

CRECIMIENTO POR SEXOS DEL CHIGÜIRE (*Hydrochoerus hydrochaeris*) MANTENIDO EN SEMIEXTENSIVIDAD EN LOS LLANOS ARAUCANOS DE COLOMBIA

DIFFERENTIATED SEXUAL GROWTH IN “CHIGÜIRE” (*Hydrochoerus hydrochaeris*) MANTAINED UNDER SEMI-EXTENSIVE CONDITIONS IN ARAUCAN “LLANOS” OF COLOMBIA

Parés-Casanova P.M.^{1*}, Muñoz F.A.², Salamanca-Carreño A.², Blanco C.², Cala D.²

¹Departament de Ciència Animal. Universitat de Lleida. Lleida (Cataluña, España). *peremiquelp@ca.udl.cat

²Grupo de Investigaciones los Araucos. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Cooperativa de Colombia. Arauca. Colombia.

Keywords: Capybara; *Cavidae*; Development; *Hydrochoerinae*; Rodent.

Palabras clave: Capibara; *Cavidae*; Desarrollo; *Hydrochoerinae*; Roedor.

ABSTRACT

Growth is a trait linked to development of organisms and expressed as an increase of body size, and which can be described using sigmoidal functions. There are different growth models which are based on sigmoidal function, being some of them the logistic, Gompertz's and von Bertalanffy's. The purpose of this research was to determine the growth between sexes in *Hydrochoerus hydrochaeris* using the logistic function $y=a/(1+be^{-cx})$. Thus function allows a better visualization of what happens during growth. With this aim, it was studied a sample of 30 animals (11 males and 19 females) from 2 to 96 months. For each animal the following measurements were obtained once: body length, withers height, head length, head perimeter and thoracic girth. Sampled animals were from 3 different farms in Fortul, (Arauca, Colombia), in “piedemonte” area, and were managed under semi-extensive conditions. From statistical analysis it was observed that all variables were statistically different between sexes. It is concluded that growth in *H. hydrochaeris* is different between males and females for each trait, the former presenting a head growth more precociously, ending with a bigger size.

RESUMEN

El crecimiento es una característica de desarrollo de los organismos que se traduce en el aumento de su tamaño corporal, que puede ser descrito por una función sigmoidea. Existen diversos modelos de crecimiento basados en funciones sigmoideas, siendo tres de los más frecuentemente el logístico, el de Gompertz y el de von Bertalanffy. El objetivo de la presente investigación fue determinar el crecimiento entre sexos en *Hydrochoerus hydrochaeris*, recurriendo a la expresión logística $y=a/(1+be^{-cx})$. La función logística nos permite apreciar mucho mejor lo que ocurre durante el crecimiento ya que describe de manera más precisa que otras, como la exponencial, lo que realmente ocurre con los seres vivos. Para ello se estudiaron 30 animales (11 machos y 19 hembras) de un rango de edad comprendido entre los 2 y los 96 meses, de los que se obtuvieron en una toma por animal las siguientes variables lineales: longitud corporal, alzada a la cruz, longitud cefálica, perímetro cefálico y perímetro torácico. Los animales provenían de tres fincas localizadas en el municipio de Fortul, (Arauca, Colombia), en la región de piedemonte, y sometidos a un manejo semiextensivo. Del estudio estadístico aparecieron todas las variables con diferencias estadísticamente significativas entre sexos. Se deduce de todo ello que el crecimiento en *H.*

hydrochaeris es diferente entre machos y hembras para cada variable, apareciendo los machos con un crecimiento cefálico mucho más precoz y rápido, y un tamaño final superior.

