

Desarrollo biométrico en *Aotus Nancymae* nacidos en cautiverio

Jessica Gálvez – Durand B¹, Enrique Montoya G.², Hugo Gálvez C.³ y Carlos Ique G.⁴

Resumen

En el Centro de Reproducción y Conservación de Primates No Humanos (CRCP), Instituto Veterinario de Investigaciones Tropicales y de Altura (IVITA), Iquitos - Loreto, Perú; se realizó un estudio biométrico en la especie *Aotus nancymae*, conocida también como mono nocturno, mono buho o musmuqui, animal nocturno que habita el bosque tropical lluvioso de Centro y Sur América; para establecer parámetros de crecimiento normal durante el primer semestre de vida en ejemplares nacidos en cautiverio. Se seleccionaron 30 crías (14 machos y 16 hembras), nacidas y alojadas en el CRCP, registrándose las medidas biométricas el primer día de vida y posteriormente cada dos semanas hasta las 26 semanas de edad. Las medidas biométricas registradas fueron: peso corporal, longitud de cuerpo, longitud de extremidades (cola, antebrazo, pierna), y perímetro craneal. Los resultados mostraron que al nacer el peso promedio fue de 98,56 g, a la 4^a semana pesaron 196,83g, 8^{va}: 258,73 g, 12^{va}: 326,91 g, 16^{va}: 383,35 g, 20^{va}: 44,14 g; 24^{va}: 490,13 g y en la 26^{va}: 510,33g. En referencia a la longitud corporal, se registró que al nacer fue de 12,18 cm, a la 4^a: 15,3 cm, 8^{va}: 17,58 cm, 12^{va}: 19,65, 16^{va}: 2,68 cm, 20^{va}: 22,83 cm; 24^{va}: 2,96 cm y en la 26^{va}: 2,55 cm. Se concluyó que las medidas biométricas evaluadas están perfectamente correlacionadas con la edad. La ecuación de regresión lineal múltiple nos permite predecir la edad de un *Aotus* hasta el año de edad a partir de los valores biométricos estudiados.

Palabras claves: Medidas biométricas, *Aotus*, cautiverio.

Introducción

Los primates neotropicales son especialmente valiosos por sus características fisiológicas y bioquímicas análogas a los humanos. Debido a este hecho, los primates han sido objeto desde hace muchos años a intensos estudios, contribuyendo en el desarrollo de vacunas contra enfermedades, como la poliomiéltis, y ampliando el conocimiento y comprensión de otras enfermedades, como malaria, fiebre amarilla, sarampión, tuberculosis, trastornos mentales y oncogénesis viral, entre otras. (Withney, 1900; Malaga, 1983; Young *et al.*, 1976)-

Plasmodium de origen humano y el curso de la infección es similar al que se registra en el hombre; por otro lado, también es utilizado en estudios de oftalmología experimental, tanto quirúrgica como terapéutica en la búsqueda de la vacuna contra el Herpes veneré, genital o tipo II, y en el Herpes virus oncogénico.

Para la crianza de esta especie bajo cautiverio se requiere conocer la evolución del crecimiento y desarrollo durante el primer semestre de vida (infantil - juvenil) para establecer una guía de crecimiento normal que permita detectar si las variaciones de peso, talla y otros corresponden a la velocidad de crecimiento esperada.

Materiales y Métodos

Animales

El estudio comprendió el seguimiento de 30 crías de *Aotus nancymae*, provenientes de embarazo de feto

único, que durante el periodo neonatal y postnatal no presentaron anomalías congénitas, diarreas graves ni infecciones. Las crías procedieron de una colonia de 80 parejas reproductoras del Centro de Reproducción y Conservación de Primates (CRCP) de la Estación Experimental IVITA – Iquitos.

Alimentación

Los animales fueron alimentados a base de una galleta cuyos ingredientes son: harina de soya, harina de trigo, harina de arroz, azúcar, huevos, suplementos vitamínicos y minerales. La galleta aportó en promedio 24.2% de proteína cruda, 11,8% de grasa, 4,8% de fibra cruda. La ración diaria fue de 40 a 50 g (4 a 5 galletas) por individuo adulto y 3 galletas en juvenil, complementándose con frutos de la región y agua *ad libitum*

Recolección de Datos

Se seleccionaron medidas biométricas conocidas, según lo recomendado por la Organización Mundial de la Salud (WHO, 1990) y Grostein y Sullivan (1994), dichas medidas fueron de peso corporal, largo corporal, longitud de brazo, pierna y cola y perímetro craneano. Los registros de las medidas biométricas se realizaron a las 24 horas nacidas las crías y cada semana posteriormente hasta completar las 26 semanas de vida. Los datos sobre peso corporal fueron tomados usando balanzas de precisión de 100, 300, 1000g; una regla metálica graduada en cm. para tomar las longitudes de cuerpo y extremidades; y una cinta métrica inextensible y flexible de 30 cm. para registrar el perímetro craneano.

