

Efecto del tamaño de camada y número de parto en el crecimiento de cuyes (*Cavia porcellus* Rodentia: caviidae)*

William Burgos-Paz**, Carlos Solarte-Portilla***, Mario Cerón-Muñoz****

Resumen

Introducción. El cuy es una especie con un gran potencial para la producción de proteína de origen animal, gracias a su alta precocidad y rápido crecimiento pero son pocos los reportes que evalúan el crecimiento de esta especie y su relación con características productivas. Una forma para describir el crecimiento es mediante modelos matemáticos no lineales, los cuales se han empleado en múltiples especies, dada su facilidad de cálculo y ajuste de los datos. **Objetivo.** Describir la curva de crecimiento de cuyes hembra mediante un modelo no lineal, y evaluar la relación que tiene el tamaño de camada (TC) y número de parto (NP) en los parámetros de las curvas, peso y madurez a diferentes edades. **Materiales y métodos.** Se analizaron 2505 registros de pesaje de 501 cuyes hembra, en el nacimiento, el destete, a cuatro, ocho y doce semanas de vida del animal. La curva se llevó a cabo mediante el modelo no lineal de Von Bertalanffy. Se determinó la significancia de las variables dependientes, madurez a los 90 (M90) y 120 días (M120), además del peso a los 15 (P15), 30 (P30) 60 (P60) y 90 días (P90), mediante un modelo mixto que incluyó los efectos de tamaño de camada, número de parto, grupo contemporáneo y ambiente común. **Resultados.** El análisis de varianza permitió determinar que existe una relación entre TC y NP, para las variables β_1 , M90, M120, P15, P30 P60 y P90, mientras que para el peso a los 120 (P120) y 180 días (P180), no se encontró relación y los individuos mostraron un crecimiento similar. **Conclusiones.**

El modelo de Von Bertalanffy permitió ajustar los pesos de cuyes hembra y la modelación del crecimiento en esta especie. Por otro lado, se observó que al aumentar el número de partos, las crías alcanzan más rápido su madurez.

Palabras clave: crecimiento, madurez, modelos no lineales, precocidad.

Effect of the breed size and the delivery number on the Guinea pig's growth (*Cavia porcellus* Rodentia: caviidae)

Abstract

Guinea pig is a species with a great potential to produce animal origin protein, given its precocity and fast growth, but just a few reports evaluate the growth of this species and its reproductive characteristics. One way to describe the growth of Guinea pigs is by the use of mathematic non-linear models, previously used to study many other species, given their easy calculations and data adjustment. **Objective.** To describe the growth curve of female Guinea pigs by the use of a non linear model and evaluate the correlation of the breed's size and the delivery number on the parameters of the curves, weight and maturity at different ages. **Materials and methods.** 2505 weight records of 501 female Guinea pigs were analyzed in the delivery and the weaning, at four, eight and twelve weeks of age. The curve was taken by the use of a Von Bertalanffy's non linear model. The

* Proyecto financiado por el Comité para el Desarrollo de la Investigación de la Universidad de Antioquia- CODI y la Fundación Universitaria San Martín

** Zootecnista. M.Sc. Universidad de Antioquia. Grupo de Investigación en Genética, Mejoramiento y Modelación Animal GaMMA, Universidad de Antioquia, A. A. 1226, Medellín, Colombia.

*** Zootecnista Dr. Sc. Grupo de Investigación en Producción y Sanidad Animal, Universidad de Nariño, A. A. 1175, Pasto, Colombia.

**** Zootecnista Dr. Sc. Grupo de Investigación en Genética, Mejoramiento y Modelación Animal GaMMA, Facultad Ciencias Agrarias, Universidad de Antioquia, A. A. 1226, Medellín, Colombia.

Correspondencia: William Burgos Paz. e-mail: williamobur@gmail.com

Artículo recibido: 20/06/2009; Artículo aprobado: 3/12/2010

significance of the independent variables was determined, maturity at 90 (M90) and 120 days (M120), and the weight at 15 (P15), 30 (P30), 60 (P60) and 90 days (P90) by the use of a mixed model that included the effects of the breeds' size, delivery number, contemporary group and common environment. **Results.** The variance analysis determined that there is a correlation between the breed's size and the delivery number for the β_1 , M90, M120, P15, P30 P60 y P90 variables; while there was no correlation for the weight at 120 (P120) and 180 days (P180), and the animals had a similar growth. **Conclusions.** Von Bertalanffy's non linear model was useful to adjust the weights of the female Guinea pigs and the modeling of the growth of that species. On the other hand, it was evidenced that a higher number of deliveries brought a faster maturity of young Guinea pigs.