INTRODUCCIÓN

El chigüire, jomo, ñeque, piro-piro, poncho o roncoso (*Hydrochoerus hydrochaeris* Linnaeus 1766) (Cueto, 1999) es un roedor de la familia Cavidae, subfamilia Hydrochoerinae, el de mayor tamaño y peso del mundo (Ojasti 1973; Carrascal *et al.*, 2011). Está presente en todos los países de Sudamérica excepto en Chile (Ojasti, 1973; Cueto, 1999; Carrascal *et al.*, 2011), habitando en manadas en regiones de climas tropicales y templados siempre cerca del agua. El tamaño corporal varía entre los 120-135 cm de longitud total, y los 55-62 cm de altura. Llegan a vivir alrededor de diez años (Cueto, 1999), alcanzando la madurez sexual en 15 meses (Rodríguez *et al.*, 2012), con un peso que varía entre los 30 y 40 kg. Las tasas de crecimiento calculadas en pastos naturales varían entre 62 y 75 gr por día para el primer año y medio de vida, estando el crecimiento de los individuos muy afectado por factores ambientales. Así, por ejemplo, en Venezuela, durante la marcada estación seca, las tasas de crecimiento son mínimas, mientras que durante la estación húmeda alcanzan los valores máximos (Cueto, 1999). En Colombia las mayores poblaciones de esta especie se localizan en la zona de los Llanos Orientales, especialmente en los departamentos de Arauca, Meta, Casanare y Vicha (Rodríguez *et al.*, 2012).

Para el chigüiro existe literatura sobre parásitos gastrointestinales (Santa Cruz *et al.*, 2005), aislamiento de hemoparásitos (González *et al.*, 2003), estudios anatómicos de musculatura (Resoagli *et al.*, 2016), hábitats, dietas y uso potencial de alimentos (Ulloa, 2005) (Guimarães *et al.*, 2014), poblacionales (Cueto, 1999) (Chacón *et al.*, 2013) y morfofisiología del sistema urogenital (Miglino *et al.*, 2013), siendo más bien escasos los estudios sobre morfometría corporal (véase (Ojasti, 2003) para una exhaustiva revisión comentada de la mayor parte de lo publicado para esta especie). Es en cambio abundante la bibliografía donde esta especie se menciona más desde un mero punto de vista biológico, como textos generales sobre fauna silvestre, inventarios faunísticos regionales y artículos sobre la utilización de la fauna silvestre en general. Sorprende pues esta falta de investigación centrados en el crecimiento y desarrollo de la especie, y ello a pesar de constituir el chigüire un recurso alimenticio para las poblaciones indígenas y campesinas (Ojasti, 1973), de alto valor biológico (Rodríguez *et al.*, 2012). También puede constituirse en un recurso económico a través de su utilización sustentable (Resoagli *et al.*, 2016), puesto que, dada que su fácil domesticación, permite que se explote comercialmente (Rodríguez *et al.*, 2012). Además, al ser una especie adaptada a humedales y terrenos inundables, su explotación presenta una gran interés por la alta eficiencia ventaja competitiva en la utilización de forraje disponible de estas zonas marginales, en relación a la ganadería (Chacón *et al.*, 2013).

El crecimiento es una característica de desarrollo de los organismos que se traduce el aumento de su tamaño físico, siendo el desarrollo somático o crecimiento corporal es un proceso altamente complejo. El índice real de crecimiento varía según la especie, puesto que es función de la diferencia existente en el tamaño del esqueleto de la especie, peso de las crías al nacimiento y duración de la gestación.

El crecimiento en la fase postnatal puede ser representado por una curva sigmoidea: primero se produce un crecimiento lento seguido de un alto índice de desarrollo, apoyado por el efecto de las hormonas sexuales, para seguidamente el índice de crecimiento ser muy reducido hasta alcanzar el grado de madurez somática o detención del crecimiento (Parés-Casanova & Kucherova, 2014). Al igual que el crecimiento fenotípico externo del cuerpo animal, las curvas de crecimientos de los diferentes tejidos y órganos son también sigmoideas, pero lo hacen en diferentes tiempos. Siendo pues el crecimiento raramente lineal (Howland *et al.*, 2004), las estimaciones de las tasas de crecimiento pueden ser erróneas cuando los datos son ajustados a modelos inapropiados. Para incrementar la confianza estadística en la estimación de las tasas de crecimiento, es necesario

generar curvas de crecimiento completas, es decir modelos que describan el crecimiento a lo largo de todo el ciclo de vida de los individuos.