¹Email: jgalvez@inrena.gob.pe ; saquinusm@yahoo.com Teléfono:4219264; Fax 4752555 of Dirección : Av Prolongación Iquitos N° 2487 Apto. 204 – Lince Lima

Análisis de Datos

Se determinó la Velocidad Media de Crecimiento (VMC), según Martell (1981). Las medidas tomadas en cada control así como la variación de estas entre dos controles fueron analizadas con el programa estadístico Statgraphics. Se aplicaron las pruebas de correlación lineal múltiple. Para esta última se empleó la ecuación $Y = a + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_4x_4 + b_5x_5 + b_6x_6$ donde Y es la variable dependiente (edad en semanas); a es el intercepto; b_1, b_2, b_3, b_4, b_5 y b_6 son los coeficientes de regresión; x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 y x_6 son las variables independientes (medida biométricas); peso, longitud corporal, longitud de cola, longitud de antebrazo, longitud de pierna, perímetro craneano y edad en semanas.

Resultados

El presente estudio buscó determinar los parámetros de crecimiento en la especie *Aotus nancymae* menores de 6 meses de edad con la finalidad de determinar las curvas de crecimiento de esta especie. El estudio halló que las variables utilizadas son adecuadas para este fin y que el comportamiento de las medidas presentó una correlación casi perfecta por lo que se puede inferir que estas serían de utilidad en el

seguimiento biométrico de esta especie.

Las seis medidas analizadas mostraron una correlación fuertemente positiva, con un valor absoluto $r = 0.99$, muy cercano a 1, no encontrándose importantes diferencias en la fuerza de correlación de estos parámetros. Este valor de correlación múltiple refleja con claridad que el aumento directamente proporcional de sus medidas biométricas (peso, longitud corporal, longitud de cola, longitud de antebrazo, longitud de pierna y perímetro craneal).

Cuadros del 1 al 6, se observan los valores de la evolución de los seis parámetros biométricos analizados, presentados en promedio (media aritmética) e intervalos de confianza.

En el Cuadro 1. Se observan los valores del peso corporal. Del análisis de cada grupo por separado en relación al sexo, se comprobó en general que los machos muestran un mayor peso que las hembras desde el nacimiento (99,64 g vs 97,61 g) hasta las 26 semanas de vida (530g vs 493,13g). La ganancia de peso cada dos semanas fue de 30.38 g en promedio. La correlación (r) entre la edad y el peso corporal fue de 0.9955

Cuadro 1. Evolución del peso corporal (g) de la especie *Aotus nancymae* desde el nacimiento hasta las 26 semanas de vida

Semana	Hembras (n=16)		Machos (n=14)		Promedio General (n=30)	
	Promedio	IC*	Promedio	IC	Promedio	IC
0	97.6	± 6.02	99.6	± 5.54	98.6	± 3.79
2	150.6	± 10.09	160.2	± 40.5	155.1	± 6.88
4	187.2	± 11.03	207.9	± 3.49	196.8	± 8.69
6	217.8	± 8.79	267.7	± 46.35	227.8	± 11.04
8	250.9	± 16.55	239.2	± 19.54	258.7	± 11.97
10	284.1	± 18.97	295.0	± 24.80	289.2	± 14.16
12	320.3	± 21.89	34.5	± 35.69	326.9	± 18.71
14	354.4	± 25.38	359.1	± 22.42	356.8	± 15.69
16	373.1	± 21.26	395.0	± 23.69	383.4	± 14.98
18	397.6	± 15.96	426.0	± 23.69	411.0	± 14.18
20	425.2	± 13.45	461.1	± 25.90	442.1	± 14.34
22	450.8	± 12.73	483.6	± 26.06	466.1	± 13.97
24	473.4	± 13.88	509.3	± 27.90	490.1	± 15.06
26	493.1	± 16.92	530.0	± 29.03	510.3	± 16.23

* Intervalo de Confianza

El desarrollo de la longitud corporal se observa en el Cuadro 2. El desarrollo corporal fue ligeramente mayor en los machos que en las hembras desde el

nacimiento. El valor de correlación entre la edad y la longitud corporal fue de 0.9848.

