

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

Estudio descriptivo de la anatomía radiográfica ósea del cuy (*Cavia porcellus*) no mejorado y el cuy mejorado raza Perú

Karina GUILLÉN¹, Ricardo GRANDEZ^{1*}, Lilia CHAUCA², Denise CHAUCA¹, Roberto VALENCIA¹.

¹ Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Peruana Cayetano Heredia, Lima, Perú

² Instituto Nacional de Innovación Agraria, Centro Experimental La Molina, Lima, Perú.

* ricardo.grandez@upch.pe

Aceptado para publicación: 01 de Octubre de 2015

Descriptive study of the radiographic skeletal anatomy of the non-genetically improved Guinea Pig (*Cavia porcellus*) and genetically improved Guinea Pig (Peru Breed).

ABSTRACT

Aim: the present study was made in order to obtain the skeleton characteristics of the peruvian breed guinea pig using X-rays, and to determine the changes due to breeding when compared with the unimproved guinea pig. Methods: thirty one male animals of 16 weeks of age divided into two groups (peruvian breed and unimproved breed with 16 and 15 specimens each) were evaluated; both groups shared the same environmental conditions, diet and management. The animals were manipulated under sedation, the X-ray views were: ventrodorsal projection and lateral projection. The skeleton of the head, flue, ulna, third cervical vertebra, twelfth thoracic vertebra, fourth lumbar vertebra, pelvis, femur and tibia were evaluated; the numbers of cervical, thoracic and lumbar vertebrae were also evaluated. Results: the most outstanding results were found on the peruvian breed, which had a bigger growth on: Cervical vertebra width 56.57%, flue external diameter 31.44%, caudal width of the pelvis 51.32%, tibia external diameter 32.28%. The weight gain in the animals was also evaluated and then a comparison was made obtaining: 171.40% higher for the peruvian breed. Conclusions: the study shows that selective breeding in the peruvian breed guinea pigs has produced a noticeable change in weight and length when compared to the unimproved animals. Growth has been proportional determining a shape similar to a rectangular parallelepiped, characteristic of a meat-producing animal. The cervical vertebrae were developed proportioned to the head growth, causing the shortening of the longitudinal axis of the breed.

Key words: Peruvian breed guinea pig, unimproved guinea pig, characteristics, X-ray, skeleton.

RESUMEN

Objetivo: el presente estudio se realizó con la finalidad de conocer las características del esqueleto del cuy raza Perú mediante el empleo de radiografías y determinar los cambios experimentados por el mejoramiento genético, comparándolos con el cuy no mejorado. Metodología: se evaluaron 31 animales machos de 16 semanas de edad (16 animales raza Perú y 15 animales no mejorados), ambos grupos compartieron las mismas condiciones de ambiente, tipo de ración y manejo. Los animales fueron manipulados bajo sedación, las vistas radiográficas fueron: ventro dorsal y latero lateral. Se evaluó el esqueleto de cabeza, húmero, radio, ulna, tercera vértebra cervical, décimo segunda vértebra torácica, cuarta vértebra lumbar, pelvis, fémur y tibia; así como el número de vértebras cervicales, torácicas y lumbares. Resultados: fueron sobresalientes a favor de la raza Perú, que tuvo un crecimiento mayor en: ancho de vértebra cervical 56.57%, ancho del húmero 31.44%, ancho caudal de la pelvis, 51.32%, y ancho de la tibia 32.28%. También se evaluó el incremento de peso en los animales y se realizó la respectiva comparación siendo el resultado 171.40% mayor para la raza Perú. Conclusiones: el estudio demuestra que el mejoramiento por selección realizado en los cuyes raza Perú ha producido un cambio notorio en su peso y longitud respecto a los no mejorados, el crecimiento ha sido proporcional determinando una forma similar a un paralelepípedo rectangular característico en un animal productor de carne, y las vértebras cervicales desarrollaron de manera proporcional al crecimiento de la cabeza originando el acortamiento del eje longitudinal de la raza.

Palabras clave: Cuy raza Perú, Cuy no mejorado, características, radiografía, esqueleto.

INTRODUCCIÓN

El cuy (*Cavia porcellus*) es un roedor doméstico empleado en los países andinos como productor de carne (Valencia, 1976). En los ecosistemas alto andinos la crianza es familiar y la producción es utilizada para autoconsumo. La productividad alcanzada ha permitido la generación de crianzas de tipo familiar – comercial y comercial (Chauca et al., 1995).

Por su capacidad de adaptación a diversas condiciones climáticas puede encontrarse tanto en costa como en sierra. Estudios estratigráficos muestran restos de la especie en el templo del Cerro Sechín – Ancash (2 500 a 3 600 a. C.), en el primer periodo de la Cultura Paracas (Paracas-Cavernas 250 a.C. a 300 a.C), así como también registros cerámicos de las Cultura Mochica (50-700 d.C.) y Vicus (0 - 500 d.C), lo cual evidencia su importancia en el antiguo Perú (Chauca, 1997).

El Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) cuenta con un registro de más de 36 000 individuos seleccionados en el programa de mejoramiento genético, en el cual los cuyes de la raza Perú fueron generados a partir de una colección realizada a nivel nacional entre los años 1965-1966. Se seleccionaban progenitores para el cambio generacional a los que alcanzaban mayor peso (INIA 2005).

Para iniciar los trabajos de caracterización se clasificaron los cuyes por su conformación anatómica denominándolos de acuerdo a su morfología corporal en “tipo A” y “tipo B”. El tipo A es un cuy con una conformación con características de un buen productor de carne, con una mejor longitud, profundidad y ancho, expresando un mayor grado de desarrollo muscular fijado a una buena base ósea. Los cuyes de “tipo B”, son animales de forma angulosa, con poca profundidad corporal, escaso desarrollo muscular y cabeza en forma triangular, alargada y de temperamento más nervioso. También se les clasificó por la forma de inserción del pelo: siendo el tipo 1 de pelo liso, el 2 de pelo arrosado, el 3 de pelo largo y el 4 de pelo ensortijado de lactantes y erizado de adultos (Chauca, 1997).

Al inicio del programa de selección de cuyes en el INIA (1968), estos no superaban los 400 gr de peso vivo a los tres meses edad, hoy en día los cuyes raza Perú alcanzan el kilogramo de peso vivo a los dos meses de edad y pesos superiores a 2.6 Kg a los 8 meses (Zaldívar et al., 1991; Chauca et al.,

1992). La selección en cuyes pudo haber producido algunos cambios morfológicos, que se expresan en su anatomía. Algunos autores mencionan que las vértebras torácicas del cuy varían entre 13 y 14, mientras que las vértebras lumbares pueden ser 6 ó 7, los cuales podrían evidenciar cambios morfológicos producto de la selección genética (Valencia, 1976; Chauca, 1997).

La herramienta más empleada en el mejoramiento genético es el registro productivo, éste debe ser llevado sistemáticamente en el tiempo para determinar los parámetros productivos y reproductivos, un cambio en ellos determinará una mejora en el tiempo. Inicialmente los sistemas de control fueron simples e incluyeron valores de producción determinados en una especie, pero recientemente se está haciendo uso de técnicas imagenológicas para medir características de composición corporal, como porcentaje de grasa en el animal in vivo. Los avances técnicos están permitiendo realizar mediciones mucho más precisas y frecuentes e incluir características más estrechamente relacionadas con los objetivos de los programas de mejoramiento genético (Montalvo y Barría, 1998).

La radiografía se basa en la capacidad de los rayos X para penetrar en la materia y generar imágenes del tejido óseo y órganos blandos brindando una información anatómica del espécimen en estudio (Delgado, 1994; Sánchez, 1997; Thrall, 2003). Este método es uno de los más usados para diagnosticar alteraciones del esqueleto axial y apendicular, así como de tejidos blandos torácicos y abdominales; sin embargo, el uso de la radiología como método de diagnóstico en cuyes aún no ha sido descrito. Garcés y Moraleja (1994) realizaron un estudio experimental, haciendo uso de la radiología como método de investigación con el propósito de evaluar las diferencias morfológicas entre los fémures de conejos, así como medir la densidad de las estructuras óseas.

La finalidad del presente trabajo es conocer las características del esqueleto del cuy raza Perú, mediante el empleo de radiografías y determinar los cambios experimentados por el mejoramiento genético, comparándolos con el cuy no mejorado. Adicionalmente, conocer si el mejoramiento genético ha originado cambios en el número y dimensiones de las estructuras óseas del cuy raza Perú, y de esta manera poder determinar su potencial de desarrollo corporal para optimizar su capacidad cárnica.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se emplearon 31 cuyes (*Cavia porcellus*) machos, provenientes del programa de mejoramiento genético del cuy o cobayo peruano del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) Centro Experimental la Molina, Lima – Perú. Los cuyes fueron identificados al nacimiento para conocer su genealogía. Todos los animales se encontraron en buenas condiciones físicas.

Determinación de edad de animales para el estudio

Para determinar la semana 16 como edad de estudio, se hizo un estudio pre experimental, en el cual se observó el cierre del cartílago epifisiario en los huesos largos evaluados (húmero y fémur) del cuy, determinando de manera definitiva la semana 16 como edad establecida para este estudio.