Efeito do tamanho de ninhada e número de parto no crescimento de preá (*Cavia porcellus* Rodentia: caviidae)

Resumo

Introdução. O preá uma espécie com um grande potencial para a produção de proteína de origem animal, graças a sua alta precocidade e rápido crescimento, mas são poucos os reportes que avaliam o crescimento desta espécie e sua relação com características produtivas. Uma forma

para descrever o crescimento é mediante modelos matemáticos não lineares, os quais se empregaram em múltiplas espécies, dada sua facilidade de cálculo e ajuste dos dados. **Objetivo.** Descrever a curva de crescimento de preá fêmea mediante um modelo não linear, e avaliar a relação que tem o tamanho de ninhada (TC) e número de parto (NP) nos parâmetros das curvas, peso e maturidade a diferentes idades. **Materiais e métodos.** Analisaram-se 2505 registros de pesagem de 501 preá fêmea, no nascimento, o desmamar, a quatro, oito e doze semanas de vida do animal. A curva se levou a cabo mediante o modelo não linear de Von Bertalanffy. Determinou-se a significância das variáveis dependentes, maturidade aos 90 (M90) e 120 dias (M120), além do peso aos 15 (P15), 30 (P30) 60 (P60) e 90 dias (P90), mediante um modelo misto que incluiu os efeitos de tamanho de ninhada, número de parto, grupo contemporâneo e ambiente comum. **Resultados.** A análise de variância permitiu determinar que existe uma relação entre TC e NP, para as variáveis β_1 , M90, M120, P15, P30 P60 e P90, enquanto para o peso aos 120 (P120) e 180 dias (P180), não se encontrou relação e os indivíduos mostraram um crescimento similar. **Conclusões.** O modelo de Von Bertalanffy permitiu ajustar os pesos de cuyes fêmea e a modelação do crescimento nesta espécie. Por outro lado, observou-se que ao aumentar o número de partos, as crianças atingem mais rápido sua maturidade.

Palavras Importantes: crescimento, maturidade, modelos não lineares, precocidade.

Introducción

El *Cavia porcellus* (Rodentia: caviidae) es un mamífero roedor originario de la zona andina de Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú¹, distribuido en Suramérica, desde Venezuela hasta la provincia de Buenos aires en la Argentina². Tanto en Perú como en Ecuador, el cuy se encuentra distribuido a los largo de su territorio, mientras que en Colombia su distribución es regional¹, principalmente en el departamento de Nariño y otras regiones como Cauca y Putumayo³.

El cuy posee varias características que lo convierten en un animal con gran potencial de producción, como su alta precocidad, fácil manejo, comportamiento herbívoro y gran capacidad para el consumo de forraje y aptitud para la producción de carne³; por otro lado, esta es-

pecie tiene camadas numerosas y una tasa reproductiva alta. La demanda de energía en los cuyes se distribuye de forma regular en el ciclo reproductivo, debido al largo período de gestación, por lo que la eficiencia de la conversión energética en la descendencia es excepcional⁴ e influye así en el rápido crecimiento y desarrollo del individuo.

Estas características han motivado la búsqueda de cuyes con índices productivos más altos mediante la selección por el mérito genético de los reproductores⁵ y para esto se han aplicado modelos de evaluación genética, básicamente para la estimación de heredabilidad y otros parámetros con modelos que cada vez han adquirido mayor complejidad, así como estudios en el plano molecular⁶ en busca de mayores niveles de confiabilidad.

Desde hace un tiempo se ha realizado la evaluación del crecimiento de los animales mediante la construcción de modelos matemáticos, con el fin de identificar algunos factores relacionados con el desarrollo de los individuos⁷. Estos modelos, a su vez, permiten el cálculo de los valores máximos de crecimiento, por medio de los cuales se puede determinar la edad óptima para el sacrificio de los animales con el máximo beneficio económico⁸, al mismo tiempo que indican la edad a la que alcanzan la madurez como factor determinante en el crecimiento de la población. Uno de estos modelos empleados para describir el crecimiento es el modelo de Von Bertalanffy, que se caracteriza por su facilidad de cálculo y ajuste de los datos⁹.

El objetivo del presente estudio fue describir la curva de crecimiento de cuyes hembra mediante el modelo no lineal de Von Bertalanffy; asimismo, se evaluó la relación que tienen el tamaño de camada (TC) y el número de parto (NP) del cual provienen los individuos, con los parámetros de las curvas, el peso y la madurez a diferentes edades.