Cuadro 2. Evolución de la longitud corporal (cm) de la especie *Aotus nancymae* desde el nacimiento hasta las 26 semanas de vida

Semana	Hembras (n=16)		Machos (n=14)		Promedio General (n=30)	
	Promedio	IC*	Promedio	IC	Promedio	IC
0	12.1	± 0.31	12.3	± 0.95	12.2	± 0.28
2	13.7	± 0.37	14.1	± 1.15	13.9	± 0.34
4	15.2	± 0.19	15.5	± 0.94	15.3	± 0.25
6	16.5	± 0.39	16.6	± 0.76	16.6	± 0.27
8	17.4	± 0.42	17.8	± 0.91	17.6	± 0.33

10	18.2	± 0.44	18.9	± 0.98	18.5	± 0.33
12	19.3	± 0.49	20.1	± 1.27	19.7	± 0.42
14	20.8	± 0.54	21.3	± 1.04	21.0	± 0.38
16	21.5	± 0.53	21.9	± 0.80	21.7	± 0.33
18	22.1	± 0.56	22.5	± 0.93	22.3	± 0.37
20	22.6	± 0.52	23.1	± 1.03	22.8	± 0.38
22	23.0	± 0.50	23.8	± 1.10	23.4	± 0.39
24	23.5	± 0.41	24.4	± 0.93	24.0	± 0.34
26	24.1	± 0.39	25.0	± 1.07	24.6	± 0.36

* Intervalo de Confianza

Los Cuadros 3, 4, 5 y 6. se muestran el desarrollo de la longitud de la cola, longitud de antebrazo, longitud de pierna y perímetro craneal. En ellos se observó que los machos mostraron valores ligeramente mayores que los de las hembras desde el nacimiento hasta las 26 semanas

de vida; no siendo estas diferencias importantes por ser muy pequeñas. Los valores de correlación para estos parámetros fueron de 0,9731, 0,9913, 0,9910 y 0,9641 respectivamente.

Cuadro 3. Longitud de cola (cm) de la especie *Aotus nancymae* desde el nacimiento hasta las 26 semanas de vida

Semana	Hembras (n=16)		Machos (n=14)		Promedio General (n=30)	
	Promedio	IC*	Promedio	IC	Promedio	IC
0	13.1	± 0.42	13.1	± 0.53	13.1	± 0.30
2	15.9	± 0.62	16.3	± 0.57	16.1	± 0.39
4	18.8	± 0.65	19.5	± 0.52	19.1	± 0.41
6	21.3	± 1.29	21.8	± 0.72	21.5	± 0.46
8	23.1	± 0.78	24.1	± 0.84	23.6	± 0.55
10	25.1	± 0.86	25.6	± 1.07	25.4	± 0.63
12	26.9	± 0.95	27.1	± 1.11	27.0	± 0.66
14	28.6	± 0.91	28.6	± 1.11	28.6	± 0.65
16	29.6	± 0.88	30.2	± 1.10	29.9	± 0.64
18	30.8	± 0.72	31.2	± 1.07	31.0	± 0.58
20	31.4	± 0.78	32.1	± 0.97	31.8	± 0.58
22	32.2	± 0.81	32.8	± 0.94	32.5	± 0.58
24	33.1	± 0.84	33.8	± 1.00	33.4	± 0.60
26	33.7	± 0.76	34.5	± 1.20	34.1	± 0.64

* Intervalo de Confianza

Cuadro 4. Longitud de antebrazo (cm) de la especie *Aotus nancymae* desde el nacimiento hasta las 26 semanas de vida

Semana	Hembras (n=16)		Machos (n=14)		Promedio General (n=30)	
	Promedio	IC*	Promedio	IC	Promedio	IC
0	3.0	± 0.17	3.1	± 0.13	3.0	± 0.10
2	3.5	± 0.11	3.5	± 0.16	3.5	± 0.09
4	4.0	± 0.15	3.9	± 0.13	3.9	± 0.09
6	4.3	± 0.13	4.4	± 0.14	4.3	± 0.09
8	4.6	± 0.13	4.6	± 0.13	4.6	± 0.09
10	4.8	± 0.14	4.8	± 0.09	4.8	± 0.08
12	5.1	± 0.15	5.1	± 0.11	5.1	
14	5.3	± 0.19	5.4	± 0.17	5.4	
16	5.6	± 0.22	5.7	± 0.18	5.6	
18	5.9	± 0.26	5.8	± 0.17	5.8	
20	6.0	± 0.25	6.1	± 0.19	6.1	
22	6.2	± 0.26	6.4	± 0.16	6.3	
24	6.4	± 0.26	6.6	± 0.14	6.5	
26	6.7	± 0.25	6.7	± 0.17	6.7	