Aunque los modelos lineales han sido usados frecuentemente en zoología, pero su aplicación exige también que se cumplan algunos criterios tales como la linealidad, normalidad y homogeneidad de la varianza (Payandeh, 1983). En muchos casos, su correcta aplicación exige la transformación logarítmica de los datos, pero ello conlleva a veces problemas inherentes, que incluyen la asunción de errores multiplicativos y dificultades para la correcta evaluación de las medidas usuales de bondad, como el coeficiente de determinación y los errores estándar de las estimaciones. Además, los modelos transformados normalmente provocan que las estimaciones aparezcan sesgadas y menos precisas (Payandeh, 1983).

Diferentes autores han evaluado el crecimiento del chigüiro tanto en condiciones silvestres como en cautiverio, sin embargo, no se cuenta con información sobre este proceso en poblaciones colombianas. Además, hasta el presente, la mayoría de los trabajos que describen el crecimiento de los chigüiros han utilizado como medida de la tasa de crecimiento la ganancia de peso durante un intervalo de tiempo. De esta forma se asume que, durante el período de tiempo estudiado, el crecimiento es constante (crecimiento lineal).

Las funciones sigmoideas han sido empleadas igualmente para describir el crecimiento de plantas como de mamíferos (véase (Cueto, 1999) para una revisión). Según una función sigmoidea, la tasa de crecimiento de los organismos es máxima al nacer y decrece exponencialmente con el tiempo (Payandeh, 1983). Existen diversos modelos de crecimiento basados en funciones sigmoideas, siendo tres de los más frecuentemente utilizados para mamíferos el logístico, el de Gompertz y el de von Bertalanffy (Marinho *et al.*, 2013).

El objetivo de la presente investigación fue determinar el crecimiento entre sexos, recurriendo a la expresión logística $y=a/(1+be^{-cx})$, caracterizada por representar una relación cuadrática entre el tamaño de los organismos y su tasa de crecimiento corporal. La idea subyacente es que la tasa de cambio está relacionada con el tamaño. Esta relación cuadrática implica pues que, al inicio de su vida, cuando tienen tamaños muy pequeños, los individuos crecen moderadamente rápido. Conforme crecen, sus tasas de crecimiento se aceleran hasta alcanzar una máxima velocidad a tallas relativamente intermedias. Después de este máximo, la velocidad de crecimiento disminuye de manera no lineal conforme aumenta la talla y se aproxima a una asíntota. La función logística nos permite apreciar mucho mejor lo que ocurre durante el crecimiento ya que describe de manera más precisa que otras, como la exponencial, lo que realmente ocurre con los seres vivos (Birch, 1999; Motulsky & Christopoulos, 2003).

MATERIAL Y MÉTODOS

Se estudiaron 30 animales (11 machos y 19 hembras) de *Hydrochoerus hydrochaeris*, de un rango de edad comprendido entre los 2 y los 96 meses. De cada animal se obtuvieron las siguientes variables lineales: longitud corporal (desde el punto más culminante del occipital hasta la primera vertebra coccígea), alzada a la cruz (desde el suelo a la cruz), longitud cefálica (desde el punto más culminante del occipital al punto medio de los orificios exteriores nasales), perímetro cefálico (tomado desde la articulación de los huesos interfrontales, descendiendo por el músculo masetero para volver al punto de partida), y perímetro torácico (desde el punto más declive de la región interescapular hacia la región ventral pasando por la región posterior de la articulación humero-escapular para volver al punto de partida). Las mediciones corporales se recolectaron individualmente, una sola vez, con cinta inextensible y se expresaron en cm.

Los animales procedían de tres fincas localizadas en el municipio de Fortul, (Arauca, Colombia), en la región de piedemonte. El municipio posee alturas que van desde los 200 hasta los 3.500 m.s.n.m., con una topografía ligeramente inclinada. La temperatura media anual es de 28 °C, con un régimen pluvial monomodal y una humedad relativa del 90% (Alcaldía Fortul, 2017). Los chigüiros medidos provenían de fincas con un manejo semiextensivo (mantenidos dentro de la

fincas en áreas extensas cercadas): Buenos Aires (n=5), el Edén (n=9) y el Encanto (n=16). La edad fue la declarada por los productores, puesto que no realizan registros sistemáticos de los animales. En la finca el Encanto las medidas fueron tomadas durante el mes de mayo, mientras que en las fincas El Edén y Buenos Aires las medidas se tomaron entre septiembre y octubre. Para la toma de las medidas los animales fueron sujetados con lazo de nylon para evitar movimientos y tener más exactitud en los datos. Los 4 autores locales fueron los responsables de este trabajo de campo.