Materiales y métodos

El conjunto de datos empleado en este trabajo contenía la información de 2505 pesajes de 505 cuyes hembra pertenecientes a la granja experimental Botana propiedad de la Universidad de Nariño, ubicada a 9 kilómetros de la ciudad de San Juan de Pasto, en el suroccidente de la República de Colombia, con coordenadas 01 09' latitud norte y 77 08' longitud oeste, una altura de 2820 msnm, temperatura promedio de 12.7°C, 967 mm de precipitación pluvial media anual y humedad relativa de 73%⁶.

Los registros de peso de los animales fueron tomados al nacimiento, destete, cuatro, ocho y doce semanas de vida. Al momento del destete, que se realizó aproximadamente a las 2 semanas de vida, los animales fueron separados por sexo y se alimentaron con pasto raygras (*lolium* sp) y suplementados con concentrado ad libitum. El modelo no lineal empleado para describir la función de crecimiento fue el de Von Bertalanffy, cuya ecuación es:

$$y_i = \beta_0 \left(1 - \beta_1 e^{-\beta_2 t} \right)^3 + e_i$$

Donde, Y_i representa el peso del animal en el i -ésimo tiempo t ; β_0 es el peso asintótico cuando t tiende a infinito; β_1 es un parámetro de ajuste cuando $y \neq 0$ ó $t \neq 0$, el cual no posee un significado biológico; β_2 es la tasa de madurez, el 3 que corresponde al punto de inflexión para este modelo¹⁰ y e_i es el error asociado a cada observación. Para la estimación de la madurez a diferentes edades, se aplicó la misma ecuación pero no se incluyó el parámetro β_0 , con lo cual se calculó la proporción de crecimiento del peso asintótico en t tiempo.

La selección de este modelo se basó en la capacidad de ajuste de los datos de crecimiento en esta especie⁹, así como su facilidad de cálculo¹⁰. La estimación de los coeficientes β_0 , β_1 y β_2 se realizó por el procedimiento NLIN del paquete estadístico SAS versión 9.1¹¹. Como criterios de ajuste de la curva, se tuvieron en cuenta el porcentaje de curvas que alcanzaron el criterio de convergencia (R^2)¹² cuando el cambio en la suma de cuadrados de los residuales entre las iteraciones era menor a 10^{-8} , así como el coeficiente de determinación mediante la fórmula, $1-SSR/SSTc$, donde SSR es la suma de cuadrados de los residuales y SSTc es la suma de cuadrados total corregida.

Para determinar el efecto del número de parto (NP) y tamaño de camada (TC), en los coeficientes de la curva de crecimiento β_0 , β_1 y β_2 , así como el peso al destete (P15), peso a los 30 días (P30), peso a los 60 días (P60), peso a los 90 días (P90), peso a los 120 días (P120), y peso a los 180 días de edad (P180), y la madurez a los 30 días (M30), a los 90 días (M90), y a los 180 días de edad (M180) ajustadas con el modelo de Von Bertalanffy, se realizó un análisis de varianza mediante el siguiente modelo:

$$Y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \theta_k + d_{l(k)} + \alpha\beta_{(ij)} + e_{m(ijkl)}$$

Donde, Y_{ijkl} corresponde a la variable respuesta peso al destete (P15), peso a los 30 días (P30), peso a los 60 días (P60), peso a los 90 días (P90), peso a los 120 días (P120), y peso a los 180 días de edad (P180), así como también la madurez a los 30 días (M30), a los 90 días (M90), y a los 180 días de edad (M180); μ es la media general, α_i es el efecto fijo de tamaño de camada (TC), donde $i = 3, \dots, 7$; β_j es el efecto fijo de número de parto (NP), donde

$j = 1, \dots, 4$; θ_k es el efecto fijo de grupo contemporáneo (GC) formado por año y época de nacimiento; $d_{l(k)}$ es el efecto aleatorio de ambiente común o camada en la que creció el individuo; $\alpha\beta_{(ij)}$ es la interacción tamaño de camada y número de parto; y $e_{m(ijkl)}$ es el error asociado a cada observación. Para el análisis de varianza se utilizó el procedimiento MIXED de SAS versión 9.1.