Tamaño muestral

El número de animales para el estudio se determinó de acuerdo al Teorema de Límite Central, que indicó un tamaño mínimo de 30 muestras para asegurar que la distribución de las variables siga una curva normal (Steel y Torrie, 1992). El estudio comparó dos grupos de animales, un grupo de 15 animales sin mejora genética y el otro de 16 animales raza Perú. Ambos grupos compartieron las mismas condiciones de ambiente, ciudad de Lima; tipo de ración, alimento concentrado y pienso verde permanente; y manejo, pozas de recría de concreto.

Inmovilización de los animales

Para el procedimiento radiológico los animales fueron anestesiados con Diazepam (2 mg/kg) y Ketamina (20-30 mg/kg) haciendo uso de la vía intramuscular de acuerdo al protocolo de Carpenter, Mashima y Rupiper (2001). Ningún animal presentó efecto adverso al suministrarse los fármacos.

Equipo Radiográfico

Las tomas radiográficas se realizaron con el Equipo radiográfico Polymobil plus, SIEMENS, de la Clínica Veterinaria Cayetano Heredia FAVEZ-UPCH. Luego de ser sedados, los animales fueron posicionados en la mesa radiológica para realizar las tomas respectivas para su evaluación anatómica. Los procedimientos realizados no requirieron la práctica de eutanasia en dichos animales.

Tomas Radiológicas

Previo al procedimiento radiográfico los animales permanecieron en ayuno durante 1 hora 30 minutos, luego fueron pesados y posteriormente dosificados.

Se posicionó al animal de dos maneras: vista ventro-dorsal y lateral izquierdo. Los valores de exposición radiográfica fueron 40 mAs 2.5 kV, con una distancia foco película (DFP) de 100 cm según protocolo de la Clínica Veterinaria Cayetano Heredia. Para la toma radiográfica, se utilizó películas radiográficas Kodak Medical X purpose green, con las siguientes medidas 27.9 x 35.6 cm. El revelado se realizó de forma manual con el uso de revelador/reforzador Kodak GBX.

Lecturas Radiográficas

Para realizar la lectura radiográfica se empleó un negatoscopio convencional. La vista radiográfica latero lateral (ver figuras 1 y 3) permitió obtener indicativo de las variaciones de la longitud y diámetro del húmero, radio, úlna, fémur y tibia; la vista con la posición ventro-dorsal (ver figuras 2 y 4) permitió evaluar la relación entre largo y ancho del cráneo, pelvis y vértebras, como también el número de las vértebras. Esta vista también fue utilizada para establecer el índice cefálico, el cual se obtuvo utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Índice Cefálico} = \frac{\text{Ancho cm} \times 100}{\text{Longitud cm}}$$

Mediciones

Para realizar las mediciones se consideraron puntos de referencia específicos para cada hueso evaluado.

Esqueleto de la Cabeza

El largo se midió desde el incisivo superior hasta la cresta externa del occipital, en tanto que el ancho fue medido desde el punto externo máximo del arco cigomático izquierdo hasta el punto externo máximo del arco cigomático derecho. Ambas medidas se realizaron usando la vista ventro-dorsal de la película.

Húmero, Radio y Cúbito

Para medir el largo del húmero se tomó como punto de referencia la tuberosidad externa y el borde distal del cóndilo lateral, en tanto que para las medidas del ancho del húmero tomamos como referencia el punto medio de la diáfisis del húmero.

En el caso de los huesos que conforman el antebrazo, se consideró para el radio, la cabeza del radio y el proceso estiloides como punto de referencia para las mediciones del largo en tanto que para el ancho se consideró el punto medio de la diáfisis del radio.

Para las mediciones de largo de la ulna se consideró la tuberosidad del olécranon como punto inicial hasta el proceso estiloides de la ulna, con respecto a la medida del ancho de la ulna, se consideró el punto medio de la diáfisis del cuerpo de la ulna como punto de referencia.

Para ambas mediciones hicimos uso de la vista lateral de la película.

Vértex Cervicales, Torácicas y Lumbares

Haciendo uso de la vista ventro-dorsal de las películas radiográficas, se tomaron en consideración las vértebras: III cervical, XII torácica y IV lumbar. Las mediciones de largo y ancho de las vértebras cervicales, torácicas y lumbares fueron consideradas desde los respectivos bordes del cuerpo de cada vértebra.

Pelvis

En el caso de los huesos de la pelvis se consideraron las medidas del ancho craneal, ancho caudal y largo. La referencia para las mediciones del ancho craneal de la pelvis fue la línea transversal entre las eminencias iliopúbica en tanto que para el ancho caudal se consideró la distancia del arco isquiático. La medida del largo de la pelvis fue considerada desde la tuberosidad sacra hasta la tuberosidad isquiática. Para realizar estas mediciones se hizo uso de la vista radiológica lateral.