Tratamiento estadístico

El test *D* de Kolmogorov-Smirnov evaluó la igualdad en la distribución de los sexos por edad. Se calcularon para cada una de las variables las expresiones $y=a/(1+b^{-cx})$. Las constantes van a depender de cada población particular, sexo en este estudio. Para comparar entre sexos se recurrió a un ANCOVA (*ANalysis of COVARIation*) múltiple, utilizando la edad como variable independiente. El tratamiento estadístico de los datos se realizó con el paquete informático PAST v. 2.17c (Hammer, Harper, & Ryan, 2001).

Consideraciones éticas

Todas las medidas fueron obtenidas de animales vivos y no se procedió a su sacrificio, por lo que no se consideró necesario la obtención de autorización ética.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La distribución etaria para ambos sexos resultó ser sin diferencias estadísticamente significativas ($D=0,263$, $p=0,558$). En la tabla I se exponen los principales descriptores estadísticos por sexo. En la tabla II aparecen las expresiones $y=a/(1+b^{-cx})$ por sexo y para cada una de las variables analizadas, junto con los resultados del ANCOVA (Tabla I). Para todas las variables aparecieron diferencias estadísticamente significativas. El crecimiento en la fase postnatal puede ser representado por una curva sigmoidea: primero se produce un crecimiento lento seguido de un alto índice de desarrollo, apoyado por el efecto de las hormonas sexuales, para seguidamente el índice de crecimiento ser muy reducido hasta alcanzar el grado de madurez somática o detención del crecimiento. Al igual que el crecimiento fenotípico externo del cuerpo animal, las curvas de crecimientos de los diferentes tejidos y órganos son también sigmoideas pero lo hacen en diferentes tiempos (Torres *et al.*, 2012). El parámetro *a* indica la velocidad de crecimiento para alcanzar el carácter asintótico. Los altos valores de *a* para la longitud corporal, la alzada a la cruz y el perímetro torácico de las hembras indicarían una madurez precoz, en comparación con animales de valores menores de *a* en machos, que en cambio presenta una tasa de madurez cefálica más precoz. El otro parámetro *c* es una estimación del valor de la variable asintótica del animal. Las mayores estimaciones del asintóticas fueron para machos, siendo el valor medio al que tienden a la madurez. El parámetro *b* no posee interpretación biológica, pero es importante para modelar la curva sigmoidea desde el nacimiento ($t=0$) hasta la edad adulta ($t \rightarrow \infty$).

Se deduce de todo ello que el crecimiento en chigüires es diferente entre sexos, apareciendo los machos con un crecimiento mucho más rápido, que termina con un tamaño superior en éstos. Contrasta ello con lo que habitualmente se afirma para esta especie, que no presenta dimorfismo sexual en la forma (Ojasti, 1996; Ferraz *et al.*, 2005). Evidentemente, para haber hecho una sola medición, son pocos los datos (aunque Ferraz *et al.*, (2005) trabajaron con 39 animales, entre adultos y jóvenes), para describir el crecimiento, por lo que los resultados deben tomarse con una cierta cautela. Así mismo, la época también influiría en los datos. Ello no obstante, resulta este el primer estudio sobre esta especie en la zona, Arauca (Ojasti, 2003), y apunta a un desarrollo diferencial entre machos y hembras, por lo menos en las épocas estudiadas, por lo que futuros estudios del crecimiento corporal deberían el análisis de los datos, separadamente por sexos. Además, nuestros datos podrían compararse con poblaciones naturales, posiblemente de crecimiento más lento.