Resultados

El coeficiente de determinación R^2 de las curvas obtenidas con el modelo de Von Bertalanffy para cada animal osciló entre 0,82 y 0,99, donde el 90% de las curvas alcanzó valores de R^2 superiores a 0,90. Por otro lado, el 86,34% de las curvas fue altamente significativo ($P < 0,01$); el 11,91%, significativo ($P < 0,05$), y el restante 1,75% fue no significativo ($P > 0,05$). Al considerar el criterio de convergencia, únicamente en el 2,11% de los animales no se alcanzó este criterio. Esto indica que el modelo de Von Bertalanffy no presentó ninguna dificultad computacional para estimar los coeficientes del modelo y logró ajustar los registros de pesaje en cuyes hembra.

Los valores estimados para los parámetros de la función de crecimiento en la población de cuyes hembra de estudio fueron $1042,7 \pm 17,975$ gr para β_0 , $0,485 \pm 0,0034$ para β_1 y $0,0214 \pm 0,00068$ para β_2 . Con los anteriores parámetros se calcularon los pesos predichos a las diferentes edades. En la figura 1, se presentan los valores de peso corporal observados a diferentes edades en cuyes hembra.

La función de crecimiento de Von Bertalanffy permitió la modelación de las curvas considerando el número de parto y tamaño de camada, y presentó un buen ajuste de los datos de pesaje, al presentar valores de R^2 que oscilaron entre 0,952 y 0,986, con un promedio de 0,969. En la figura 2, se presenta la curva de crecimiento de los individuos de acuerdo con el tamaño de camada y número de parto hasta los 180 días de edad, construida con los diferentes parámetros estimados con el modelo.

Cuando se graficaron las curvas para los diferentes tamaños de camada y número de parto,

se observó que los animales de camada seis y siete presentaron las curvas con menor peso a 180 días, sin embargo, la tendencia de la curva es similar para todos los casos.

Mediante el análisis de varianza, (tabla 1), se observó que la interacción de tamaño de camada y número de parto repercutió sobre el comportamiento de las variables β_1 , M90, M120, P15, P30 P60 y P90, es decir, los pesos de los animales en los primeros 3 meses de vida; asimismo, la madurez en edades superiores a 90 días es influenciada por los dos efectos.

El ambiente común presentó un efecto altamente significativo ($P < 0,01$) dentro del modelo para todas las variables. Es decir, que una parte de la varianza total observada se debió a las diferencias dentro de cada grupo de animales donde los animales muestran niveles de jerarquía y una estructura social definida. La comparación de medias ajustadas mostró que el menor peso al nacimiento lo presentaron los animales de TC-6 nacidos en primer parto con $93,52 \pm 11,61$ g. ($P < 0,05$), mientras que el mayor peso fue para los nacidos en TC-3 y NP-1, con $167,80 \pm 4,42$ g. ($P < 0,05$).

Para el peso al destete (P15), los animales de TC-3 y NP-3 presentaron el mayor peso con $313,66 \pm 10,16$ g., ($P < 0,05$). Los animales de TC-6 y NP-3 mostraron el menor peso al destete, con $188,72 \pm 36,45$ g. Los pesos al destete obtenidos para individuos nacidos en TC-6 en los diferentes números de parto presentaron diferencias significativas ($P < 0,05$) con respecto a los individuos nacidos en los demás tamaños de camada y número de parto. En la figura 3, se presenta una gráfica con los pesos al destete, de acuerdo con el tamaño de camada y número de parto.

Para este estudio no se contó con pesajes de animales nacidos en NP-4 y TC-7. Por otro lado, los animales de TC-6 y TC-7 presentaron errores superiores con respecto a la media, comparados con los demás tamaños de camada, debido principalmente a un menor número de animales con registros de pesaje.

Para el peso a los 90 días (P90), los animales de TC-5 y NP-3 mostraron la mayor media de peso, con $905,21 \pm 30,61$ g, y presentaron dife-

rencias estadísticas significativas ($P < 0,05$) con animales de TC-6 y TC-7 nacidos en diferentes

NP. Los animales de TC-6 y NP-3 fueron los de menor peso con $658,54 \pm 83,13$ g.

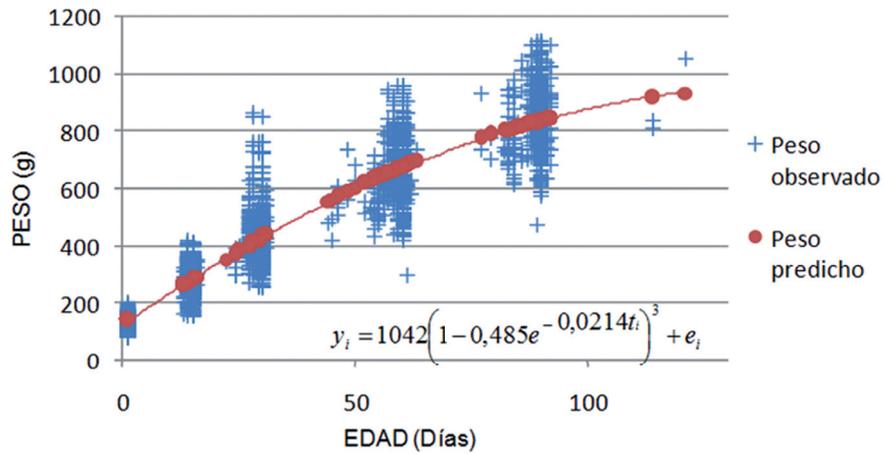


Figura 1. Valores de peso observado y peso predicho con la función de crecimiento de Von Bertalanffy para cuyes hembra

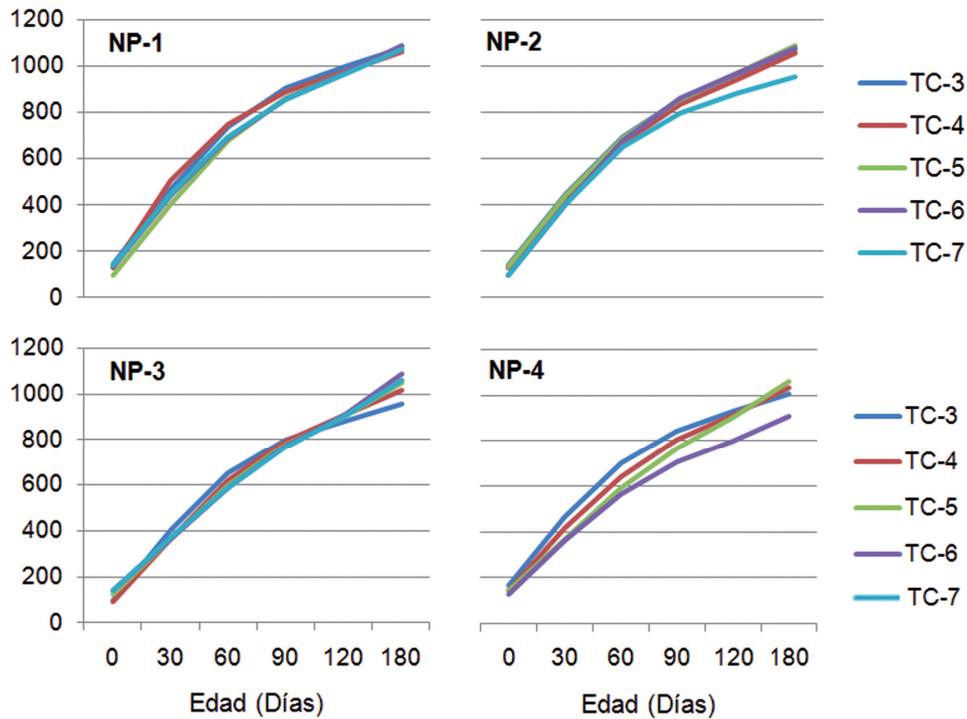


Figura 2. Curvas de crecimiento estimadas con el modelo de Von Bertalanffy según el tamaño de camada y número de parto en cuyes

Tabla 1. Resultados del análisis de varianza

Fuente de variación	Variables												
	β_0	β_1	β_2	M30	M90	M120	PN	P15	P30	P60	P90	P120	P180
GC	NS	NS	**	**	**	**	NS	**	**	**	**	*	NS
TC	NS	**	NS	**	*	*	**	**	**	**	**	*	NS
NP	NS	**	**	**	**	**	**	*	**	**	**	*	NS
TC*NP	NS	**	NS	NS	*	*	**	**	**	**	*	NS	NS

NS = No significativo ($p > 0,05$); * diferencia estadística significativa ($p < 0,05$); ** diferencia estadística altamente significativa ($P < 0,01$)

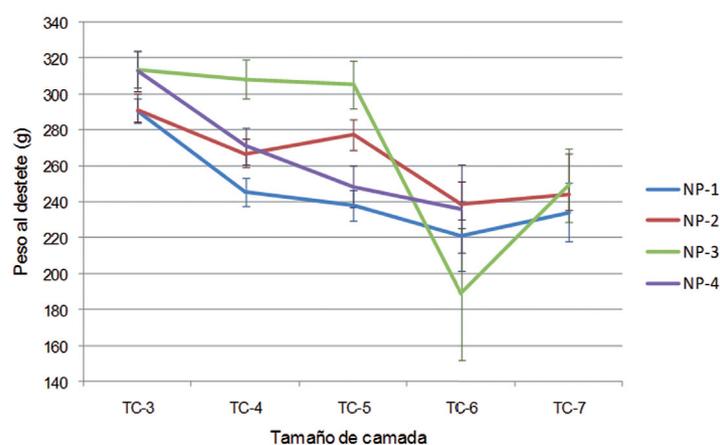


Figura 3. Peso al destete estimado de los diferentes tamaños de camada, según el número de parto