Fémur y Tibia del lado izquierdo

Para el largo del fémur se tuvo como punto de referencia la cabeza del fémur y el borde distal del cóndilo medial, para las medidas del ancho del fémur se tomó como referencia el punto medio de la diáfisis del fémur. Las mediciones del largo de la tibia tuvieron como punto de referencia el cóndilo lateral y el maléolo externo; para la medida del ancho se tomó el punto medio de la diáfisis. Para la realización de estas medidas se consideró la vista radiológica látero-lateral.

Largo corporal total

Para realizar la medición del largo corporal total se tuvo en consideración dos puntos de referencia: el incisivo superior y la parte caudal de la última vértebra sacra. Para esta medición, se hizo uso de la vista ventro-dorsal de la película.

Para las mediciones se empleó una regla milimetrada y un lente de aumento; siendo el milímetro la principal unidad de medida. Los resultados obtenidos

fueron descritos utilizando la media como medida de tendencia central, la desviación estándar y rango como medidas de dispersión. Para determinar las variaciones métricas entre los grupos de estudio se usaron las pruebas de T Student para las variables indiscretas.

RESULTADOS

En el presente estudio se evidenciaron diferencias estadísticas significativas en las dimensiones de los huesos evaluados entre el grupo de animales no mejorados y el grupo de animales mejorados (raza Perú).

Datos Generales de los Animales

Las características de peso y longitud total del largo lo observamos en el Cuadro 1 y Cuadro 2, respectivamente, siendo el peso vivo promedio de los cuyes no mejorados 549 gr y el de la raza Perú 1490 gr, lo que representa un incremento en 941 gr (171.40% mayor) a las 16 semanas de edad. Así mismo, se observó que la longitud del cuerpo de los no mejorados fue de 27.980 cm, en tanto que en la raza Perú fue 34.125 cm, existiendo una diferencia de 6.142 cm (21.95% mayor).

Mediciones Radiológicas

Esqueleto de Cabeza

Las dimensiones promedio del esqueleto de cabeza e índice cefálico lo observamos en el Cuadro 2; donde se aprecia que la longitud del esqueleto de cabeza en la raza Perú incrementó en 15.36% respecto al cuy no mejorado, de igual manera encontramos que el ancho fue mayor en 19.58% en la raza Perú respecto al no mejorado. En cuanto al índice cefálico los resultados no mostraron diferencias estadísticas significativas.

En el cuadro 2 apreciamos también las dimensiones promedio de la longitud corporal total. Esta longitud incrementó en 22% en relación a los animales no mejorados. Analizando los resultados de longitud corporal y largo de cabeza (cuadro 2) podemos notar que en los animales raza Perú el porcentaje del largo de cabeza es de 22% respecto al cuerpo, en tanto que los cuyes no mejorados presentan el 23.26% de la longitud total corporal.

Vértex

En el Cuadro 3, apreciamos las dimensiones promedio de las vértebras, donde observamos que la longitud de las vértebras cervicales, torácicas



Figura 1. Vista radiográfica latero-lateral. Cuy no mejorado de 16 semanas de edad.



Figura 2. Vista radiográfica ventro-dorsal. Cuy no mejorado de 16 semanas de edad.

