558.5 ± 72.4	6.8 ± 1.1	67.9 ± 2.2	0.4 ± 0.1	3.5 ± 0.9		
	N° de parición	1er parto		95.7 ± 21.5	203.5 ± 58.7	597.0 ± 95.9	7.0 ± 1.1	68.8 ± 2.8	0.4 ± 0.1	3.3 ± 0.8		
		3er parto		-	-	-	-	-	-	-	-	
Total				-	-	615.40 ± 100.41	7.36 ± 1.27	68.84 ± 2.81	0.44 ± 0.13	3.34 ± 0.84	1266.8	
P x I	Sexo	Hembra		91.1 ± 7.6	196.1 ± 30.0	603.5 ± 50.3	7.3 ± 0.6	60.5 ± 2.2	0.4 ± 0.1	3.2 ± 0.3		
		Macho		97.0 ± 17.3	205.2 ± 42.0	631.4 ± 81.3	7.6 ± 1.2	63.3 ± 1.4	0.3 ± 0.1	2.9 ± 0.5		
	Tipo Parto	Simple		142.0 ± 0.0	275.0 ± 0.0	688.0 ± 0.0	7.4 ± 0.0	65.4 ± 0.0	0.4 ± 0.0	2.9 ± 0.0		
		Doble		98.0 ± 0.0	217.0 ± 0.0	657.0 ± 0.0	7.9 ± 0.0	58.8 ± 0.0	0.3 ± 0.0	2.9 ± 0.0		
		Triple		91.8 ± 10.3	205.3 ± 42.0	634.3 ± 73.6	7.7 ± 1.0	61.8 ± 2.4	0.4 ± 0.1	2.9 ± 0.4		

		Cuádruple		90.6 ± 3.3	185.9 ± 16.9	588.3 ± 57.0	7.2 ± 0.9	61.9 ± 2.0	0.4 ± 0.2	3.1 ± 0.4	
	Nº de parición	1er parto		94.1 ± 13.4	200.7 ± 35.8	617.5 ± 67.3	7.4 ± 0.9	61.9 ± 2.3	0.4 ± 0.1	3.0 ± 0.4	
		3er parto		-	-	-	-	-	-	-	
Total						636.71 ± 64.31	7.79 ± 0.93	61.87 ± 2.28	0.37 ± 0.12	3.46 ± 0.20	1239.7
P x P	Sexo	Hembra		113.3 ± 35.5	225.9 ± 49.5	684.4 ± 55.1	8.2 ± 1.3	65.1 ± 2.4	0.6 ± 0.1	3.7 ± 0.6	
		Macho		110.0 ± 13.8	232.9 ± 32.4	746.8 ± 146.0	9.2 ± 2.6	61.7 ± 3.3	0.4 ± 0.1	3.1 ± 1.1	
	Tipo Parto	Simple		-	-	-	-	-	-	-	
		Doble		111.6 ± 13.6	236.0 ± 44.5	758.4 ± 133.0	9.3 ± 2.2	62.9 ± 2.2	0.6 ± 0.1	3.2 ± 1.0	
		Triple		111.5 ± 33.4	224.0 ± 37.4	682.0 ± 87.7	8.2 ± 1.8	63.7 ± 4.2	0.4 ± 0.2	3.5 ± 0.9	
		Cuádruple		-	-	-	-	-	-	-	
	Nº de parición	1er parto		-	-	-	-	-	-	-	
3er parto			111.5 ± 25.2	229.6 ± 39.8	717.7 ± 114.0	8.7 ± 2.0	63.3 ± 3.3	0.5 ± 0.1	3.4 ± 0.9		
Total					735.85 ± 107.77	9.04 ± 1.97	63.29 ± 3.30	0.48 ± 0.14	3.38 ± 0.92	1554.5	
A x A	Sexo	Hembra		113.3 ± 19.1	222.4 ± 31.2	632.7 ± 66.0	7.3 ± 0.9	64.9 ± 1.9	0.6 ± 0.2	2.9 ± 0.4	
		Macho		122.8 ± 15.5	244.6 ± 39.1	721.9 ± 93.4	8.5 ± 1.3	65.4 ± 2.5	0.4 ± 0.1	2.9 ± 0.5	
	Tipo Parto	Simple		-	-	-	-	-	-	-	
		Doble		123.3 ± 16.6	251.9 ± 42.9	736.9 ± 84.4	8.7 ± 1.2	66.4 ± 2.2	0.5 ± 0.1	2.7 ± 0.3	
		Triple		116.4 ± 18.4	213.0 ± 17.8	616.4 ± 65.4	7.2 ± 1.1	64.3 ± 1.4	0.5 ± 0.2	3.2 ± 0.5	
		Cuádruple		110.0 ± 20.0	228.7 ± 28.0	654.7 ± 78.4	7.6 ± 1.0	63.8 ± 1.9	0.3 ± 0.0	3.0 ± 0.2	
	Nº de parición	1er parto		-	-	-	-	-	-	-	
3er parto			118.3 ± 17.3	234.3 ± 36.3	680.3 ± 91.4	8.0 ± 1.3	65.2 ± 2.2	0.5 ± 0.2	2.9 ± 0.4		
Total					706.08 ± 100.58	8.43 ± 1.42	65.18 ± 2.17	0.48 ± 0.16	2.90 ± 0.42	1270.2	
I x I	Sexo	Hembra		121.0 ± 28.1	248.6 ± 59.7	686.7 ± 106.5	7.8 ± 1.2	64.7 ± 2.3	0.7 ± 0.3	2.8 ± 0.4	
		Macho		119.0 ± 17.0	242.6 ± 42.3	695.0 ± 103.1	8.1 ± 1.3	65.5 ± 2.9	0.4 ± 0.1	3.1 ± 0.6	
	Tipo Parto	Simple		-	-	-	-	-	-	-	
		Doble		129.2 ± 22.0	271.9 ± 44.7	726.2 ± 109.9	8.1 ± 1.4	66.0 ± 2.3	0.6 ± 0.3	2.9 ± 0.5	
		Triple		102.3 ± 20.7	191.7 ± 5.1	637.0 ± 63.2	8.0 ± 1.2	62.2 ± 0.7	0.5 ± 0.0	2.9 ± 0.4	
		Cuadruple		111.0 ± 1.4	232.0 ± 8.5	678.5 ± 38.9	8.0 ± 0.5	67.2 ± 0.9	0.4 ± 0.1	3.1 ± 0.2	
	Nº de parición	1er parto		-	-	-	-	-	-	-	
3er parto			119.9 ± 22.0	245.4 ± 49.3	691.1 ± 101.0	8.0 ± 1.2	65.1 ± 2.6	0.5 ± 0.2	3.0 ± 0.5		
Total					735.68 ± 96.20	8.69 ± 1.21	65.33 ± 2.56	0.54 ± 0.25	2.91 ± 0.46	1288.1	

ANEXO 3

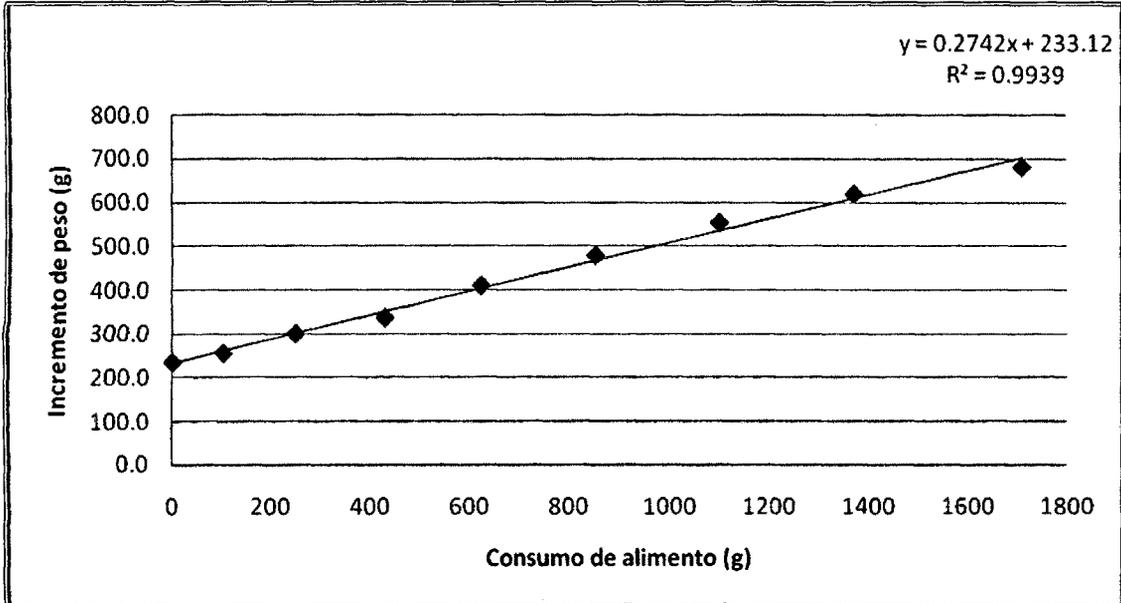


Grafico 1 A Regresión del consumo de alimento (g) tal como ofrecido y el incremento de peso (g) en cuyes Andina, durante las ocho semanas de evaluación. Canaán INIA 2008.

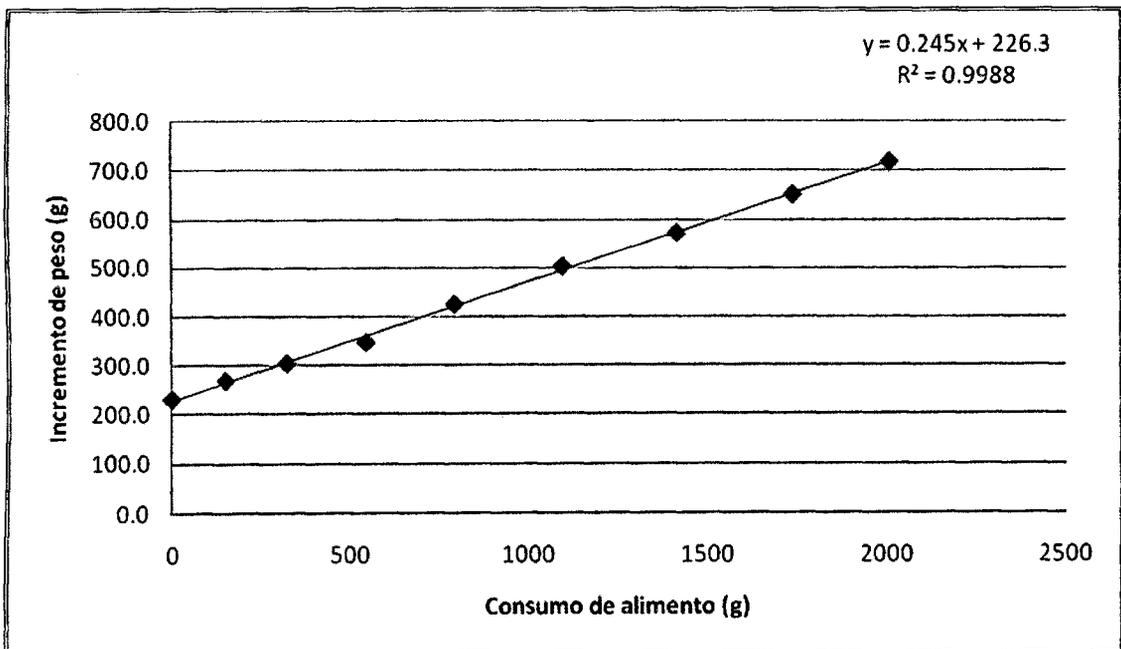


Grafico 2 A Regresión del consumo de alimento (g) tal como ofrecido y el incremento de peso (g) en cuyes Perú, durante las ocho semanas de evaluación. Canaán INIA 2008.

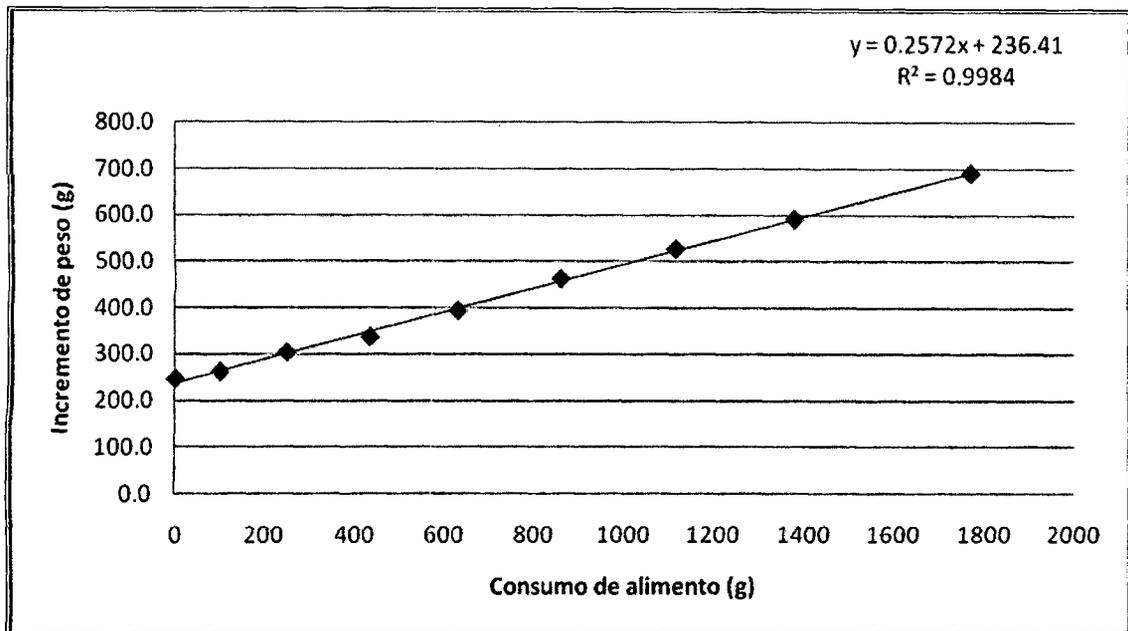


Grafico 3 A Regresión del consumo de alimento (g) tal como ofrecido y el incremento de peso (g) en cuyes Inti, durante las ocho semanas de evaluación. Canaán INIA 2008.

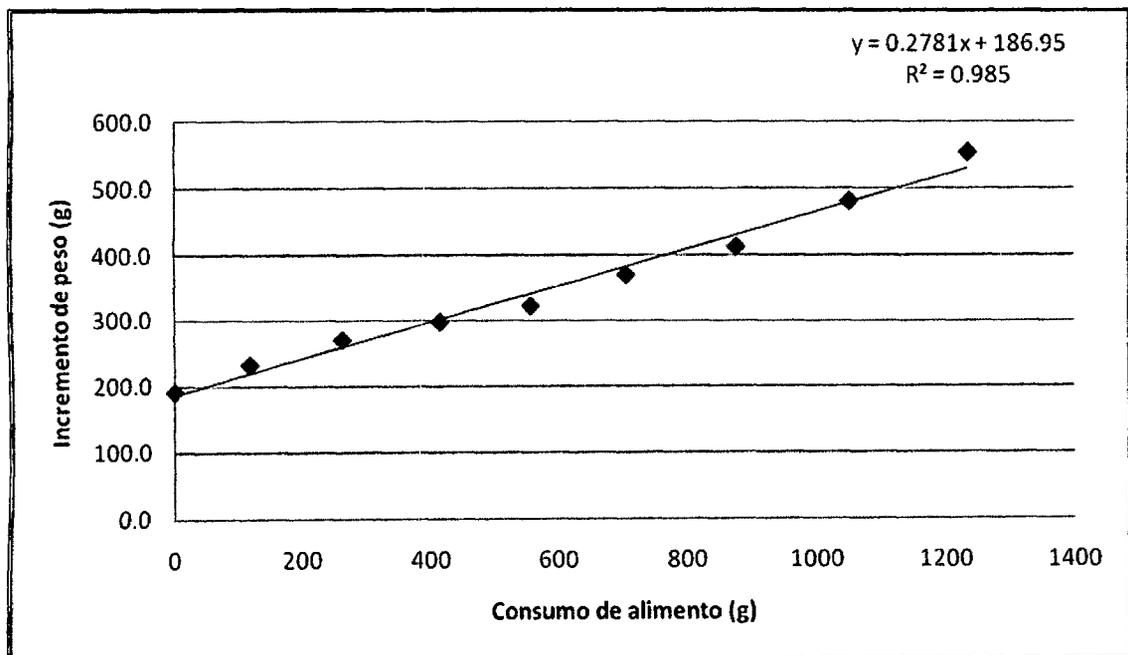


Grafico 4 A Regresión del consumo de alimento (g) tal como ofrecido y el incremento de peso (g) en cuyes Andina x Perú, durante las ocho semanas de evaluación. Canaán INIA 2008.

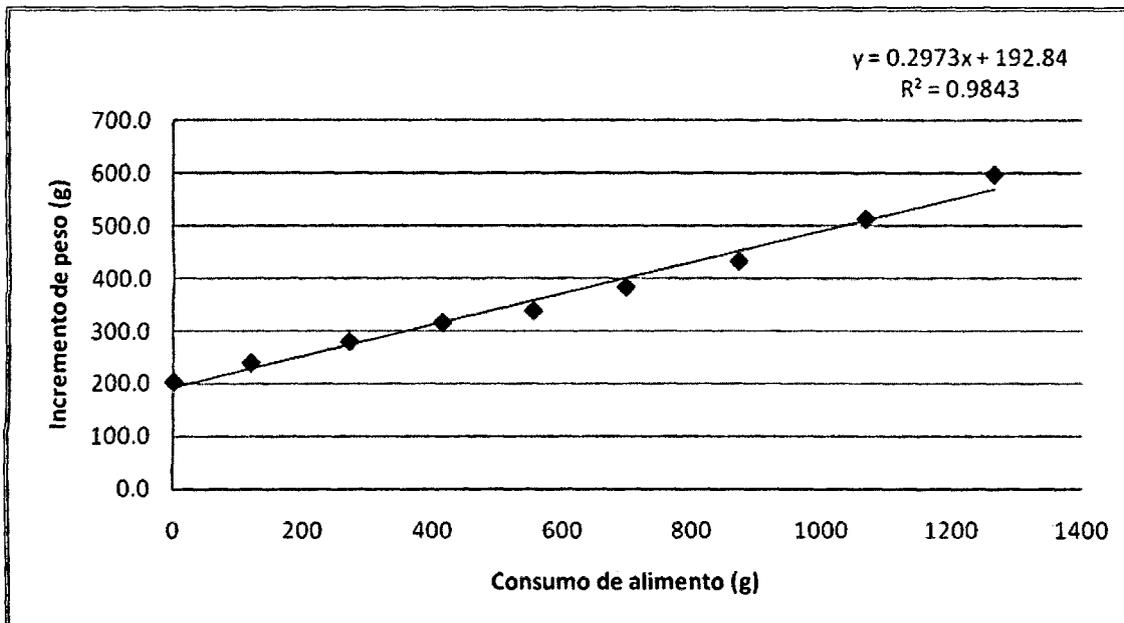


Grafico 5 A Regresión del consumo de alimento (g) tal como ofrecido y el incremento de peso (g) en cuyes Perú x Andino, durante las ocho semanas de evaluación. Canaán INIA 2008.

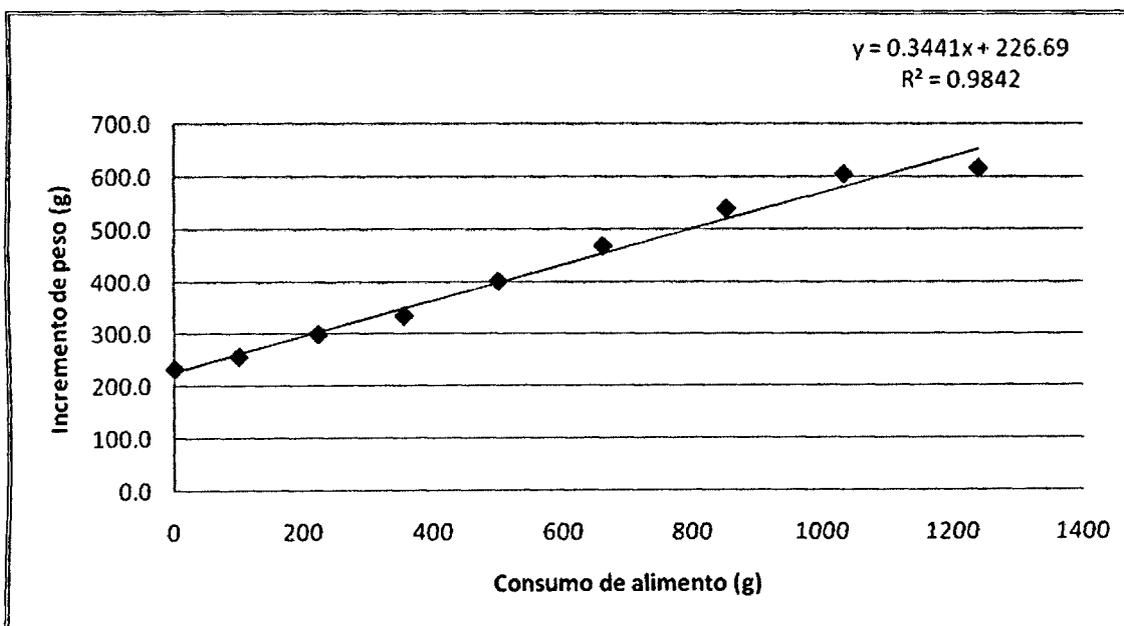


Grafico 6 A Regresión del consumo de alimento (g) tal como ofrecido y el incremento de peso (g) en cuyes Perú x Inti, durante las ocho semanas de evaluación. Canaán INIA 2008.

ANEXO 4

The SAS System

10:36 Tuesday, August 15, 2000 15

Dependent Variable: pb

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	5	410782.493	82156.499	7.68	<.0001
Error	95	1015667.862	10691.241		
Corrected Total	100	1426450.355			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	pb Mean
0.287975	15.70324	103.3985	658.4529

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
geno	5	410782.4934	82156.4987	7.68	<.0001

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
geno	5	410782.4934	82156.4987	7.68	<.0001

The GLM Procedure

Duncan's Multiple Range Test for pb

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	95
Error Mean Square	10691.24
Harmonic Mean of Cell Sizes	16.53125

NOTE: Cell sizes are not equal.

Number of Means	2	3	4	5	6
Critical Range	71.40	75.14	77.62	79.43	80.84

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	geno
A	735.85	15	P
A			
A	735.68	14	I
A			
B	706.08	15	A
B			
B	636.71	20	PI
C			
C	615.40	18	PA
C			
C	566.52	19	AP

The GLM Procedure

Dependent Variable: vc

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	5	65.0785734	13.0157147	5.90	<.0001
Error	95	209.5978048	2.2062927		
Corrected Total	100	274.6763782			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	vc Mean
0.236928	18.77190	1.485359	7.912673

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
geno	5	65.07857342	13.01571468	5.90	<.0001

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
geno	5	65.07857342	13.01571468	5.90	<.0001

The GLM Procedure

Duncan's Multiple Range Test for vc

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	95
Error Mean Square	2.206293
Harmonic Mean of Cell Sizes	16.53125

NOTE: Cell sizes are not equal.

Number of Means	2	3	4	5	6
Critical Range	1.026	1.079	1.115	1.141	1.161

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	geno
A	9.0407	15	P
A			
B A	8.6900	14	I
B A			
B A C	8.4247	15	A
B C			
B C	7.7870	20	PI
B C			
D C	7.3556	18	PA
D			
D	6.7053	19	AP

The GLM Procedure

Dependent Variable: rc

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	5	8.08690607	1.61738121	3.25	0.0093
Error	95	47.22087809	0.49706187		
Corrected Total	100	55.30778416			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	rc Mean
0.146216	21.89792	0.705026	3.219604

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
geno	5	8.08690607	1.61738121	3.25	0.0093

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
geno	5	8.08690607	1.61738121	3.25	0.0093

The GLM Procedure

Duncan's Multiple Range Test for rc

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	95
Error Mean Square	0.497062
Harmonic Mean of Cell Sizes	16.53125

NOTE: Cell sizes are not equal.

Number of Means	2	3	4	5	6
Critical Range	.4868	.5123	.5292	.5416	.5512

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	geno
A	3.6679	19	AP
A			
B A	3.3813	15	P
B A			
B A	3.3361	18	PA
B A			
B	3.0225	20	PI
B			
B	2.9093	14	I
B			
B	2.9027	15	A

The GLM Procedure

Dependent Variable: dg

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	5	0.37277244	0.07455449	2.88	0.0184
Error	95	2.46261592	0.02592227		
Corrected Total	100	2.83538836			

R-Square 0.131471
 Coeff Var 36.72486
 Root MSE 0.161004
 dg Mean 0.438406

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
geno	5	0.37277244	0.07455449	2.88	0.0184

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
geno	5	0.37277244	0.07455449	2.88	0.0184

The GLM Procedure

Duncan's Multiple Range Test for dg

Alpha 0.05
 Error Degrees of Freedom 95
 Error Mean Square 0.025922
 Harmonic Mean of Cell Sizes 16.53125

NOTE: Cell sizes are not equal.

Number of Means	2	3	4	5	6
Critical Range	.1112	.1170	.1209	.1237	.1259

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	geno
A	0.54243	14	I
A			
B A	0.47700	15	P
B A			
B A	0.47607	15	A
B A			
B A	0.44017	18	PA
B			
B	0.37132	19	AP
B			
B	0.37055	20	PI

The GLM Procedure

Dependent Variable: caf

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	5	16.81351793	3.36270359	5.74	0.0001
Error	95	55.69782464	0.58629289		
Corrected Total	100	72.51134257			

R-Square 0.231874
 Coeff Var 22.01471
 Root MSE 0.765698
 caf Mean 3.478119

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
geno	5	16.81351793	3.36270359	5.74	0.0001

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
geno	5	16.81351793	3.36270359	5.74	0.0001

The GLM Procedure

Duncan's Multiple Range Test for caf

Alpha 0.05
 Error Degrees of Freedom 95
 Error Mean Square 0.586293
 Harmonic Mean of Cell Sizes 16.53125

NOTE: Cell sizes are not equal.

Number of Means	2	3	4	5	6
Critical Range	.5287	.5564	.5748	.5882	.5986

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	geno
A	4.1547	15	P
A			
B A	3.7227	15	A
B A			
B A	3.7036	14	I
B A			
B	3.4637	19	AXP
B			
B C	3.2094	18	PXA
C			
C	2.8850	20	PXI

ANEXO 03: ANVA de los valores fenotípicos corregidos por factores ambientales.

The SAS System 16:35 Friday, August 18, 2000 2

The GLM Procedure

Dependent Variable: pb

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	5	116779.347	23355.869	2.39	0.0432
Error	95	926747.619	9755.238		
Corrected Total	100	1043526.966			

R-Square 0.111908
 Coeff Var 12.25656
 Root MSE 98.76861
 pb Mean 805.8428

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
geno	5	116779.3474	23355.8695	2.39	0.0432

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
geno	5	116779.3474	23355.8695	2.39	0.0432

The GLM Procedure

Duncan's Multiple Range Test for pb

Alpha 0.05
 Error Degrees of Freedom 95
 Error Mean Square 9755.238
 Harmonic Mean of Cell Sizes 16.53125

NOTE: Cell sizes are not equal.

Number of Means	2	3	4	5	6
Critical Range	68.20	71.77	74.14	75.87	77.22

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	geno
A	855.77	18	PA
A			
B A	824.67	14	I
B A			
B A	819.60	20	PI
B A			
B A	795.13	15	A
B A			
B A	790.73	15	P
B A			
B	750.58	19	AP

The GLM Procedure

Dependent Variable: vc

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	5	15.2724008	3.0544802	1.84	0.1118
Error	95	157.4478546	1.6573458		
Corrected Total	100	172.7202554			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	vc Mean
0.088423	13.07865	1.287379	9.843366

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
geno	5	15.27240083	3.05448017	1.84	0.1118

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
geno	5	15.27240083	3.05448017	1.84	0.1118

The GLM Procedure

Duncan's Multiple Range Test for vc

Alpha 0.05
 Error Degrees of Freedom 95
 Error Mean Square 1.657346
 Harmonic Mean of Cell Sizes 16.53125

NOTE: Cell sizes are not equal.

Number of Means	2	3	4	5	6
Critical Range	0.889	0.935	0.966	0.989	1.006

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	geno
A	10.3390	20	PI
A			
B A	10.1820	15	P
B A			
B A	9.9633	18	PA
B A			
B A	9.7093	14	I
B A			
B A	9.6113	15	A
B			
B	9.2226	19	AP

The GLM Procedure

Dependent Variable: rc

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	5	511.428306	102.285661	11.68	<.0001
Error	95	832.119546	8.759153		
Corrected Total	100	1343.547851			

R-Square 0.380655
 Coeff Var 4.555264
 Root MSE 2.959587
 rc Mean 64.97069

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
geno	5	511.4283055	102.2856611	11.68	<.0001

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
geno	5	511.4283055	102.2856611	11.68	<.0001

The GLM Procedure

Duncan's Multiple Range Test for rc

Alpha 0.05
 Error Degrees of Freedom 95
 Error Mean Square 8.759153
 Harmonic Mean of Cell Sizes 16.53125

NOTE: Cell sizes are not equal.

Number of Means	2	3	4	5	6
Critical Range	2.044	2.151	2.222	2.274	2.314

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	geno
A	68.841	18	PA
B	65.467	19	AP
B	65.326	14	I
B	65.179	15	A
B	63.297	15	P
C	61.867	20	PI

The GLM Procedure

Dependent Variable: dg

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	5	0.09735371	0.01947074	0.82	0.5403
Error	95	2.26339085	0.02382517		
Corrected Total	100	2.36074455			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	dg Mean
0.041239	30.04965	0.154354	0.513663

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
geno	5	0.09735371	0.01947074	0.82	0.5403

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
geno	5	0.09735371	0.01947074	0.82	0.5403

The GLM Procedure

Duncan's Multiple Range Test for dg

Alpha 0.05
 Error Degrees of Freedom 95
 Error Mean Square 0.023825
 Harmonic Mean of Cell Sizes 16.53125

NOTE: Cell sizes are not equal.

Number of Means	2	3	4	5	6
Critical Range	.1066	.1122	.1159	.1186	.1207

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	geno
A	0.57000	14	I
A	0.53056	18	PA
A	0.52467	15	P
A	0.51867	15	A
A	0.48053	19	AP
A	0.47850	20	PI