Con respecto al peso a los 120 días (P120) y peso a 180 días (P180), no se encontró interacción entre el TC y NP, y los individuos mostraron un crecimiento similar, tal como se puede apreciar en la figura 2. Los mayores pesos para P120 y P180 lo presentaron los animales de TC-5 y NP-3 con $998,61 \pm 37,35$ g, y $1083,63 \pm 34,76$ g para TC-5 y NP-2, respectivamente; mientras que los animales de TC-6 y NP-3 presentaron el menor peso a los 120 y 180 días con $754,15 \pm 100,39$ g y $844,16 \pm 144,75$ g.

La interacción de TC y NP presentó un efecto sobre las variables de madurez a los 90 y 120 días de edad; para la variable M90, los valores de madurez oscilaron entre $82,59 \pm 3,3\%$ para animales de TC-3 y NP-4, y $55,53 \pm 5,0\%$ para

animales de TC-7 y NP-1, y, a su vez, presentó diferencias altamente significativas ($P < 0,01$) con las demás interacciones incluidas en el estudio.

En la producción de cuyes, la madurez a los 120 días es una importante variable, dada su relación con parámetros de crecimiento, al igual que con variables reproductivas como la edad al primer servicio. Para la madurez a los 120 días (M120), el mayor porcentaje de madurez lo presentaron los individuos de TC-5 y NP-3 con el $90,36 \pm 3,4\%$, mientras que el menor porcentaje se observó en animales de TC-7 y NP-1 con $65,75 \pm 4,3\%$. La madurez a los 120 días de edad según el TC y NP puede apreciarse en la figura 4.

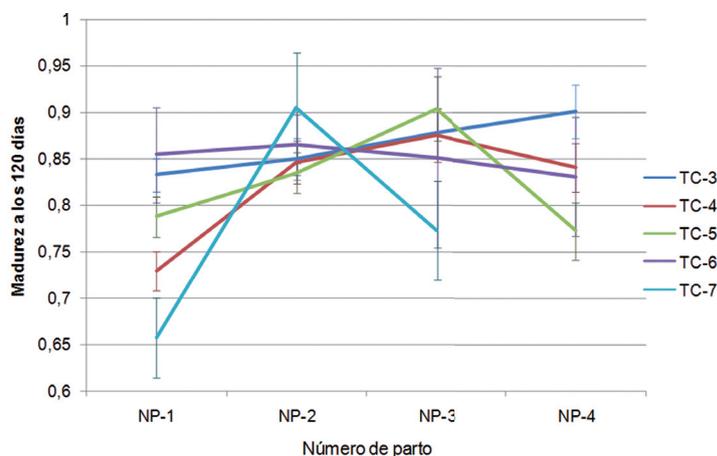


Figura 4. Madurez estimada a los 120 días en los diferentes tamaños de camada, según el número de parto en cuyes

Discusión

Los valores peso al nacimiento y destete mostraron que los individuos nacidos en tamaños de camada menor o igual a 4 presentaron mayores pesos durante los primeros estadios de vida. Sin embargo, luego de los 90 días de edad, los individuos nacidos en camadas superiores a 4 mostraron pesos similares a los nacidos en camadas de 4 o menos individuos.

En este aspecto se reporta que el aumento del número de crías disminuye el peso al nacer y puede incrementar las pérdidas por mortalidad de éstas¹³, además, existe un efecto asociado a la competencia por alimento, puesto que a menor número de camada hay una mayor disponibilidad de alimento; caso contrario ocurre cuando la camada es numerosa^{14 15}.

En cuanto al efecto de número de parto, se observó que individuos nacidos en segundo y tercer parto presentaron los mayores pesos a los 90 y 120 días, en los diferentes tamaños de camada. Al respecto, algunos autores han asociado estos resultados a la llegada de la madurez reproductiva y física de las hembras, posterior al segundo parto¹⁶. Por otro lado se encontró que los individuos nacidos en el parto cuatro alcanzaron los menores pesos a los 90 y 120 días de edad. Lo anterior podría deberse al desgaste físico que tiene la hembra durante su fase reproductiva, si se considera la capaci-

dad de las hembras de esta especie en presentar un celo efectivo pocas horas después del parto, y así alcanzar un número total de cuatro partos al año³.

Para los pesos a 90 y 120 días de edad, donde los animales son sacrificados y comercializados, se observó que los mayores pesos a los 90 días fueron alcanzados por los individuos provenientes de TC-5 y TC-4 para el NP-3; y para los 120 días los individuos con mayor peso provenían de TC-5 en NP3 y NP2.

Posterior al destete, el efecto ambiental del tamaño de camada disminuye¹⁷, debido a que los animales son separados de la madre, y la ganancia de peso va a depender de la habilidad para alimentarse y es aquí donde los animales de camada numerosa expresan la habilidad para conseguir alimento.

Con respecto a la madurez se encontró que a los 120 días de edad, con excepción de los individuos nacidos en TC-1 y NP-4, todos presentaron porcentajes superiores a 72,89%. Este grado de madurez que hace referencia al porcentaje de peso máximo alcanzado a la edad de 120 días, presenta diferencias asociadas a la eficiencia biológica del individuo¹⁸, donde la mayoría de cambios en la composición de la canal de los individuos ocurren entre el nacimiento y el 75% de madurez¹⁹. Hasta el 75% de madurez se espera que los diferentes

órganos y huesos hayan alcanzado se tamaño maduro, la cantidad de músculo sea máxima y no haya acumulación de grasa²⁰.

Los mayores porcentajes de madurez fueron presentados por los individuos nacidos en TC-3, TC-4 y TC-5 a medida que incrementó el número de parto. Sin embargo, para el NP-4 en animales de TC-4 y TC-5, el porcentaje de madurez desciende. En los animales de TC-7, se observó una amplia variación de la madurez a través de los diferentes partos, aunque estos valores pueden ser influenciados por el bajo número de registros obtenidos, puesto que en cuyes no es común encontrar partos con este TC.

Lo anterior muestra una fuerte influencia del NP en el desarrollo y acabado final de las crías, a tamaños de camada numeroso. Al respecto se ha reportado que esta influencia podría darse desde el crecimiento prenatal de los individuos, considerando que a primer parto, las madres de estos individuos podrían llegar con una baja madurez física o reproductiva, medida en un útero que no ha logrado su desarrollo y no puede proporcionar un ambiente óptimo para el desarrollo de múltiples crías durante la gestación²¹.

Los resultados encontrados indican que los animales provenientes de NP-2 y NP-3 son los más precoces a lo largo de su vida productiva con respecto a los individuos nacidos en otro número de parto y se pueden relacionar directamente con los resultados obtenidos para pesos a diferentes edades.

Conclusiones

La modelación de la curva de crecimiento permite identificar la incidencia de factores, como el tamaño de camada o el número de parto, que alteran el desarrollo normal de los individuos, y así plantear estrategias que permitan llevar a cabo el mejoramiento de la producción, al proporcionar estimados de madurez y peso a diferentes edades en la población en estudio.

Bajo las condiciones de estudio planteadas, los resultados sugieren que el modelo de Von Bertalanffy permite hacer un ajuste del peso de cuyes hembra y, por tanto, la modelación del

crecimiento en esta especie. También permitió establecer que los individuos nacidos en TC-3, TC-4 y TC-5 presentaron mayores porcentajes de madurez a medida que incrementa el orden de parto, por ende, son los individuos que alcanzan más rápido su madurez y son más eficientes durante su vida productiva.

Agradecimientos

A la Universidad de Nariño, por facilitar la información para este trabajo.

Referencias

1. CHAUCA, Lilia. Producción de cuyes *Cavia porcellus*. Estudio FAO producción y sanidad animal. [en línea]. Roma: FAO, 1997. [Citado 20 de septiembre 2008]. URL disponible en: <http://www.fao.org/docrep/W6562s/w6562s00.HTM>
2. ZÚÑIGA, Henry; et al. Revisión taxonómica de las especies del genero *Cavia* (Rodentia: Caviidae) en Colombia. En: Acta Zoológica Mexicana. 2002. N° 87, p. 111-123.
3. CAICEDO, Alberto. Experiencias investigativas en la producción de cuyes. Pasto: Universidad de Nariño, 1999. 506 p.
4. KRAUS, Cornelia; TRILLMICH, Fritz y KÜNKELE, Joachim. Reproduction and growth in a precocial small mammal, *Cavia magna*. En: Journal of Mammalogy. 2005. Vol. 86, no. 4, p. 763-772.
5. SOLARTE PORTILLA, Carlos Eugenio y VITERI, Luis Ernesto. Índice de selección, prueba de progenie, y prueba de comportamiento en cuyes. En: Revista de Zootecnia. 2001. Vol. 4, no. 7, p.35-44.
6. BURGOS PAZ, William Orlando; et al. Estudio de la diversidad genética de tres poblaciones de *Cavia porcellus* Lin. (Rodentia: caviidae) mediante el marcador molecular RAPD. En: Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. 2007. Vol. 20, no. 4, p. 584.
7. TEDESCHI, Luís Orlando; et al. Estudo da Curva de Crescimento de Animais da Raça Guzerá e seus Cruzamentos Alimentados a Pasto, com e sem Suplementação. 1. Análise e Seleção das Funções Não-Lineares. En: Revista Brasileira de Zootecnia. 2000. Vol. 29, no. 2, p. 630-637.
8. AGUDELO-GÓMEZ, Divier; CERÓN-MUÑOZ, Mario y RESTREPO, Luís F. Modelación de fun-

- ciones de crecimiento aplicadas a la producción animal. En: Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. 2007. Vol. 20, no. 4, p. 157-173.
9. NOGUERA, Ricardo; PEREIRA, Rosa Lila y SOLARTE, Carlos Eugenio. Comparación de modelos no lineales para describir curvas de crecimiento en cuyes (*Cavia porcellus*) desde el nacimiento hasta la edad de sacrificio. Livestock Research for Rural Development [en línea]. noviembre 2008, vol. 20, no. 5. [Citado en enero 2009]. URL Disponible en: <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd20/5/cont2005.htm>
 10. LOPEZ DE TORRE, G. ; et al. Effects of growth curve parameters on cow efficiency. En: Journal of Animal Science. 1992. Vol. 70, no. 9, p. 2668-2672.
 11. SAS INSTITUTE INC. SAS/STAT™. Users guide for windows environment 9.1. Cary, 2006. SAS Publishing, 296 p.
 12. DOREN, P., et al. Estimating parameters of growth curves of bulls. En: Journal of Animal Science. 1989. Vol. 67, no. 6, p.1432-1445.
 13. PEREZ, E., et al. Reducción de la mortalidad en crías porcinas modificando la lactancia. En: Archivos de Zootecnia. 2002. Vol. 51, no. 195, p.381-384.
 14. REHLING, Anke y TRILLMICH, Fritz. Weaning in the guinea pig (*Cavia aperea f. porcellus*): Who decides and by what measure?. En: Behavior Ecology and Sociobiology. 2007. Vol. 62, no. 2, p.149–157.
 15. KÜNKELE, Joachim. y TRILLMICH, Fritz. Are precocial young cheaper? Lactation energetics in the guinea pig. En: Physiological Zoology. 1997. Vol. 70, no.5, p. 589 – 596.
 16. GÓMEZ MEDINA, Mario; SEGURA-CORREA, José. y RODRÍGUEZ-BUENFIL, Jorge. Efecto de año, bimestre y número de parto de la cerda en el tamaño y peso de la camada al nacer y al destete en una granja comercial. En: Revista Biomédica. Enero-Marzo 1999. Vol. 10, no. 1, p. 23-28.
 17. SOLARTE, Carlos; SOTO, F. y PÉREZ, Tania. Modelo Animal Multicarácter para la selección de reproductores *Cavia porcellus* en Colombia. En: Revista Cubana de Ciencias Agrícolas. 2002. Vol. 36, no. 1, p. 25-29.
 18. SCHREURS, N., et al. Meta-analysis of the effect of animal maturity on muscle characteristics in different muscles, breeds, and sexes of cattle. En: Journal of Animal Science. 2008. Vol. 86, no. 11, p.2872-2887
 19. FITZHUGH, H. y TAYLOR, C. Genetic Analysis of Degree of Maturity. En: Journal of Animal Science. 1971. Vol. 33, no. 4, p.717-725
 20. JENKINS, T. y LEYMASTER, K. Estimates of maturing rates and masses at maturity for body components of sheep. En: Journal of Animal Science. 1993. Vol. 71, no. 11, p. 2952-2957.
 21. YÁÑEZ, L.; TROMPIZ, J. y VECCHIONACCE, H. Introducción de razas de cerdos hiperprolíficas chinas en las occidentales: Una revisión. En: Archivos Latinoamericanos de Producción Animal. 2005. Vol. 13, no. 2, p. 70-80.