Tabla I. Principales descriptores estadísticos del estudio de 11 machos (♂ 2-40 meses) y 19 hembras (♀ 2-96 meses) de *Hydrochoerus hydrochaeris*, de los que se obtuvieron las siguientes variables lineales: perímetro torácico, longitud corporal, alzada a la cruz, longitud cefálica y perímetro cefálico. Valores expresados en cm (*Main statistical descriptors for the study of 11 males (♂ aged 2-40 months) and 19 females (♀ aged 2-96 months) of Hydrochoerus hydrochaeris, for the following linear variables: thoracic perimeter, body length, withers height, head length and head circumference. Values expressed in cm).*

♂	Perímetro torácico	Longitud corporal	Alzada a la cruz	Longitud cefálica	Perímetro cefálico
Mínimo	43	30	14	10	18
Máximo	140	111	53	44	60
Promedio	99,8	82,0	40,1	29,6	42,8
Desviación estándar	34,5	31,8	14,0	12,5	14,8
Coefficiente de variación (%)	34,6	38,8	34,9	42,1	34,4
♀	Perímetro torácico	Longitud corporal	Alzada a la cruz	Longitud cefálica	Perímetro cefálico
Mínimo	39	29	11	10	18
Máximo	142	118	54	43	56
Promedio	96,1	83,2	39,2	29,6	40,3
Desviación estándar	30,3	28,5	13,2	11,0	12,1
Coefficiente de variación (%)	31,5	34,3	33,8	37,1	30,0

Tabla II. Expresiones $y=a/(1+b^{-cx})$ por sexo y para cada una de las variables analizadas. Para todas las variables aparecieron diferencias estadísticamente significativas (*Expressions $y=a/(1+b^{-cx})$ for each sex and for each of the variables analysed. All the variables showed statistically significant differences).*

Variable	Machos (n=11)	Hembras (n=19)	p
Longitud corporal	$y=140,1/(1+0,94^{-0,09x})$	$y=142,1/(1+0,61^{-0,02x})$	0,01
Alzada a la cruz	$y=53,0/(1+0,88^{-0,11x})$	$y=54,0/(1+0,59^{-0,03x})$	0,04
Longitud cefálica	$y=44,0/(1+1,21^{-0,09x})$	$y=43,0/(1+0,94^{-0,04x})$	0,01
Perímetro cefálico	$y=60,0/(1+1,97^{-0,14x})$	$y=56,0/(1+0,70^{-0,03x})$	0,003
Perímetro torácico	$y=111,1/(1+1,82^{-0,17x})$	$y=118,1/(1+0,73^{-0,03x})$	0,01

CONCLUSIONES

El crecimiento en chigüires para las variables estudiadas (longitud corporal, alzada a la cruz, longitud cefálica, perímetro cefálico y perímetro torácico) y bajo condiciones semi-extensivas de producción, es diferentes entre sexos, apareciendo los machos con un crecimiento de cabeza mucho más precoz y rápido, pero terminan con un tamaño corporal superior. Este análisis permite derivar parámetros de crecimiento que pueden ser considerados en los programas de mejoramiento genético para esta especie, y deberían ser contrastados con los datos de poblaciones silvestres, y en otros períodos del año.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen los ganaderos de las fincas “El Encanto” (vereda de Providencia), el Eden (vereda de Santa Fe) y “Buenos Aires” (vereda del Paraíso), de Arauca (Colombia), por todas facilidades ofrecidas para realizar el trabajo de campo.

BIBLIOGRAFÍA

Alcaldía de Fortul (2017). Nuestro municipio. Información general: http://www.fortul-arauca.gov.co/informacion_general.shtml (9 noviembre 2017)