* Intervalo de Confianza

Cuadro 5. Longitud de pierna (cm). De la especie *Aotus nancymae* desde el nacimiento hasta las 26 semanas de vida

Semana	Hembras (n=16)		Machos (n=14)		Promedio General (n=30)	
	Promedio	IC*	Promedio	IC	Promedio	IC
0	3.6	± 0.20	3.6	± 0.15	3.6	± 0.11
2	4.2	± 0.21	4.4	± 0.20	4.3	± 0.14
4	4.8	± 0.23	5.0	± 0.22	4.9	± 0.15
6	5.4	± 0.18	5.6	± 0.20	5.5	± 0.13
8	5.8	± 0.11	6.0	± 0.17	5.9	± 0.10
10	6.2	± 0.19	6.4	± 0.14	6.3	± 0.11
12	6.7	± 0.21	6.8	± 0.18	6.7	± 0.13
14	7.0	± 0.20	7.0	± 0.20	7.0	± 0.13
16	7.3	± 0.20	7.5	± 0.30	7.4	± 0.16
18	7.7	± 0.30	7.8	± 0.30	7.8	± 0.19
20	8.0	± 0.27	8.2	± 0.29	8.1	± 0.18
22	8.3	± 0.28	8.5	± 0.29	8.4	± 0.19
24	8.5	± 0.28	8.7	± 0.30	8.6	± 0.19
26	8.9	± 0.27	9.0	± 0.24	8.9	± 0.17

* Intervalo de Confianza

Cuadro 6. Parámetro craneal (cm) de la especie *Aotus nancymae* desde el nacimiento hasta las 26 semanas de vida

Semana	Hembras (n=16)		Machos (n=14)		Promedio General (n=30)	
	Promedio	IC*	Promedio	IC	Promedio	IC
0	11.5	± 0.31	11.9	± 0.23	11.7	± 0.19
2	12.8	± 0.22	12.9	± 0.21	12.8	± 0.14
4	13.4	± 0.33	13.7	± 0.27	13.5	± 0.21
6	13.9	± 0.24	14.2	± 0.31	14.1	± 0.17
8	14.4	± 0.21	14.6	± 0.31	14.5	± 0.17
10	14.6	± 0.25	14.9	± 0.31	14.7	± 0.19
12	15.0	± 0.31	15.2	± 0.27	15.1	± 0.19
14	15.2	± 0.31	15.5	± 0.29	15.4	± 0.20
16	15.59	± 0.27	15.8	± 0.29	15.6	± 0.19
18	15.8	± 0.26	15.9	± 0.27	15.8	± 0.18
20	15.9	± 0.27	16.2	± 0.31	16.0	± 0.19
22	16.0	± 0.27	16.5	± 0.32	16.3	± 0.21
24	16.2	± 0.29	16.7	± 0.35	16.5	± 0.22
26	16.5	± 0.28	16.9	± 0.31	16.7	± 0.20

* Intervalo de Confianza

Velocidades Medias de Crecimiento (VMC)

En la VMC del peso corporal, expresada como ganancia en gramos por día para ambos sexos, desde el nacimiento hasta las 26 semanas de vida, se observa que el incremento de peso en promedio por día fue ligeramente mayor en los machos que en las hembras (2,37 g vs 2,17 g), haciéndose un poco más evidente en el incremento por cada dos semanas (33,18g vs 30.38g), periodo de control.

Con respecto a la VMC de la longitud corporal, durante el periodo estudiado, se observa que la ganancia promedio diaria tanto para machos como para hembras fue de 0,07 cm. la VMC de la longitud de

cola, fue ligeramente mayor en machos que en las hembras (0,12 vs 0,11 cm); la VMC de la longitud del antebrazo para ambos sexos (0,2 cm/día) fue mayor que la longitud de pierna (0,03 cm/día) y finalmente en la VMC del perímetro craneano, tanto en los machos como las hembras, presentaron un valor de 0,03 cm/día. Véase Cuadro 7

La edad se ve influenciada por la variación de los seis parámetros estudiados. El modelo es estadísticamente significativo, ya que muestra una probabilidad atribuible al azar cercana a cero (P = 0.0000) del cual se puede afirmar que refleja el comportamiento de las variables en la naturaleza de los animales estudiados.

Cuadro 7. Comparación de la edad real y la edad estimada a partir de la ecuación de regresión lineal múltiple

Peso (X1)	Longitud Corporal (X2)	Longitud de Cola (X3)	Longitud de Antebrazo (X4)	Longitud pierna (X5)	Perímetro craneal (X6)	Edad en semanas	
						Real	Estimada
98.6	12.2	13.1	3.0	3.6	11.7	24 horas	0
155.1	13.9	16.1	3.5	4.3	12.8	2	2
196.8	15.3	19.1	3.9	4.9	13.5	4	5
227.8	16.6	21.5	4.3	5.5	14.1	6	7
258.7	17.6	23.6	4.6	5.9	14.5	8	9
289.2	18.5	25.4	4.8	6.3	14.7	10	11
326.9	19.7	27.0	5.1	6.7	15.1	12	13

356.8	21.0	28.6	5.4	7.0	15.4	14	15
383.4	21.7	29.9	5.6	7.4	15.6	16	17
411.0	22.8	31.0	5.8	7.8	15.8	18	20
442.1	22.8	31.8	6.1	8.1	16.0	20	22
466.1	23.4	32.5	6.3	8.4	16.3	22	24
490.1	24.0	3.4	6.5	8.6	16.5	24	25
510.3	24.6	34.1	6.7	8.9	16.7	26	28

$$Y = 4.36 + 0.001X_1 + 0.66 X_2 - 0.73X_3 + 6.04X_4 + 4.51X_5 - 3.23X_6$$

Discusión

Los métodos biométricos utilizados en este establecer parámetros de crecimiento fueron medidas básicas, que son las recomendadas por la Organización Mundial de la Salud y utilizadas por otros autores.

Los resultados del análisis de correlación múltiple muestran la Asociación que existe entre las variables biométricas estudiadas y la edad, la misma que es alta y positiva. Esto sugiere que en evaluaciones de crecimiento de primates, como los del presente estudio, la medición de una sola de las variables biométricas podría ser útil para estimar si el desarrollo es adecuado.

Por otro lado, la ecuación de regresión lineal múltiple utilizada nos ha permitido observar la contribución de cada una de las variables en la predicción de la edad. En condiciones de cautiverio esta ecuación permitirá determinar cuales deberían de ser los parámetros biométricos que un individuo debería alcanzar en un determinado momento para así evaluar el desarrollo del mismo es adecuado.

Conclusiones

El peso es la medida biométrica que tiene mayor grado

de correlación con la edad.

Al nacimiento los machos son ligeramente más pesados que las hembras. La ganancia de peso (VMC) que se registró cada dos semanas fue de 30,4 g en hembras y 32,2 g en machos.

Las medidas biométricas estudiadas están perfectamente correlacionadas con la edad, mostrando un alto grado de asociación positivo ($r = 0.99$).

La ecuación de regresión lineal múltiple obtenida permite predecir la edad de un *Aotus nancymae* hasta el año de edad a partir de los seis parámetros biométricos analizados. La ecuación es la siguiente:

$$Y = 4.36 + 0.001X_1 + 0.66 X_2 - 0.73X_3 + 6.04X_4 + 4.51X_5 - 3.23X_6$$

Donde:

Y	=	Edad	
X ₁	=	Peso	
X ₂	=	Largo Corporal	
X ₃	=	Longitud de Cola	
X ₄	=	Longitud de Antebrazo	
X ₅	=	Longitud de pierna	
X ₆	=	Perímetro	craneal

Literatura Citada

- Diamond, I & J. McDonment. 1993, Collaborative study of birth weight surrogates. Use of a simple anthropometric measurement to predict birth weight. WHO Bulletin. 71(2): 157 – 163
- Gorstein, J. & K. Sullivan. 1994, Issues in the assessment of nutritional status using anthropometry. WHI Bulletin 72(2) 273 – 283
- Jones, C. 1972 Feeding Habits and Body Size. Natural Diets of Wild Primates, Part I, pp. 58 – 57. Ed. R.N.T-W- Fiennes, London
- King, N.W. 1994 The Owl Monkey in Oncogenic Virus Research. En: *Aotus: The Owl Monkey*. Cap. 9., Ed.. Janet F. Baer; Richard E. Weller; Ibulaimu Kakoma, Academic Press, