

Crianza de cuyes. De una actividad doméstica a una productiva

Lilia Chauca Francia de Zaldivar
Instituto Nacional de Innovación Agraria INIA - PERÚ

En el Perú antes de la década de los 60 se manejaban pequeños núcleos de cuyes criados para el autoconsumo de la familia, no se comercializaba en los mercados de consumo y la productividad era baja, por lo que se le consideraba como una actividad doméstica ligada al manejo de la mujer rural. No se aplicaba ningún criterio técnico, se determinó baja fertilidad, baja prolificidad y alta mortalidad de lactantes. La alimentación era con pasto y/o malezas regionales, los cuyes eran de ecotipos locales con cruzamientos al azar. Las bases genéticas eran tardías y no eficientes reproductivamente.

La crianza tradicional manejaba a toda la población junta, no se separaban por clases. El primer intento de mejorar la crianza fue separarlos por clases. El empadre por núcleos 1:10 permitió triplicar la producción, por la mejor eficiencia reproductiva y la mayor supervivencia de crías (Higaonna *et al.*, 1989).

La productividad medida por el Índice Productivo (IP) varía entre 0.2 –alcanzado en la década de los 60– hasta 1.0 sobre el 2010. El peso de 1 kg a la edad de comercialización, en la década de los 60 se alcanzaba a los 160 días y hoy, con la raza Perú, se logra a los 56 días de edad. La conversión alimenticia se mejora de valores superiores a 10 y con la línea sintética INIA se alcanzan valores de 2.68. En el Cuadro 1 pueden apreciarse los cambios que se han registrado en el tiempo.

Cuadro 1. Logros alcanzados en la evolución de la crianza de cuyes en el Perú*.

Cuyes	ETAPA I			ETAPA II	
	1960	1970	1980	1990	2010
Variable	Sistema familiar tradicional	Sistema familiar tradicional	Sistema familiar tecnificado	Sistema familiar comercial	Sistema comercial
Núm. reproductoras	10	10	30	300	600-6000
% reproductoras/plantel	60	58	50	40	35
Índice Productivo, IP	0.2	0.3	0.5	0.7	1.0
Cuyes producidos/hembra/año	2.4	3.6	6.0	8.4	12.0
Mortalidad lactantes	*	38	23	15	7
N° partos/año	2	2	3	4	4.3
Sistema de alimentación	Pasto y residuos de cocina	Pasto y residuos de cocina	Forraje	Mixta (Reprod. y recría)	Mixta (Reprod.) Mixta y/o sólo concentrado (recría)
Conversión Alimenticia, CA	*	10	7	3.01	2.68
Razas de cuyes	Nativos, ecotipos geográficos	Selección ecotipos locales	Selección líneas regionales	Consolidación líneas	Razas puras, interraciales
Días para alcanzar 1 kg	160	120	91	70	56
Considerado	Bien de uso			Bien de cambio	

* PSP Cuyes 1986-1997 INIA-CIID, IP=crías destetadas/hembras empadrada/mes.

La evaluación de ecotipos locales permitió caracterizar a la población de cuyes y así tener una línea de base para iniciar el programa de mejoramiento, donde las poblaciones de cuyes eran de lento crecimiento. Con una alimentación suplementada se alcanzaron incrementos superiores en el 81 %, independiente del forraje que se utilizó. La respuesta a la suplementación es rápida y evidente, esto permitió determinar la productividad de los ecotipos regionales (Cuadro 2). Al establecer el programa de mejoramiento genético del cuy o cobayo peruano, en 1970 se considera una alimentación mixta basada en forraje más una ración.

Cuadro 2. Incremento de peso diario del cuy criollo alimentado con diferentes dietas en las distintas regiones del Perú.

FORRAJE	INCREMENTO DIARIO (g)		Ecosistema de origen	
	Régimen alimenticio	Forraje		Mixta (Forr + Conc)
Alfalfa <i>Medicago Sativa</i>		3.63	5.69	Cajamarca
		2.86	4.59	Arequipa
Chala tallo <i>Zea mays</i>		2.59	5.16	Cajamarca
		2.10	5.06	Arequipa
Residuo cocina		2.30	3.70	Arequipa

Zaldívar, et al. (1970); Rueda (1973); Quiroz (1970), Tuero (1970); Requejo (1972).

Mejoramiento genético

El Proyecto cuyes fue concebido en febrero de 1964 en la EEA La Molina, cuando se prioriza a la especie y se elabora el Proyecto de Línea "Mejoramiento de cuyes". Se diseñan las primeras instalaciones para crianza con fines de producción pecuaria. Entre el 1965 y 1966 se coleccionaron cuyes, se abren los registros de nacimiento y el diario de control de peso de los animales. En el año 1968 se contaba con el registro de un total de 2 615 cuyes. En 1970 se amplía la infraestructura, se incrementa el plantel y se inician las evaluaciones en nutrición, alimentación y manejo. El Proyecto de Mejoramiento por Selección del cuy o cobayo peruano se inicia en 1971, el programa de selección consideró mantener tres líneas sometidas a selección, una por peso a la edad de selección, otra por tamaño de camada y la tercera consideraba ambas características, donde se utilizaba un índice para corregir el peso por el tamaño de camada. En paralelo, se mantenía una línea control que manejaba sus cruzamientos al azar. El programa consideraba cambios generacionales anuales y se mantenían en registro la generación de padres y su descendencia, manteniendo a las abuelas en un programa de multiplicación como contingencia por algún riesgo que pudieran tener las líneas en evaluación.

En el país actualmente se encuentran distribuidos tres genotipos de cuyes: el nativo, el mestizo o cruzado y el mejorado. El nativo, denominado también criollo, es un animal pequeño adaptado a su ecosistema de origen y se desarrolla bien bajo condiciones adversas de

clima y alimentación. Criado técnicamente mejora su productividad. El mestizo o cruzado, es el nativo cruzado con líneas precoces. El mejorado, es el cuy sometido a un proceso de mejoramiento genético que dio origen a las razas, son precoces y/o prolíficos por efecto de la selección. En el país existe predominancia de cuyes mestizos por la introducción de cuyes mejorados al interior, se mantienen los nativos en zonas alto andinas, donde por la adversidad climática no se adapta el mejorado.

En el proceso de mejoramiento se han determinado los índices de herencia (h^2), y las correlaciones, las que se muestran en los cuadros 3 y 4.

Cuadro 3. Heredabilidad de los pesos individuales al nacimiento, destete y beneficio de cuyes en el INIA, Perú.

Pesos individuales			Método	Autor	Año
Nacimiento	Destete	Beneficio			
0.58±.10	0.39±.08			Vaccaro <i>et al.</i>	1968
0.15±.12	0.41±.15	0.50±.15	1/2 hp	Dillard <i>et al.</i>	1972*
0.51±.26	0.75±.31	0.49±.23	1/2 hp	Dillard <i>et al.</i>	1972**
0.25±.11	0.49±.13	0.52±.13	1/2 hp	Dillard <i>et al.</i>	1972
0.24±.05	0.07±.03	0.58±.08	1/2 hp	Chávez	1979
0.02±.04	0.10±.04	0.17±.05	1/2 hp	Quijandría <i>et al.</i>	1983
0.12±.03	-0.13±.03	0.20±.02	REG mh	Quijandría <i>et al.</i>	1983
0.29±.09	0.19±.08		1/2 hp	Muscari	1994

*Ecotipo Arequipa ** Ecotipo Cajamarca, destete 28 días, beneficio 13 semanas
1/2 hp = hermanos de padre, REG mh = regresión hija-madre

Se han realizado en cuyes diversos estudios para determinar el grado de asociaciones entre caracteres de interés económico (Cuadro 4). Su conocimiento permite definir planes de mejoramiento genético y en particular de selección. Los principales trabajos se han referido a características de pesos y tamaño de camada.

Cuadro 4. Correlaciones genéticas y fenotípicas entre características de peso en cuyes.

Características	$rg_{\pm et}$	rf	Autor	Año	Institución
Peso nacimiento - destete					
• Destete 4 semanas	-	0.60	Vaccaro <i>et al.</i>	1968	INIA
	-	0.59	Vaccaro <i>et al.</i>	1968	INIA
	0.90 ± 0.05	0.75	Dillard <i>et al.</i>	1972	INIA
	0.48 ± 0.15	0.50	Chávez	1979	INIA
		0.51	Quijandría	1983	INIA
• Peso 4 semanas	0.47 ± 0.10	0.47	Muscari	1994	INIA
• Destete 2 semanas	0.61 ± 0.07	0.63	Muscari	1994	INIA
Peso nacimiento					
• Peso 13 semanas	0.75 ± 0.10	0.55	Dillard <i>et al.</i>	1972	INIA
	0.86 ± 0.03	0.30	Chávez	1979	INIA
		0.38	Quijandría	1983	INIA
	0.53 ± 0.11	0.26	Muscari	1994	INIA
Peso destete					
• Peso 13 semanas	0.89 ± 0.05	0.66	Dillard <i>et al.</i>	1972	INIA
	0.52 ± 0.12	0.45	Chávez	1979	INIA
	0.61 ± 0.16	0.46	Quijandría	1983	INIA

rg = correlación genética, rf = correlación fenotípica

Características de las razas formadas en el INIA

A partir del año 2000, después de un largo proceso de selección se consolidan las razas, marcando un hito en la crianza de cuyes. La raza Perú es lanzada en el 2004 después de 34 años de selección, la Andina en el 2005, y la Inti en el 2013; cada una de ellas ha mantenido regis-

tros individuales con controles de peso para evaluar su crecimiento, así como el comportamiento reproductivo de sus progenitores. Se determinaron los parámetros productivos, los genéticos que siempre fueron contrastados con la línea control que se mantuvo con cruzamientos al azar. Se mantiene la población registrada y se cuenta con una data de más de 150 000 registros productivos y con genealogía. El proceso de formación de razas siguió un protocolo establecido y publicado al concluir el Proyecto "Generación de bases genéticas de cuyes de alta productividad", convenio INIA-INCAGRO. En el proceso de validación participaron universidades y productores privados, quienes pudieron evaluar el comportamiento de las razas.

Raza Perú –liberada en 2004

Tiene como características: su precocidad, su eficiencia en convertir alimento y su excelente conformación cárnica. El color de su pelaje es alazán con blanco, puede ser combinado o fajado, son de pelo liso con orejas caídas, ojos negros aunque existen individuos con ojos rojos (1.2 %), no polidáctilo. Su rendimiento de carcasa es 73 %, con buena conformación, relación hueso-músculo y con excelente estructura muscular.

Es considerada como línea paterna porque fija sus características en su progenie y actúa como mejorado, por lo que puede ser utilizada en cruces terminales para ganar precocidad. Los cuyes machos alcanzan 1 kg a las 8 semanas de edad. Las hembras entran al primer emparejo a los 56 días, con una fertilidad del 98 %. La conversión alimenticia es 3.03 bajo una alimentación mixta.

Su periodo de gestación es de 68.4 ± 0.43 días, su tamaño de camada es 2.64, no es eficiente en la presentación de celos postparto, el 54.6 % lo presentan. La duración de su lactancia es de 14 días.

Parámetros genéticos

Para las estimaciones de la heredabilidad (h^2) de las variables dependientes estudiadas, peso de crías al nacimiento, destete y edad de selección se utilizó el método de análisis de varianza con los registros tomados por el proyecto, determinándose lo siguiente:

Característica	Datos	$h^2 \pm DE$
Peso al nacimiento (g)	9 412	0.132 ± 0.024
Peso al destete (g)	9 412	0.111 ± 0.023
Peso a edad de selección (g)	7 786	0.233 ± 0.033

h^2 mediante medios hermanos paternos

En los Gráficos 1 y 2 pueden apreciarse los cambios en los promedios de peso y conversión alimenticias entre la generación F_0 y F_{43} .

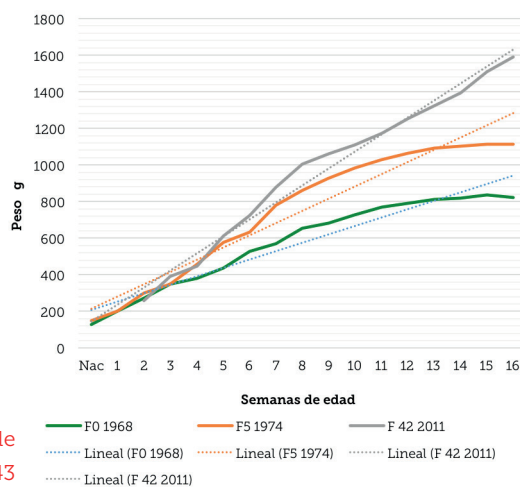


Gráfico 1. Curvas de crecimiento de cuyes raza Perú, desde su F_0 - F_{43}

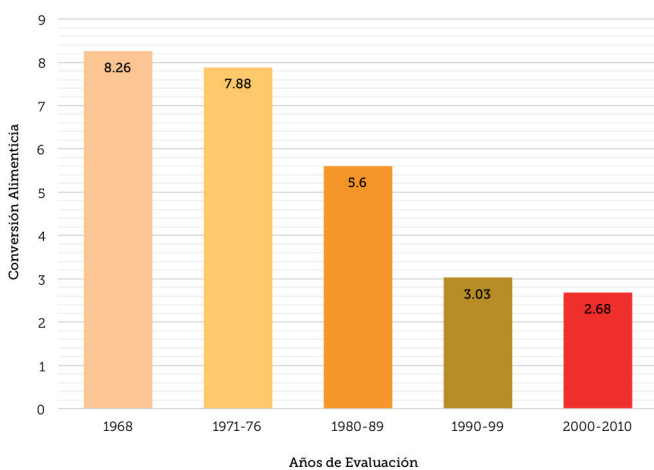


Gráfico 2. Proceso de selección de cuyes de la raza Perú

Para evaluar los cambios morfológicos se utilizaron mediciones radiológicas en los cuyes de raza Perú comparados con la línea control (Cuadro 5).

Cuadro 5. Raza Perú, cambios morfológicos producidos por el mejoramiento genético.

Parámetro	Línea genética	Unid	PSP Cuyes INIA-CIID	K Guillen UPCH-INIA
			1990	2011
Peso	Control	kg		0.549±0.085a
	Raza Perú	kg		1.490±0.150b
Longitud total	Control	cm	23.2	27.98±1.51 ^a
	Raza Perú	cm	29.2	34.13±0.93
Cabeza	Control	cm	6.4 ± 0.83	6.5 ± 0.277
	Raza Perú	cm	8.2 ± 0.68	7.51 ± 0.253



Figura 1. Medidas radiológicas, relación músculo-hueso y estructura muscular de cuyes raza Perú.

Fuente: Guillen, 2011 UPCH-INIA.

Los resultados mostrados corresponden a pesos a las 16 semanas, edad de osificación plena. En peso hubo un cambio equivalente a un incremento porcentual de 171.4 % Perú/control, esta relación no se mantiene al evaluar la longitud total, que sólo llega a 21.98 % (Guillen, 2011; UPCH-INIA)

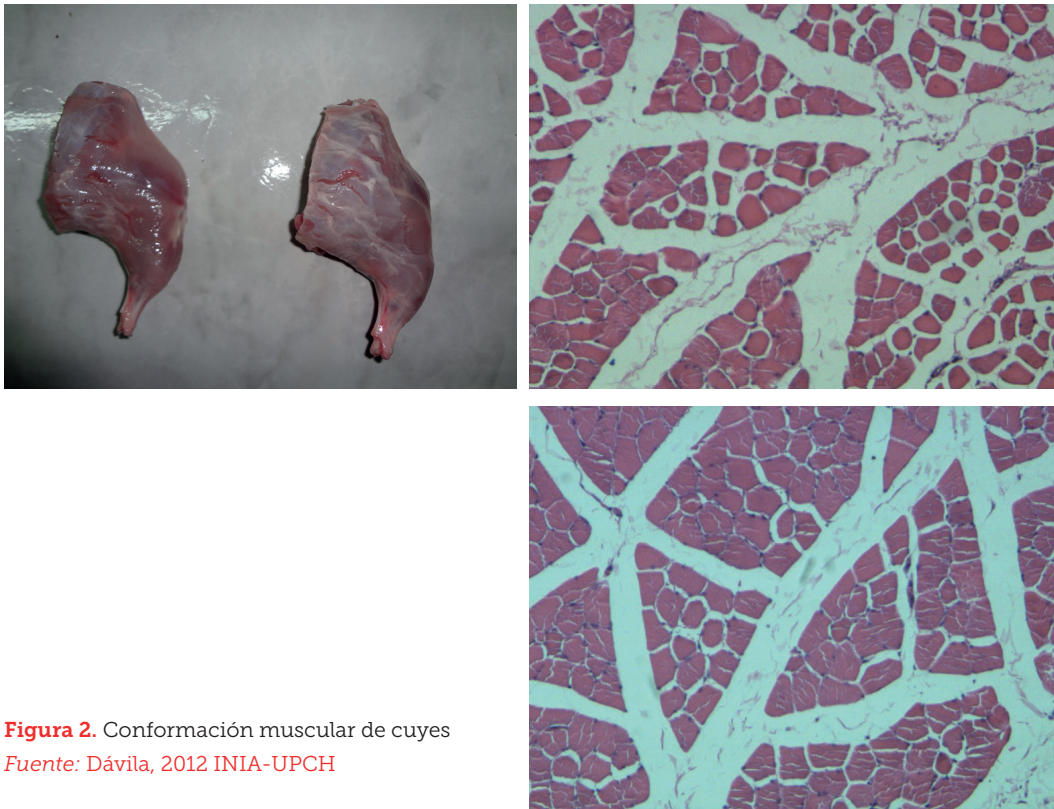


Figura 2. Conformación muscular de cuyes
Fuente: Dávila, 2012 INIA-UPCH

El rendimiento de carcasa por efecto de la selección se evidencia en los resultados determinados. En 1992, Perú alcanza un rendimiento de carcasa de 67.32 %; en el 2004 el rendimiento alcanza valores del 72.9 %, con un peso de carcasas de 685 g. La relación masa muscular/masa ósea alcanza en el miembro pélvico 5.2:1. La conformación muscular no es triangular como en el caso de los cuyes sin mejora genética sino es cuadrangular (Dávila, 2012).

Raza Andina –liberada en 2005

Esta raza fue formada mediante selección masal considerando su prolificidad por 35 generaciones en una población “cerrada”. Los cuyes raza Andina son de color de manto blanco sin manchas, corresponden al tipo 1, pero segrega el tipo 4 en el 0.17 % de la población. Son de cabeza mediana, orejas grandes y caídas, no polidáctilos y el 100 % tienen ojos negros.

Su fertilidad es alta. En 10 años de registro se determinó 98.5 % de fertilidad, comparada con la control que alcanzó 90 %. El tamaño de camada promedio de las cuyes Andinas es de

3.4±1.1 crías/parto, el 96.2 % son partos múltiples, predominando los de camadas triples y cuádruples (64.5 %), quíntuples y séxtuples 14.5 %. Asimismo, se observa el mayor tamaño de camada promedio en el segundo parto 3.61± 1.18.

Caracterización de la glándula mamaria y producción de leche de raza Andina

Los estudios posteriores a su lanzamiento se realizan para mejorar la supervivencia de su camada. La producción de leche se evalúa en el programa de mejoramiento de forma indirecta, mediante la supervivencia y el peso total de camada al nacimiento y destete. Por la persistencia de la producción de leche se evalúa mantener su lactancia por 21 días.

La raza Andina presenta el menor intervalo empadre parto, con 81.6±1.89 días. El intervalo entre partos en gestaciones de celos posparto en Andina es 67.2±0.29 días. La frecuencia de celo posparto en las cuyes de raza Andina es superior a otras razas, a pesar de no haber sido seleccionada hacia esta característica, las cuyes Andinas manifiestan el 75.21 % este celo luego del primer parto y el 78.21 % luego del segundo.

Índices de herencia del tamaño de camada determinados en la raza Andina

Estudio sobre los componentes de varianza de los parámetros tamaño de camada al nacimiento y destete calculados mediante el modelo animal (REML/BLUP), anidando madres dentro de padres en base a 1 113 registros, corregidos para la camada al nacimiento mediante dos efectos considerados fijos, número de ocurrencia del parto en la madre y año generacional, y para la camada al destete sólo por año generacional. Los valores de la heredabilidad son bajos, lo que es propio de estas variables.

	N°crías/parto	N°crías/camada	Crías destetadas
Va	0.056798	0.043292	0.109617
Vfem/mac	0.020147	0.011668	0.010476
Vd	0.02379	0.003381	-0.067714
Ve	0.853006	0.856539	0.754254
Vf	0.929951	0.911499	0.874347
h ² a	0.061076 ± 0.0444	0.047495 ± 0.00391	0.125370 ± 0.0636
h ² g	0.086658	0.051204	0.047925
c ² fem/mac	0.021664	0.012801	0.011981
Media general	3.003192	2.892866	2.57747

Donde: El significado de los componentes de Varianza son los siguientes:

Va	varianza aditiva
Vfem/mac	varianza de madres / padres
Vd	varianza dominante
Ve	varianza ambiental
Vf	varianza fenotípica
h ² a	heredabilidad en sentido restringido (seguido del error de estimación)
h ² g	heredabilidad en sentido amplio
c ² fem/mach	Coefficiente de determinación genética de hembras en machos
Media	promedio de la variable

Raza Inti –liberada en 2013

La raza se lanzó después de XL generaciones, es seleccionada por su peso y prolificidad, se mantuvo “cerrada” por XXXIII generación, hasta 2005, cuando por problemas reproductivos se abrió volviendo a incluir progenie generada en productores. Por siete años (2005-2012) se continuó seleccionando con cambios generacionales, lo que permitió eliminar a los individuos con problemas reproductivos. La población involucrada en la formación de la raza fue producida con 11 025 partos, que produjeron una progenie registrada de 38 857 nacidos, que fueron seleccionados mediante un índice que involucra el peso tomado a la edad de comercialización y el número de crías de procedencia del individuo, ponderando la camada con un coeficiente conformado por la relación de las desviaciones estándar de ambas características. Se han multiplicado distribuyendo reproductores, en los últimos seis años 4 756 machos puros, lo que ha dejado una progenie cruzada estimada en 40 179 individuos. Ente los años 2010 y 2012 se validaron en productores.

El color de manto es bayo-blanco combinado o fajado en el 93.2 % de la población, segrega color blanco, no polidáctilo, el 100 % tiene ojos negros. Su peso al nacimiento es de 136±20 g, al destete (2 semanas) 273±49 g. El peso total de camadas triples es 408±35 g y cuádruples 520±42 g; al destete 833±77 y 982±56 g. El tamaño de camada promedio es 3.2 crías/parto y produce cuatro partos por año. El peso a la edad de comercialización, 8 semanas de edad, es de 900 g, produce un rendimiento en carcasa 71.1±2.8 %. En los cuyes machos de saca el peso es de 1618±221.9 g, produce un rendimiento en carcasa del 73.2±1.9 %. Se adapta a climas cálidos y templados.

Parámetros genéticos

En base a los registros generados dentro del proyecto, que sirvieron para la selección, se determinaron los siguientes parámetros:

Heredabilidad: (métodos de medios hermanos paternos)

Peso al nacimiento	0.133 ± 0.013
Peso al destete	0.181 ± 0.027

Repetibilidad: (métodos de hermanos maternos)

Peso al nacimiento	0.781 ± 0.035
Peso al destete	0.833 ± 0.043

Correlaciones genéticas:

Peso nacimiento – peso destete	0.863 ± 0.060
Peso de camada – tamaño de camada	0.353 ± 0.477

Correlaciones fenotípicas:

Peso nacimiento – peso destete	0.464
Peso de camada – tamaño de camada	0.819

Correlaciones ambientales:

Peso nacimiento – peso destete	0.392
Peso de camada – tamaño de camada	0.845

Formación de una línea interracial –sintética

La divergencia genética de los individuos de las razas aportantes al cruzarse aportan sus propias características que, combinadas, producen un individuo superior. Actualmente ha sido posible hacerlo en cuyes por disponer de razas especializadas. Éstas, al cruzarse, aportan genes y le dan a la nueva población una alta variabilidad genética. El cruzamiento interracial en cuyes busca el mejor atributo de cada raza para lograr un individuo comercial que beneficie a los productores.

El interracial es un 5/8 Perú, este animal ha logrado incrementar el tamaño de camada en 13.5 % al compararlo con raza Perú, pero 9.7 % inferior que Andina. En cuanto a peso supera en 20 % al compararlo con Andina y 14 % al compararlo con Inti, la superioridad frente a Perú sólo es mayor al nacimiento en 1.1 %.

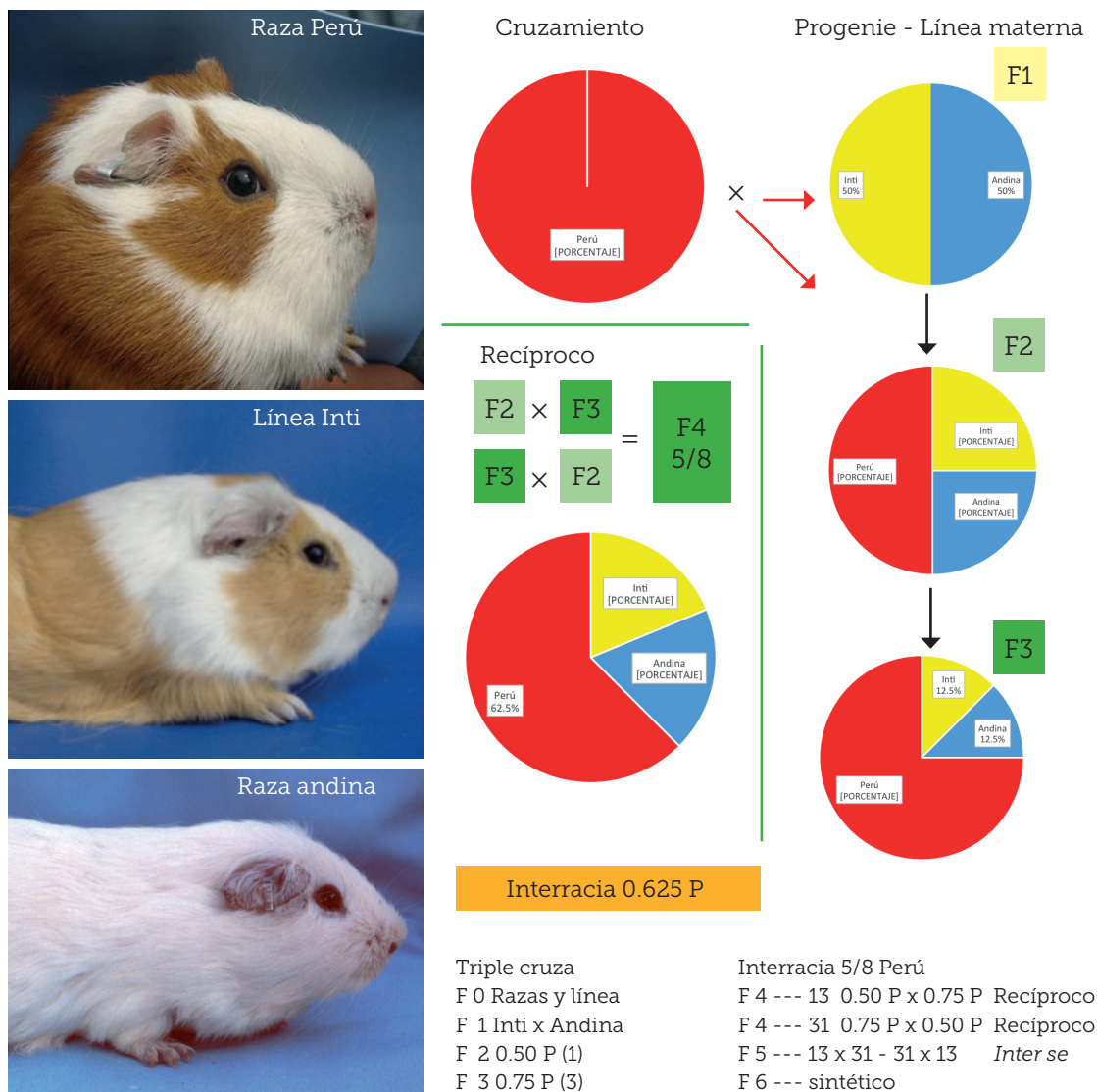


Figura 3. Cruzamientos realizados para lograr la progenie cruzada.

Cuadro 6. Diferencia de tamaño de camada, pesos e incremento de la línea sintética con las razas puras y su valor porcentual.

Tamaño camada	Incremento sintético / razas g			Porcentaje de incremento %		
	S-P	S-A	S-I	S-P	S-A	S-I
	0.42	-0.3	0.1	13.5	-9.7	-3.2
Pesos						
Nacimiento	1.5	27.2	17.9	1.1	19.3	12.7
Destete	-18.5	54.9	38.2		20.4	14.2
4 semanas	-8.8	92.3	74.5		20.0	16.1
8 semanas	-45.9	184.7	127.3		21.4	14.7
9 semanas	-67.1	186.1	135.4		19.5	14.2
Incremento						
Nac.-Dest.	-20	27.7	20.3		21.5	15.8

S=sintético, P=Perú, I=Inti, A=Andina

AUMENTO

Peso corporal	19.3 % Andina	12.7 % Inti
Crías nacidas / camada	13.5 % Perú	
Tasa de crecimiento del nacimiento -destete	21.5 % Andina	15.8 % Inti

DISMINUCIÓN

Frecuencia de animales nacidos muertos	4 %
Mortalidad durante la lactancia	7 %

Habilidad combinatoria

Pruebas realizadas mediante cruzamiento de cuyes Andina con otros genotipos indican respuestas positivas en su utilización como línea materna y Perú como paterna, donde se observan incrementos superiores de hasta 13 % (113 gramos) en las crías a las 8 semanas de edad respecto al promedio de los cruces. En los cruzamientos con la línea Inti (paterna) con Andina (materna), los incrementos de la progenie a las cuatro semanas de edad, representan

el 11 % superior al promedio (33 gramos). Al evaluar el efecto de heterosis logrado mediante el cruzamiento recíproco específico de cuyes Andina con 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 sus progenitores.

Cuadro 7. Valores de la diferencia entre las líneas puras y sus cruces y la heterosis a partir de las estimaciones de los cruces recíprocos y de la media de las líneas parentales.

	Pesos (g)				Camada al destete g
	Nacimiento	Destete	4 sem	8 sem	
Cruce de PAAP	122	208	314	664	425
Dif. con puros	-18	-7	34	93	-25
% de heterosis	-13.0	-3.5	12.1	16.2	-5.5
Cruce de PIIP	145	250	331	673	613
Dif. con puros	4	29	59	70	98
% de heterosis	2.6	12.9	21.8	11.7	18.9
Cruce de IAAI	126	208	324	575	466
Dif. con puros	-1	17	81	33	34
% de heterosis	-0.5	8.7	33.3	6.1	7.8

Nutrición y alimentación

Las bases genéticas en su proceso de mejoramiento han sido evaluadas bajo diferentes raciones. En el tiempo (1971-2012) se ha podido visualizar la mejora genética evaluada a través del incremento diario de peso (g/día) y en su conversión alimenticia (CA). En todos los casos han sido evaluados con una alimentación mixta. El incremento diario en la década de los 70 fue 6.96 g/animal/día y 7.98 de CA; en la década de los 90 se alcanzaban incrementos diarios de 14.24 g/animal/día con CA de 3.35, y sobre el año 2000 fue 16.16 g/animal/día y con CA 3.01.

Cuadro 8. Consumos diarios de proteína y fibra e incrementos de peso logrados en cuyes alimentados con alimentación mixta –INIA, PERÚ.

Ración	Consumo g/día				Ganancia de peso g/día	CA	Referencia
	M.S.	P.T.	F.C.	NDT			
Alfalfa + concentrado	52.10	9.38	5.55	34.52	6.75	7.67	Huacho, 1971.
Gramma china + concentrado	50.70	7.95	5.55	34.87	6.75	7.80	
Hojas plátano + concentrado	52.36	8.34	4.65	35.42	6.17	8.26	
Cáscara papa + concentrado	51.02	7.93	2.88	36.20	6.71	7.92	
Chala				*			
10% PV diario + concentrado	45.36b	8.48a	5.84b		11.9a	3.81	Rivas, 1994.
20% PV interd + concentrado	44.98b	8.42a	5.76b		11.3a	3.97	
Chala 10 % PV + concentrado							
Ración con orujo 0	46.9	8.43	5.9		15.05	3.12 a	Cerna, 1997.
Ración con orujo 10 %	51.3	9.81	6.0		16.93	3.03 a	
RACIÓN INTEGRAL*							
Ración 18 % Prot, 2.8 Mcal/kg				ED (Mcal/kg)			
3.0 Mcal 10 % fibra	47.29	8.51	4.7	7.91	16.55 ^a	2.86	Inga, 2008.
2.8 Mcal 10 % fibra	44.90	8.08	4.5	7.06	15.13 ^a	2.97	
Ración 18.6 PT, 2.85 Mcal/kg							
Invierno	51.4	9.55	4.46		16.8	3.48	Chauca et al.
Verano -incluye 2 % aceite soya	43.1	8.00	3.73		15.6	2.76	2012.

A medida que se avanza en el proceso de selección, los cuyes se hacen más eficientes. En cuyes en crecimiento, el consumo de materia seca puede incrementarse de 5 a 7 % de su peso vivo, de acuerdo a la densidad nutricional de la ración. Los cuyes inician su consumo a muy temprana edad; durante la primera semana lame el alimento balanceado, no hace un consumo efectivo, sobre los 7 días de edad se incrementa pudiendo llegar a consumir el 3.2 % MS/peso vivo, a pesar de continuar en lactancia. Después del destete a la tercera semana, con una alimentación mixta consumen 33.7 g y, al concluir la recría, a las 8 semanas, consumen 71.4 g/animal/día.

En las primeras semanas los cuyes son eficientes convirtiendo alimento. Después del destete a las 3 semanas, con una alimentación mixta la CA es 1:1.57 y a la octava semana alcanza 1:2.8. Si se utiliza una alimentación integral la CA es de 1:2.69.

Cuadro 9. Consumo de materia seca/cuy/día y Conversión Alimenticia semanal de cuyes en crecimiento, INIA Perú.

EDAD semanas	Consumo MS/día g		CA acumulada	
	Alimentación mixta	Solo balanceado	Alimentación mixta	Alimentación Integral
Nacimiento				
1	8.3	5.7	0.90	0.60
2	26.3	16.0	1.26	0.86
3	33.7	37.1	1.57	1.37
4	44.3	47.1	1.87	1.70
5	52.3	57.1	2.10	2.01
6	59.9	61.9	2.32	2.24
7	68.6	68.6	2.58	2.47
8	71.4	77.1	2.80	2.69
9	81.7	80.0	3.10	2.93

Producción y manejo

El manejo reproductivo ha ido adecuándose a la mejora genética, en la década de los 70 y 80 se recomendaba un empadre a los 3 meses con pesos superiores a los 460 g. Entre la 8 y 9 semana de edad en los cuyes machos de recría había una depresión de peso, esto evidenciaba la pubertad en los machos. Se ha determinado la pubertad en machos Perú a los 56 días y su madurez sexual sobre las 11 semanas (López, 2010). Las hembras Andina están aptas para el empadre a las 8 semanas (Aranibar, 2009; Enciso, 2010).

Las reproductoras deben iniciar su actividad reproductiva cuando se encuentre la mejor respuesta de preñez en el primer celo, después del empadre. Esto permite disminuir el costo de la cría nacida y mejorar el manejo de la lactancia. Se han evaluado tres rangos de edad de empadre: 8-9, 10-11 y 12-13 semanas de edad. Los resultados corresponden a la primavera 2013 y se determinó que 100 % fueron fértiles, el 92.9 % concluyó su gestación, el 6.1 % tuvo camadas nacidas muertas y el 1.0 % abortó. Los resultados muestran que cuando se empadran a menor edad, 8-9 semanas, el 93.3 % de las hembras se preñan en su primer celo después del empadre. Si éste se retrasa para las 10-11 y 12-13 semanas de edad, el 63.2 y el 65.2% se preñan en el primer celo inmediatamente después del empadre. Estos resultados son similares a los reportados por Zaldívar (1986).

Cuadro 10: Porcentaje de preñeces por edad de empadre y por ciclo estral.

Edad empadre	Porcentaje de preñeces/ciclo estral			
	I (84 ds)	II (100 ds)	III (114 ds)	IV (130 ds)
8-9 sem	93.3	3.3	0.0	3.3
10-11 sem	63.2	10.5	15.8	10.5
12-13 sem	65.2	4.3	13.0	17.4
Promedio	73.6	6.6	9.9	9.9

La edad promedio al parto en el empadre 8-9 semanas fue 139.07 ± 11.61 días. El empadre realizado a edades superiores 10-11 y 12-13 semanas tiene intervalos promedios de 160.24 ± 23.54 y 180.35 ± 36.72 días, respectivamente. Esta diferencia es altamente significativa (Chauca *et al.*, 2014).

El tamaño de camada alcanzado es de 3.3 ± 0.9 , 3.4 ± 1.1 y 3.4 ± 1.0 en las tres edades de emparejamiento evaluadas, la supervivencia al nacimiento es de 90.8, 93.8 y 93.7 % en las emparejadas a las 8-9, 10-11 y 12-13 semanas de edad, respectivamente. No se encontró diferencia significativa para tamaño de camada en las 3 edades de emparejamiento estudiadas.

Estudios durante la lactancia determinaron la madurez con que nacen las crías por efecto de la longitud de la gestación, esto permite un destete precoz a la semana de edad, se determinó a la segunda para evitar mastitis en las reproductoras (Chauca *et al.*, 1983).

El peso individual al nacimiento y destete es inversamente proporcional al tamaño de camada, pero el peso total de camada es mayor en las camadas más numerosas.

Cuadro 11: Pesos de cuyes 5/8 Perú durante su lactancia por tamaño de camada.

Edad	Peso por tamaño de camada g				
	TC 2	TC 3	TC 4	TC 5	Promedio
Nacimiento	177	144	129	125	135
Semana 1	301	221	197	178	206
Destete sem 2	429	331	295	262	306

La rentabilidad es dada por la prolificidad, manejar líneas interraciales permite entregar al productor un animal que le permita mejorar su IP. A corto plazo la comercialización se dará como en todas las especies por peso, dejando de lado la comercialización por individuo.

Cuadro 12: Peso total de camada de cuyes 5/8 Perú al nacimiento y destete.

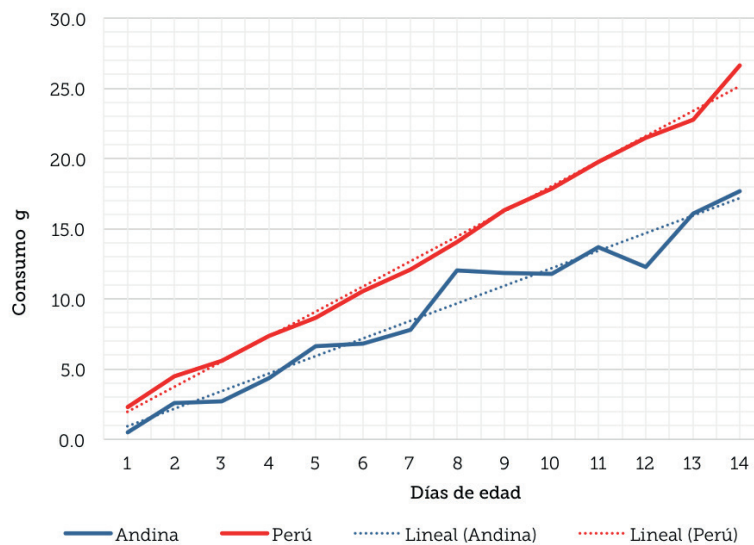
Parto	Peso total camada g		Incremento en La lactancia
	Nacimiento	Destete	
Doble	325.7	858.0	532.3
Triple	429.5	990.7	561.2
Cuadruple	521.5	1 178.80	657.3
Quintuple	625.3	1 310.0	684.7

Para disminuir la mortalidad se utilizó un implemento denominado cerca gazapera, que permite proteger del atropello y darles a los lactantes una ración diferencial de alta densidad nutricional. La mortalidad pudo disminuirse de 21 a 7 % y los pesos pudieron incrementarse por la disponibilidad permanente de alimento (Chauca, 2012).



Figura 4 a y b. Cercas gazaperas permiten protección y disponibilidad de alimento.

Los consumos diarios de alimento son mínimos, los primeros días prueban e inician su consumo sobre los 7 días.



Gráfica 3. Consumo diario de alimento de lactantes Perú y Andina

Las reproductoras con menor tamaño de camada tienden a mantener su peso durante la lactancia, al incrementar el tamaño de camada hay depresión en el peso a pesar de que incrementan su consumo. Una hembra con 3 crías puede consumir 6.2 % de materia seca con relación a su peso vivo e incrementar a 8.2 % si son camadas superiores a 5.

Estudios en reproducción

El manejo intensivo de la crianza de cuyes ha requerido realizar trabajos que permitan mejorar la eficiencia reproductiva. Los resultados de las investigaciones básicas son aplicados en producción animal. En hembras se caracteriza el ciclo estral para sincronizar celos y en machos la caracterización seminal. En machos raza Perú se cuenta con indicadores que muestren el inicio de la pubertad, se evaluaron semanalmente a los machos entre 2 y 12 semanas de vida. Se hizo la caracterización testicular para poder tenerlo como indicador de selección conjuntamente con las pruebas de libido. Se espera a corto plazo utilizar la inseminación artificial para la multiplicación de poblaciones élites.

Cuadro 13: Promedio del peso corporal, y peso, largo, ancho testiculares de cuyes machos, raza Perú, por edad.

Edad (semanas)	N	Peso corporal promedio g	Peso testicular (g)		Largo testicular (cm)		Ancho testicular (cm)	
			Promedio	DS	Promedio	DS	Promedio	DS
2	2	246.0	0.10	0.102	0.60	0.160	0.60	0.000
4	4	437.3	0.35	0.060	1.01	0.854	0.83	0.050
6	4	577.3	0.62	0.219	1.20	0.116	0.96	0.110
8	4	774.3	1.35	0.555	1.65	0.332	1.33	0.263
10	6	848.0	1.58	0.246	1.90	0.155	1.35	0.084
11	4	1144.0	2.50	0.432	2.13	0.386	1.48	0.206
12	4	1178.0	2.56	0.480	2.30	0.245	1.60	0.100

Se consideró el conteo de las células del parénquima testicular, la presencia de espermatozoides en la luz del túbulo seminífero, la motilidad espermática en epidídimo y la libido mostrada por los individuos. Se identificaron tres etapas durante la pubertad. La pubertad

temprana (antes de las 4 semanas de edad), caracterizada por la aparición de la luz tubular y los primeros espermatocitos. La pubertad tardía (8 semanas de edad), caracterizada por la culminación de la línea espermatogénica completa, con incremento significativo de las espermatídes, además de la presencia de espermatozoides y marcados indicios de libido. La pubertad reproductiva (11 semanas de edad), caracterizada por la observación de la línea espermatogénica completa y la capacidad de producir espermatozoides, observándose estos en el 100 % de los túbulos; en esta etapa se apreció motilidad espermática epididimaria y el individuo mostró patrones de comportamiento reproductivos completos, que terminaron siempre en repetidos intentos de monta y/o monta efectiva (López, 2010).

Cuadro 14. Indicadores de pubertad seleccionados en el cuy macho raza Perú, por edad.

Edad	Espermatogonias (1 mm ²)	Espermatocitos (1 mm ²)	Espermatídes (1 mm ²)	Células Sertoli (1 mm ²)	Células Leydig (1 mm ²)	Libido puntaje	Presencia de espermatozoides en túbulo %	Motilidad espermática en epidídimo Presencia
2	5770	50	0	90	186.0	0.0	0	No
4	2600	1430	0	610	172.4	1.3	0	No
6	1570	1980	970	880	151.2	34.8	0	No
8	730	1410	3070	570	94.8	59.0	83	No
10	610	1080	3430	510	115.6	60.2	88	No
11	540	860	4830	390	88.0	76.0	100	Sí
12	510	940	5200	430	79.2	90.0	100	Sí

Para evaluar el efecto de la conformación anatómica del glande sobre la cópula, por la importancia fisiología de cada una de sus partes, éstas se han caracterizado determinando que el desarrollo de las escamas y procesos estiloides se da con la edad, su máximo desarrollo coincide con el inicio del servicio, a los tres meses de edad.

Cuadro 15. Promedio de medidas de glande y procesos estiloides en cuyes raza Perú.

	Variable	Unidad	Edad / meses			
			1	2	3	5
Glande	Longitud	mm	8.8	13.0	15.6	15.6±0.6
	Diámetro	mm	5.6	5.8	6.4	6.4±0.6
Escamas	Dorsales	mm	0.6	1.0	1.5	2.0±0.7
	Ventrales	mm	0.6	2.5	4.0	4.0±1.0
	Laterales	mm	0.8	6.0	6.0	7.5±1.6
Fisura media	Longitud	mm	2.4	3.2	3.4	3.4±0.6
Saco del glande	Longitud	mm	3.2	5.6	6.6	7.0±1.0
	Diámetro	mm	2.0	3.4	4.0	4.4±0.6
Procesos estiloides	Longitud	mm	1.1	3.2	3.4	3.6±0.9
	Diámetro	mm	0.9	1.0	1.0	1.0

Fuente: Márquez, 2007.

Teniendo los primeros resultados se determina la caracterización anatómica y funcional del pene del cuy de las tres razas: Perú, Andina e Inti. Los resultados han permitido caracterizar la forma del pene, se encontró que predomina la forma de herradura en las tres razas, sin embargo, se observó en menor porcentaje la forma de una flexura abierta en la raza Inti (12.5 %), Andina (8 %) y Perú (10.9 %) (Arias, 2012).

La longitud del glande se midió de “la línea de reflexión” del saco prepucial al extremo libre del glande; el diámetro se midió en la parte más amplia del glande que corresponde al nivel del orificio del glande. En términos generales se encontró que el rango de longitud varió de 1.5 a 2.1 cm y el diámetro de 0.5 a 0.95 cm.

Cuadro 16: Características anatómicas del pene y glande en razas de cuyes.

Variable	Estratos de la variable	Perú		Andina		Inti	
		n	%	n	%	n	%
Forma del pene en reposo (n=113)	Herradura	57	89.1	23	92.0	19	79.2
	Flexura amplia	7	10.9	2	8.0	3	12.5
	Con alteraciones	0	0.0	0	0.0	2	8.3
Consistencia del cuerpo del pene (n=113)	Blanda	38	59.4	13	52.0	10	41.7
	Semi-dura	18	28.1	10	40.0	10	41.7
	Con alteraciones	8	12.5	2	8.0	4	16.6
Posición del glande evaginado (n=112)	Normal	24	37.5	10	40.0	17	73.9
	Rotación en 90°	30	46.9	15	60.0	6	26.1
	Rotación en 180°	10	15.6	0	0.0	0	0.0

n = número de machos

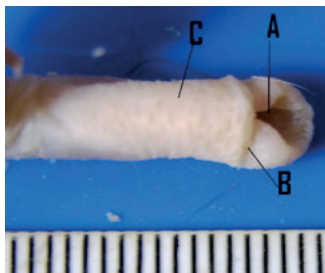
A la palpación de la superficie ventral del glande se ubica al hueso del pene, fue rígido en el 93.7 % en las 3 razas y fue ligeramente flexible en el 6.3 % de la población. La longitud de los procesos estiloides fue similar en las tres razas, en todos ellos la media fue de 0.4 cm. Concluidos los estudios anatómicos se evaluó la resección de las escamas laterales, extirpación de los procesos estiloides y el saco del glande. No se encontró diferencia estadística significativa para el tamaño de camada ni entre los días de intervalo empadre-parto entre los machos con y sin extirpación de procesos estiloides (Poma, 2015).

Las características seminales de cuyes raza Perú fueron descritas al analizar las 39 muestras de semen colectadas semanalmente por la técnica de la electroeyaculación. El color del semen fue blanco lechoso, de olor *sui generis*. Las características cuantificables fueron: Ph 7, volumen 0.67 ml, porcentaje de motilidad 90.81 %, concentración espermática/ml 36.7×10^6 espermios/ml, recuento espermático 20.09×10^6 espermios/eyaculado, porcentaje de anomalías morfológicas 18.26 % y porcentaje de espermios ubiquitinizados 5.57 %. Las variables analizadas se mantuvieron constantes en los eyaculados sucesivos, sin embargo, evidenciaron una mayor

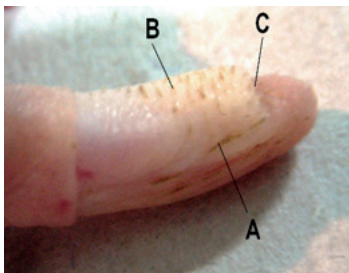
variación entre animales que dentro del mismo animal. No existen diferencias significativas en los valores seminales macroscópicos y microscópicos entre el segundo, tercer y cuarto eyaculado. Las muestras del eyaculado tuvieron tres fracciones diferenciables: pre espermática, espermática rica en espermios y fracción gel (Benavides, 2012).

Figura 5. Vista del glande del cuy raza Perú

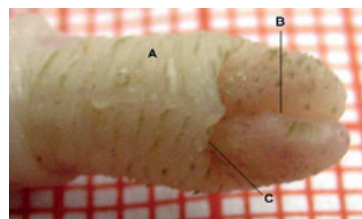
	Variable	Unidad	Edad / meses			
			1	2	3	5
Glande	longitud	mm	8.8	13.0	15.6	15.6±0.6
	diámetro	mm	5.6	5.8	6.4	6.4±0.6



Vista dorsal del glande
A: Fisura media,
B: Fisura transversa,
C: Escamas dorsales

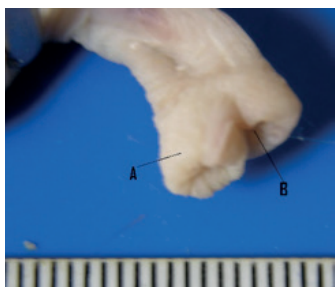


Vista lateral izquierda
A: Escamas laterales
B: Escamas dorsales
C: Fisura transversa

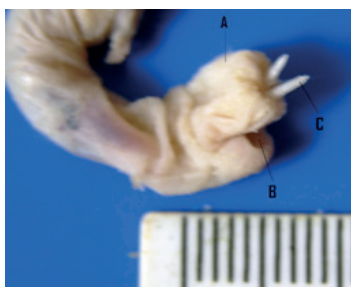


Vista dorsal
A: Escamas dorsales,
B: Fisura media
C: Fisura transversa.

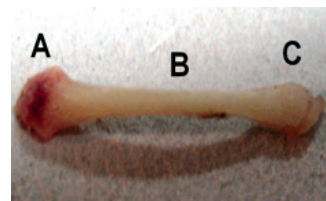
Figura 6. Vista del glande y del os penis del pene del cuy



Vista lateral derecha
A: Saco del glande,
B: Orificio uretral,



Vista lateral izquierda
A: Saco del glande
B: Orificio uretral,
C: Procesos estiloides



Vista dorsal del os penis
A: Extremidad craneal
B: Cuerpo del os penis,
C: Extremidad caudal.

Después de 50 años de investigación y transferencia de tecnología, la crianza de cuyes dejó de ser una crianza doméstica para convertirse en una real alternativa productiva. Es indudable que el éxito es debido a la sumatoria de resultados logrados en mejoramiento genético, alimentación, manejo y sanidad. Sin embargo, si no hubiera habido adopción de la tecnología generada en el ámbito rural, no se hubiera desarrollado la crianza de cuyes. Hay que ponderar el esfuerzo del INIA de mantener un largo proyecto de investigación que hoy puede afirmarse que siempre fue y sigue siendo, social y económicamente rentable, sostenible y replicable.

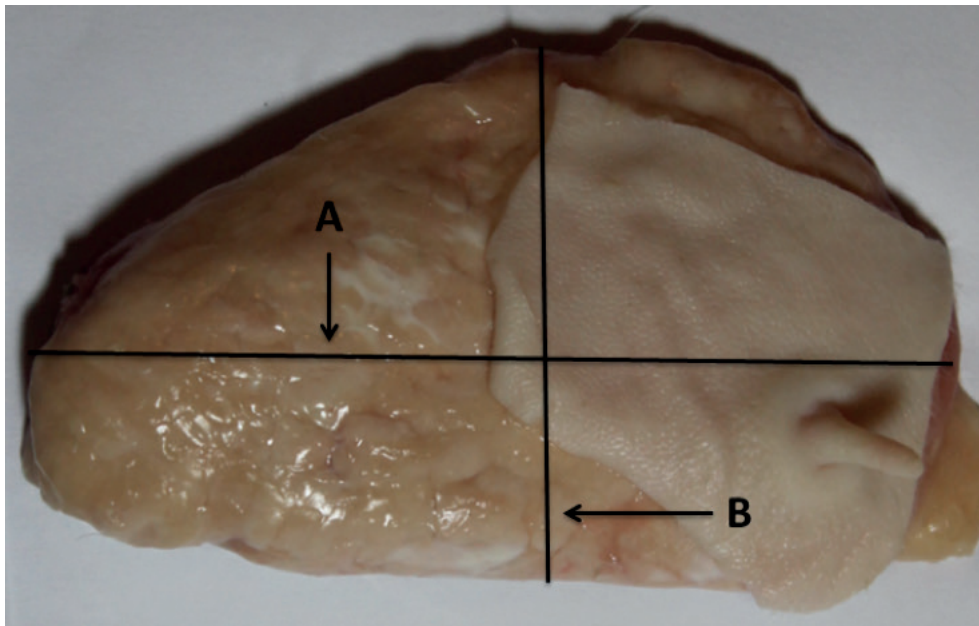


Figura 7. Vista ventral de la glándula mamaria extraída. A) Eje mayor, B) Eje menor. 3165

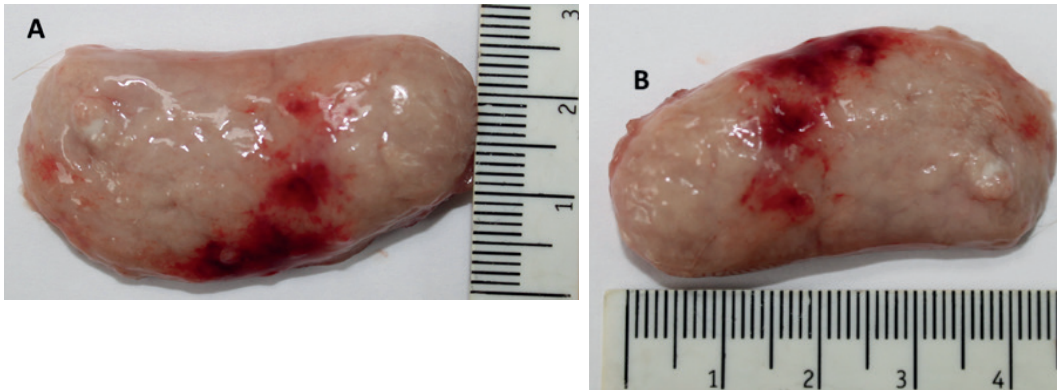


Figura 8. Vista ventral de la glándula mamaria extraída. A) medición del eje menor, B) medición del eje mayor.

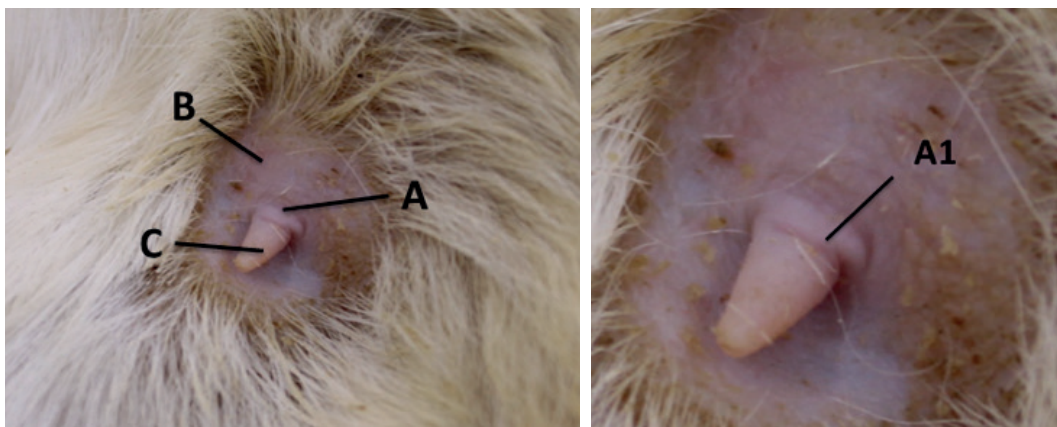


Figura 9. Vista ventral externa de la glándula mamaria. A) Pliegue proximal del pezón, A1) Pliegue proximal del pezón (mayor aumento), B) Areola, C) Pezón

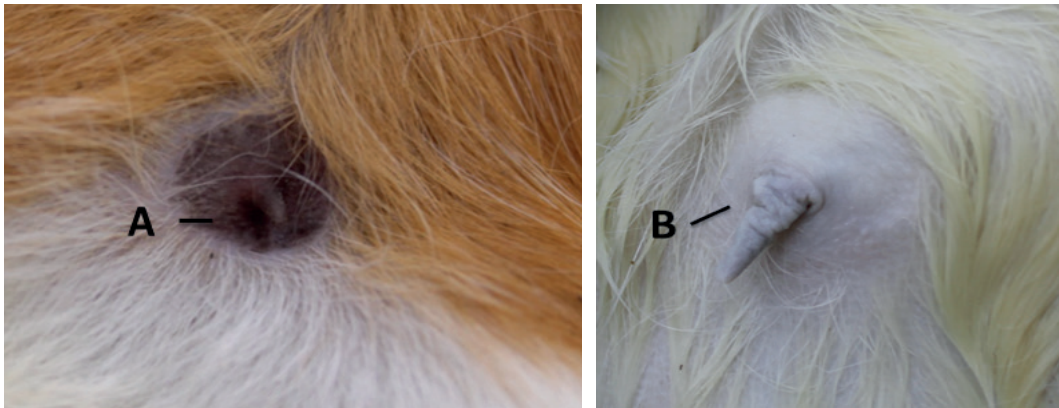


Figura 10. Areola de la glándula mamaria. A) Areola pigmentada, B) Areola sin pigmento

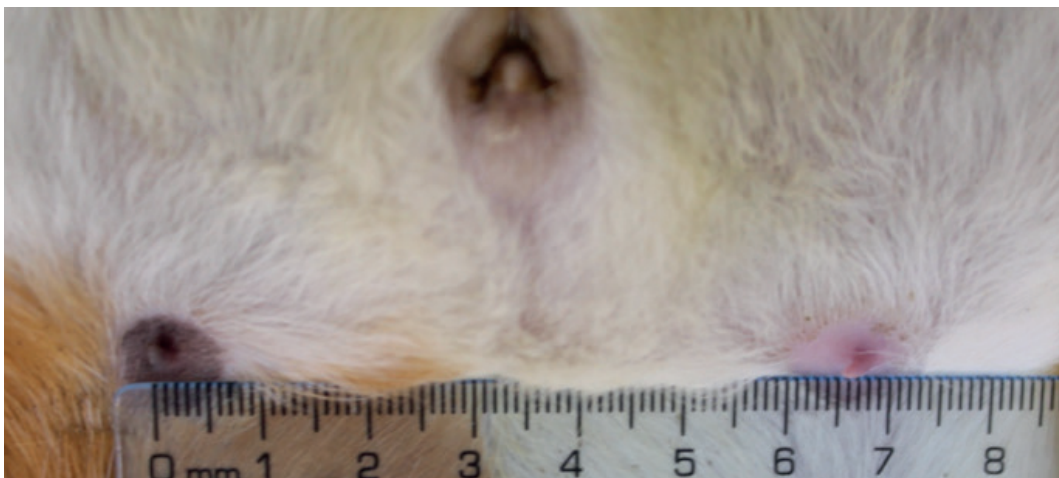


Figura 11. Medición de la longitud entre pezones en un animal vivo

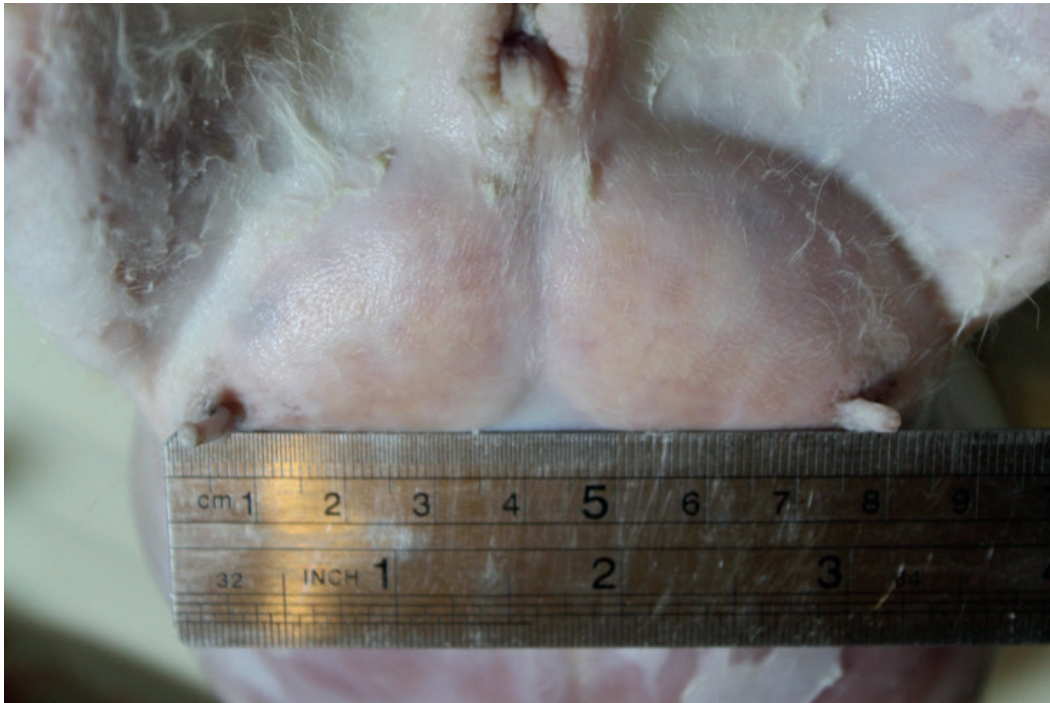


Figura 12. Medición de la longitud entre pezones en un animal sacrificado

Referencias

- Aranibar, E. 2009. *Cuantificación de folículos maduros viables en cuyes (Cavia porcellus) de razas Andina y Perú*. UPCH, INIA. 30 p.
- Arias, K. 2012. *Caracterización anatómica y funcional del pene del cuy (Cavia porcellus) de las razas Perú, Andina e Inti*. UPCH, INIA.
- Benavides, F. 2012. *Caracterización del semen de cuyes (Cavia porcellus) reproductores raza Perú*. UPCH, INIA.
- Benito, L. et al. 2008. "Evaluación de diferentes niveles de vitamina C en cuyes raza Perú PPC durante su lactancia". *Reunión APPPA XXXI*. UPCH, INIA.
- Chauca, F. 1997. "Producción de cuyes *Cavia porcellus*". Estudio FAO producción y sanidad animal 138.
- Chauca, F. et al. 2008. "Evaluación del desarrollo durante la lactancia de cuyes 5/8 Peru, recíprocos, *Inter se* y sintético". *Reunión APPPA XXXI*. UPCH, INIA.
- Chauca, F. et al. 2014 a. "Estudio de la edad de empadre de cuyes hembras *cavia porcellus* de una línea sintética y su efecto sobre su fertilidad, tamaño y peso de camada al nacimiento". *Agroenfoque* 194 (XXIX).
- Chauca, F. et al. 2014 b. "Estudio de la edad de empadre de cuyes hembras *cavia porcellus* de una línea sintética y su efecto sobre su fertilidad, tamaño y peso de camada al nacimiento". *Agroenfoque* 194 (XXIX).

- Chauca, F. y R. Vergara. 2012. "Producción de cuyes –lactancia, cercas gazaperas y alimentación integral"
- Chauca, L. et al. 2008. *Evaluación del crecimiento de diferentes grados de cruzamiento de cuyes raza Perú*. Resúmenes APPA. Instituto Nacional de Innovación Agraria, INIA.
- Chauca, L., M. Zaldivar y J. Muscari. 1992 "Efecto del empadre posparto y posdestete sobre el tamaño y peso de la camada en cuyes", *Revista Interamericana de Ciencias Agrícolas* 1 (42): 1-126.
- Dávila, K. 2012. *Relación masa muscular:masa ósea y descripción histológica muscular en cuyes (Cavia porcellus) raza Perú, Andina y Criollos*. UPCH, INIA.
- Guillen, K. 2011. *Estudio descriptivo de la anatomía radiográfica ósea del cuy (Cavia porcellus) no mejorados y el cuy mejorado raza Perú*. UPCH, INIA.
- Higaonna, O. et al. 2006. *Caracterización de la carcasa de seis genotipos de cuyes*. Reunión APPA XXIX. Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria, Cosecha Urbana, CIP.
- Higaonna, O. et al. 2008. *Componentes histológicos de la carcasa del cuy (Cavia porcellus)*. INIA, INCA-GRO, COSECHA URBANA/CIP, APPA XXXI.
- INIA. 2005. "Expediente técnico raza Andina".
- INIA. 2012. "Expediente técnico Cercas gazaperas".
- INIA. 2013. "Expediente técnico raza IntI".
- INIA. 2014, 2010. "Expediente técnico raza Perú I II".
- López V. 2010. *Indicadores de la pubertad en el cuy macho (Cavia porcellus) raza Perú*. UPCH, INIA.
- Márquez, N. 2007. *Estudio anatómico del glande del cuy (Cavia porcellus) de la raza Perú*. Tesis. UPCH, INIA.
- Muscari, G. et al. 2008. *La endogamia y su efecto en poblaciones de cuyes*. APPA XXXI. INIA.
- Muscari, G., F. Chauca y O. Higaonna. 2004. *Caracterización de la línea de cuyes Andina*. Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria.
- Muscari, G., F. Chauca y O. Higaonna. 2011. *Respuesta de la progenie de cuyes seleccionados por su peso individual*. Reunión APPA XXVII. Instituto Nacional de Innovación Agraria, C. E. La Molina.
- Poma, G. 2015. *Efecto de los anexos del glande del cuy Cavia porcellus en el porcentaje de preñez y tamaño de camada en raza Andina*. UPCH, INIA. p. 36
- Vargas, M. y F. Chauca. 2006. "Evaluación anatómico-histológica de la carne del cuy (*Cavia porcellus*), raza Perú en sus diferentes grados de cruzamiento". *Agroenfoque* 149 (XXI).
- Zaldivar, A. 1986. *Estudio de la edad de empadre de cuyes hembras (Cavia porcellus) y su efecto sobre el tamaño y peso de camada*. Tesis MSc. UNALM, INIA. p 113.