- Birch, C. (1999). A New Generalized Logistic Sigmoid Growth Equation Compared with the Richards Growth Equation. *Annals of Botany*, 83(6), 713–723. <http://doi.org/10.1006/anbo.1999.0877>
- Carrascal, V. J., Linares, A. J., & Chacón, P. J. (2011). Comportamiento del *Hydrochoerus hydrochaeris isthmus* en un sistema productivo del departamento de Córdoba, Colombia. *Revista MVZ Córdoba*, 16(3), 2754–2764.
- Chacón, P. J., Linares, A. J., Carrascal, V. J., & Ballesteros, C. J. (2013). Área de acción del chigüiro (*Hydrochoerus isthmus*) en un sistema agropecuario en Córdoba, Colombia. *Rev. Colombiana Cienc. Anim*, 5(2), 270–281.
- Cueto, G. R. (1999). *Biología reproductiva y crecimiento del carpincho (Hydrochoerus hydrochaeris) en cautiverio: una interpretación de las estrategias poblacionales*. Universidad de Buenos Aires.
- Ferraz, K. M. P. M. De, Bonach, K., & Verdade, L. M. (2005). Relationship between body mass and body length in capybaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*). *Biota Neotropica*, 5(1), 197–200. <http://doi.org/10.1590/S1676-06032005000100020>
- González, J. A., González, A. O., Santa Cruz, A. C., Ortiz, J. C., Comolli, J. A., & Roux, J. P. (2003). Aislamiento de *Trypanosoma evansi* en carpincho (*Hydrochaeris hydrochaeris*) en cautiverio, de la provincia del Chaco, Argentina. *Comunicaciones Científicas y Tecnológicas Resumen: V-033*.
- Guimarães, L., Rodrigues, F., & Scotti, M. (2014). Strategies for herbivory mitigation by capybaras *Hydrochoerus hydrochaeris* in a riparian forest under restoration in the São Francisco river basin Brazil. *Wildlife Biology*, 20(3), 136–144.
- Hammer, Ø., Harper, D. A. T., & Ryan, P. D. (2001). PAST v. 2.17c. *Palaeontologia Electronica*, 4(1), 1–229.
- Howland, H. C., Merola, S., & Basarab, J. R. (2004). The allometry and scaling of the size of vertebrate eyes. *Vision Research*, 44(17), 2043–2065. <http://doi.org/10.1016/j.visres.2004.03.023>.
- Marinho, K. N. D. S., Freitas, A. R. De, Falcão, A. J. D. S., & Dias, F. E. F. (2013). Nonlinear models for fitting growth curves of Nelore cows reared in the Amazon Biome. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 42(9), 645–650. <http://doi.org/http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982013000900006>.
- Miglino, M. T., Kanashiro, C., & dos Santos Ferraz, R. (2013). *Capybara*. (& D. M. J. M. K. F. E. Herrera, Ed.). New York: Springer.
- Motulsky, H., & Christopoulos, A. (2003). *Fitting Models to Biological Data using Linear and Nonlinear Regression. PRISM Manual*. <http://doi.org/10.1002/pst.167>
- Ojasti, J. (1973). *Estudio biológico del chigüire o capibara*. Caracas: Ediciones del Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias.
- Ojasti, J. (1996). *Wildlife utilization in Latin America. Conservation Guide 25*. Rome: FAO.
- Ojasti, J. (2003). Bibliografía comentada sobre el chigüire en Venezuela. *Acta Biologica Venezuelica*, 23(4), 43–68.
- Parés-Casanova, P. M., & Kucherova, I. (2014). Comparación de modelos no lineales para describir curvas de crecimiento en la cabra catalana. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 25(3), 390–398.
- Payandeh, B. (1983). Some applications of nonlinear regression models in forestry research. *Forestry Chronicle*, 59(5), 244–248.
- Resoagli, J., Cao, J., Fernández, J., & Bode, F. (2016). Descripción anatómica de la musculatura del miembro pelviano del “carpincho” (*Hydrochoerus hydrochaeris*). *Revista Veterinaria*, 27(1), 36–40.
- Rodríguez, J., Peña, M., Góngora, A., & Murillo, R. (2012). Obtención y evaluación del semen de capibara *Hydrochoerus hydrochaeris*. *Rev. MVZ Córdoba*, 17(2), 2991–2997. <http://doi.org/10.1016/j.jns.2003.09.014>
- Santa Cruz, A. C., Sarmiento, N. F., González, J. A., Comolli, J. A., & Roux, J. P. (2005). Parásitos gastrointestinales de carpincho (*Hydrochaeris hydrochaeris*) del criadero “Marchi-E”, Baradero, provincia de Buenos Aires, Argentina. *Comunicaciones Científicas y Tecnológicas*, 038(1–2).
- Torres, V., Barbosa, I., Meyer, R., & Noda, A. (2012). Criterios de bondad de ajuste en la selección de modelos no lineales en la descripción de comportamientos biológicos. *Revista Cubana de Ciencias Agrícola*, 46(4), 345–350.
- Ulloa, A. R. (2005). *Distribución del hábitat del chigüire (Hydrochaeris hydrochaeris Linne 1766) en sabanas inundables de la Estación Biológica el Frío, Venezuela*. Universidad de Los Andes, Mérida-Venezuela.