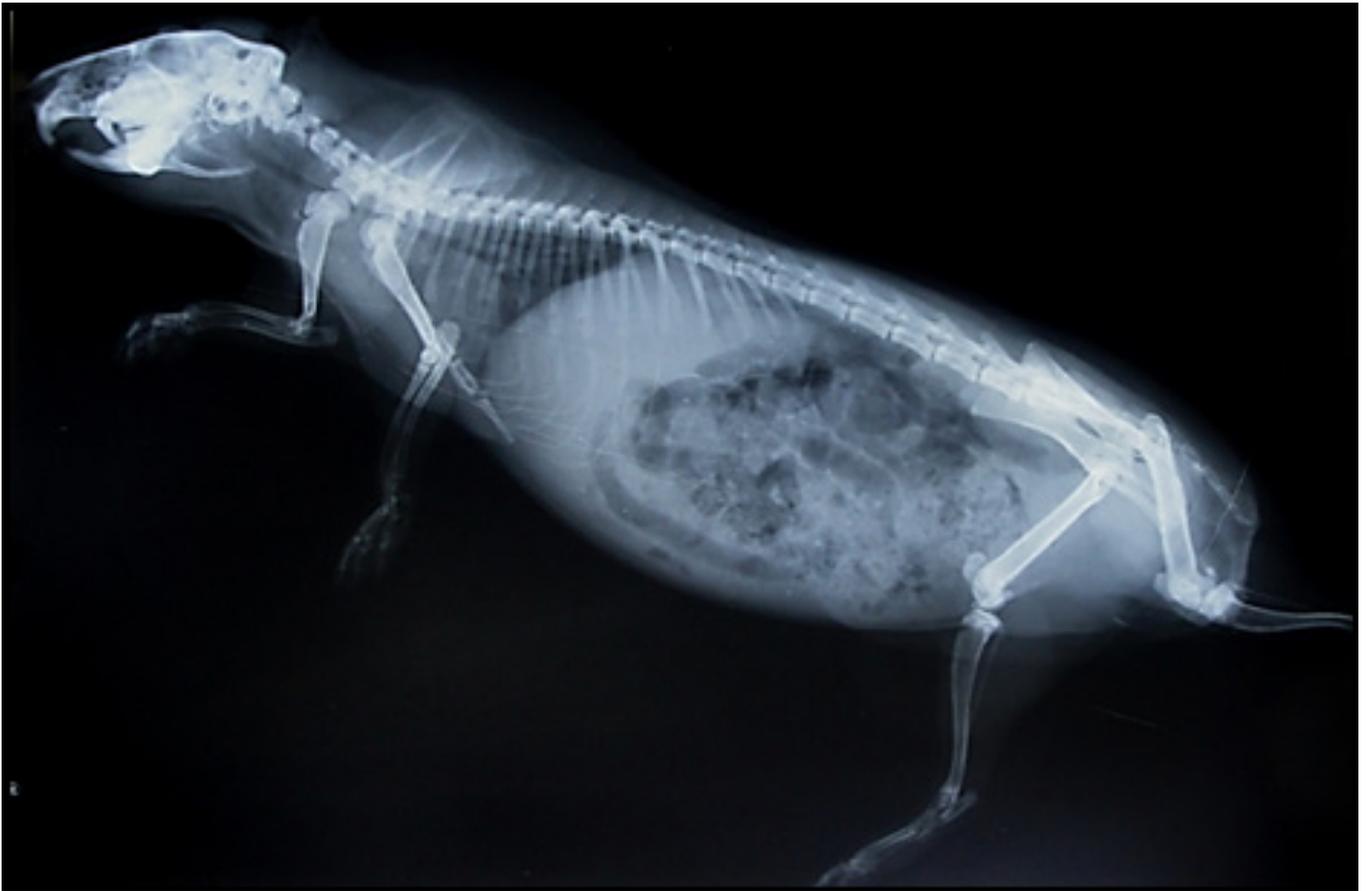


Figura 3. Vista radiográfica latero-lateral. Cuy raza Perú de 16 semanas de edad.



Figura 4. Vista radiográfica ventro-dorsal. Cuy raza Perú de 16 semanas de edad

Cuadro 1. Peso vivo (g) de los cuyes no mejorados (n=15) y raza Perú (n=16).

MASA CORPORAL	No mejorado (n=15)		Raza Perú (n=16)		% incremento de dimensiones Perú/Criollo
	Media	D.S.	Media	D.S.	
Peso	0.549 ^a	0.277	1.490 ^b	0.154	171%

^{a, b} Letras diferentes indican que las dimensiones evaluadas en ambas razas de cuyes son estadísticamente diferentes.

Cuadro 2. Dimensiones (cm) del esqueleto, esqueleto de la cabeza e índice cefálico en cuyes no mejorados (n=15) y raza Perú (n=16)

Estructura ósea	Dimensión	No mejorados (n=15)		Raza Perú (n=16)		% incremento de dimensiones Perú/Criollo
		Media	D.S.	Media	D.S.	
Esqueleto de cabeza	Largo	6.510 ^a	0.277	7.510 ^b	0.253	15.36%
	Ancho	3.570 ^a	0.189	4.269 ^b	0.174	19.58%
	Índice Cefálico	54.860 ^a	2.407	56.928 ^b	2.975	3.77%
Esqueleto	Longitud	27.983 ^a	1.505	34.125 ^b	0.926	21.95%

^{a, b} Letras diferentes indican que las dimensiones evaluadas en ambas razas de cuyes son estadísticamente diferentes.

Cuadro 3. Dimensiones (cm) de vértebras cervicales, torácicas y lumbares en cuyes no mejorados (n=15) y raza Perú (n=16)

Vértebras	Dimensión	No mejorados (n=15)		Raza Perú (n=16)		% incremento de dimensiones Perú/no mejorados
		Media	D.S.	Media	D.S.	
Cervical	Largo	0.477 ^a	0.037	0.572 ^b	0.041	19.92%
	Ancho	0.990 ^a	0.081	1.550 ^b	0.091	56.57 %
Torácica	Largo	0.710 ^a	0.047	0.859 ^b	0.052	20.99%
	Ancho	0.580 ^a	0.041	0.681 ^b	0.044	17.41%
Lumbar	Largo	1.037 ^a	0.061	1.250 ^b	0.063	20.54%
	Ancho	0.613 ^a	0.051	0.697 ^b	0.061	13.70%

^{a, b} Letras diferentes indican que las dimensiones evaluadas en ambas razas de cuyes son estadísticamente diferentes.

Cuadro 4. Dimensiones (cm) de los huesos del miembro torácico lado izquierdo en cuyes no mejorados (n=15) y raza Perú (n=16)

Estructura ósea	Dimensión	No mejorado (n=15)		Raza Perú (n=16)		% incremento de dimensiones Perú (No Mejorado)
		Media	D.S.	Media	D.S.	
Húmero	Largo	3.883 ^a	0.191	4.188 ^b	0.092	7.85%
	Ancho	0.423 ^a	0.046	0.556 ^b	0.048	31.44%
Radio	Largo	3.160 ^a	0.149	3.609 ^b	0.150	14.21%
	Ancho	0.233 ^a	0.031	0.247 ^a	0.034	6.01%
Ulna (Cúbito)	Largo	4.193 ^a	0.195	4.781 ^b	0.138	14.02%
	Ancho	0.260 ^a	0.021	0.322 ^b	0.042	23.85%

^{a, b} Letras diferentes indican que las dimensiones evaluadas en ambas razas de cuyes son estadísticamente diferentes.

Cuadro 5. Dimensiones (cm) de los huesos de la pelvis en cuyes no mejorados (n=15) y raza Perú (n=16)

Estructura ósea	Dimensión	No mejorado (n=15)		Raza Perú (n=16)		% incremento de dimensiones Perú/Criollo
		Media	D.S.	Media	D.S.	
Pelvis	Largo	5.160 ^a	0.351	6.044 ^b	0.226	17.13%
	Ancho Craneal	1.327 ^a	0.118	1.678 ^b	0.091	26.45%
	Ancho Caudal	0.797 ^a	0.138	1.206 ^b	0.153	51.32%

^{a, b} Letras diferentes indican que las dimensiones evaluadas en ambas razas de cuyes son estadísticamente diferentes.

Cuadro 6. Dimensiones (cm) de los huesos del miembro pélvico en cuyes no mejorados (n=15) y raza Perú (n=16)

Estructura ósea	Dimensión	No mejorado (n=15)		Raza Perú (n=16)		% incremento de dimensiones Perú/Criollo
		Media	D.S.	Media	D.S.	
Fémur	Largo	4.563 ^a	0.268	5.166 ^b	0.151	13.21%
	Ancho	0.447 ^a	0.055	0.569 ^b	0.044	27.29%
Tibia	Largo	4.607 ^a	0.194	5.138 ^b	0.153	11.53%
	Ancho	0.347 ^a	0.048	0.459 ^b	0.038	32.28%

^{a, b} Letras diferentes indican que las dimensiones evaluadas en ambas razas de cuyes son estadísticamente diferentes.

y lumbares en la raza Perú fueron superiores en un 19.92%, 20.99% y 20.54%; respectivamente, a los no mejorados. En tanto que el ancho de las vértebras cervicales, torácicas y lumbares en la raza Perú fueron superiores en un 56.57%, 17.41% y 13.70%; respectivamente, a los no mejorados. En cuanto al número de vertebras los resultados fueron 7 cervicales, 13 torácicas y 6 lumbares para ambos grupos, observándose un único caso de 14 vértebras torácicas en un espécimen de la raza Perú.

Húmero, Radio y Ulna

En el Cuadro 4, apreciamos las dimensiones promedio de los huesos del miembro torácico izquierdo de los animales; en cuanto a la longitud observamos que los huesos húmero, radio y ulna en la raza Perú fueron 7.85%, 14.21% y 14.02% mayores; respectivamente, a los no mejorados. En cuanto al ancho del húmero, radio y ulna en la raza Perú, fueron 31.44%, 6.01% y 23.85% mayores a los no mejorados, respectivamente.

Huesos de la Pelvis

En el Cuadro 5, apreciamos las dimensiones promedio de los huesos de la pelvis, donde se observa que la

longitud, el ancho anterior y el ancho posterior en la raza Perú incrementó en 17.13%, 26.45% y 51.32% respectivamente, en relación a los no mejorados.

Esqueleto del Miembro Pélvico

En el Cuadro 6, apreciamos las dimensiones promedio de los huesos del miembro pélvico izquierdo. En cuanto a su longitud encontramos que los huesos fémur y tibia en la raza Perú incrementaron en 13.21% y 11.53%, respectivamente, en relación a los no mejorados. En cuanto al ancho de los huesos fémur y tibia en la raza Perú se incrementaron en 27.29% y 32.28%, respectivamente, en relación a los no mejorados.

DISCUSIÓN

La intensidad del mejoramiento genético realizado en los cuyes con el propósito de obtener animales productores de carne (de mayor tamaño y peso), ha causado un cambio en los valores de peso y longitud de los animales de la raza Perú. El incremento de la longitud se interpreta como respuesta al crecimiento del esqueleto, masa muscular y órganos internos. Pues los músculos, huesos y otros tejidos conectivos por lo general son capaces de responder de forma

adaptativa a los cambios del peso vivo (Biewener, 1990).

Siendo el incremento porcentual del peso vivo mucho mayor al crecimiento longitudinal en el presente estudio, la raza Perú adopta una forma paralelepípeda rectangular que concuerda con lo manifestado por Chauca (1997) para el desarrollo de un cuy de producción cárnica.

Sisson y Grossman (2000) mencionan que el tamaño craneo facial se relaciona con el tamaño del cuerpo, pudiendo notarlo en los animales raza Perú donde existe un incremento de la longitud corporal y un crecimiento proporcional del cráneo respecto al cuerpo. Sin embargo, esta proporción ha sido beneficiosa en los animales de raza Perú debido a que en ellos la relación cabeza cuerpo disminuye en un 1.26% respecto a los no mejorados. Esta disminución porcentual, es un éxito para el mejoramiento, pues se buscaba tener un animal con una cabeza más pequeña en relación al cuerpo logrando mejorar las características cárnicas de la raza.

La región cervical de la columna vertebral, es una zona de particular interés debido a que el cuello de los mamíferos puede ser mecánicamente interpretado como una viga de carga que sostiene y mantiene fija la cabeza en uno de sus extremos (Sisson y Grossman, 2000). El notorio desarrollo del esqueleto de la cabeza, ocasiona que las vértebras cervicales realicen un mayor trabajo físico, que conlleva a que presenten el cuerpo vertebral con un mayor desarrollo en ancho y menor en longitud.

El húmero es la base de inserción de gran cantidad de músculos que cumplen funciones como fuerza de palanca que ayuda al movimiento del hombro para la locomoción y soporte de la tensión de los músculos que se insertan a este nivel (Sisson y Grossman, 2000; Elissamburu y Vizcaíno, 2004; Osbahr, et al. 2009). Alexander (2003) menciona que el húmero es un eslabón en la cadena de los huesos del esqueleto encargado de alargar la zancada y soportar el peso del cuerpo. El incremento del ancho del húmero indicaría una mayor base de sustentación, el cual puede estar relacionado con la ganancia de peso en el proceso de mejoramiento genético de esta raza.

A nivel del antebrazo se insertan los músculos extensores y flexores que guardan relación con los huesos que conforman el antebrazo. La ulna, es uno de los huesos que tiene mayor relación con músculos

de función flexora. Hildebrand (1985) menciona que para otras especies de roedores, en la locomoción, la función flexora ejerce mayor trabajo. En nuestro estudio encontramos que la ulna de los animales de la raza Perú presenta un mayor incremento del ancho, probablemente a razón de soportar mayor incremento de peso.

Comparando el incremento de longitud de los huesos que conforman el antebrazo, el radio y la ulna incrementaron su tamaño de manera proporcional, siendo más largos que el húmero. El radio, ulna y húmero son los que se encuentran más estrechamente relacionados a la locomoción (Sisson y Grossman, 2000).

El crecimiento en longitud fue proporcional en todos los huesos del tren posterior, siendo menor al incremento del ancho de los mismos, estos datos corroboran lo expresado por autores como Sanchez-Villagrà et al. (2003) quienes mencionan que el fémur y el húmero son los únicos huesos que cumplen la función de soportar el peso. Osbahr et al. (2009) menciona que tanto el fémur como la tibia se encargan de soportar el peso y ayudan a crear una mejor base de sustentación incrementando el ancho del hueso y de esta manera beneficiar la inserción de la masa muscular del tren posterior.

Asimismo, los miembros posteriores mantienen una relación más estrecha con la capacidad de locomoción en los animales. Tanto el fémur como la tibia son los encargados de realizar la propulsión del aparato locomotor de las extremidades posteriores; el incremento del ancho permite la inserción de mayor masa muscular para ejercer la fuerza suficiente durante este movimiento. Esto corrobora lo mencionado por Osbahr et al. (2009), Sánchez-Villagrà et al. (2003) y Elissamburu y Vizcaino (2004). Así mismo el incremento del ancho del fémur brinda una ventaja mecánica para la inserción muscular y una mayor rigidez en el hueso, permitiéndole tener al animal mayor fuerza en sus miembros posteriores (Osbahr et al., 2009).

El incremento del ancho caudal de la pelvis fue mayor en la raza Perú, presentando un mayor incremento con respecto al ancho craneal y longitud. Este incremento en hembras puede significar una mejor apertura en el canal pélvico para los fines de parto en esta raza debido a que sus crías al nacimiento tienen un mayor peso y tamaño, en comparación con los no mejorados, esto corrobora lo expresado por Chauca

(1997). Adicionalmente podemos mencionar que la observación comparativa directa de esqueletos de chinchilla, rata y conejo con el cuy, muestra mayor desarrollo de masa ósea del esqueleto de este último; lo que podría indicar que el cuy es capaz de soportar más peso corporal.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El ancho de la tercera vértebra cervical de los cuyes raza Perú se desarrollaron de manera proporcional al crecimiento de la cabeza.

El incremento del tamaño de los huesos refleja una mayor superficie, en donde se facilitaría la inserción muscular, siendo esto benéfico por ser un animal de producción cárnica.

Los resultados obtenidos del incremento de peso y longitud en los animales raza Perú, corrobora la comparación realizada entre el cuy y la forma de un paralelepípedo rectangular característico en un animal productor de carne.

Es recomendable establecer estudios comparativos con otras razas de cuyes y sus híbridos en búsqueda de obtener mejores características de producción cárnica.

REFERENCIAS

Alexander R McNeill. 2003. A rodent as a big buffalo. *Rev. Science*. 301, 1678-1679.

Biewener Andrew. 1990. Biomechanics of Mammalian Terrestrial Locomotion. *Rev. Science* 250, 1097-1103.

Chauca L. 1997. Producción de Cuyes (*Cavia porcellus*) En: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (FAO). 138: 1-3; 53.

Chauca L; Zaldivar M, Muscari J. 1992. Efecto del Empadre Post Parto y Post Destete sobre el Tamaño y Peso de la Camada en Cuyes. Turrialba. *Rev. Inf. de Ciencias Agrícolas*. 42, 32 – 37.

Chauca L, Muscari GJ, Higaona OR, Saravia DJ, Gamarra J y Florian AA. 1995. Proyecto Sistemas de Producción de Cuyes en el Perú, FASE I y II. INIA-CIID, Informe técnico final, vol. I y II. 201.

Carpenter J, Mashima T, Rupiper D. 2001. Exotic Animal Formulary. 2da ed. Philadelphia: Saunders. 285.

Delgado M, Otón S. 1994. Fundamentos Radiodiagnóstico. En: Gil Gyarre Miguel. Manual de radiología clínica. Barcelona. Doyma Libros. 49-66.

Elissamburu A, Vizcaíno F. 2004. Limb Proportions and Adaptations in Caviomorph Rodents (Rodentia: Caviomorpha). *J. Zool*. 262, 145-159.

Garcés G, De Castro Moraleja R. 1994. Modificaciones Fisiarias en el Conejo Inducidas por Campos Electromagnéticos *Rev Esp. Cir Osteoart*. 29, 199-203.

Hildebrand M. Functional Vertebrate Morphology. 1985. En: Osbahr K, Acevedo P; Villamizar A, et al. 2009. Comparación de la Estructura y de la Función de los Miembros Anteriores y Posteriores de *Cuniculus taczanowskii* y *Dinomys branickii*. *Rev.udcaactual.divulg.cient*. 12, 37-50.

INIA-INCAAGRO. 2005. Sub Proyecto: Genración de Líneas mejoradas de Cuyes de Alta Productividad. Recuperado de: <http://www.inia.gob.pe/documentos/INIA-INCAAGRO2005.pdf>

Montalvo V, Barría P. 1998. Mejoramiento Genético de Animales. *Rev. Ciencia al Día*. 1: 1-19.

Osbahr K, Acevedo P, Villamizar A. et al. 2009. Comparación de la Estructura y de la Función de los Miembros Anteriores y Posteriores de *Cuniculus taczanowskii* y *Dinomys branickii*. *Rev.udcaactual.divulg.cient*. 12, 37-50.

Sánchez P, Méndez R.1997. La Imagen: Conceptos básicos. En: Álvarez-Pedrosa, Casanova R., Diagnóstico por Imagen Tratado de Radiología Clínica. Madrid. McGraw Hill. 926

Sánchez-Villagra M, Aguilera O, Horovitz I. 2003. The Anatomy of the World's Largest Extinct Rodent. *Rev. Science*. 301, 1708-1710.

Sisson S. y Grossman J.D. 2000. Anatomía de los animales domésticos. 5ta edición. Tomo I. Ed. Masson. Barcelona. 1335.

Steel R, y Torrie J. 1992. Bioestadística. Principios y Procedimientos. México. Graf América. 620.

Thrall R. 2003. Manual de Diagnóstico Radiológico Veterinario 4ta edición. Ed- ELSEVIER Madrid. 758 p.

Valencia T. 1976. Contribución al Estudio Anatómico del Sistema óseo del Cuy. Tesis de Médico Veterinario. Lima. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. 42.

Zaldivar M, Chauca L. Chian M, Gutierrez N, Gamoza V. 1991. Evaluación y estudio económico de curvas de crecimiento de cuatro líneas de cuyes. *Rev. Informativa de Ciencias Agrícolas*. 41, 53 – 56.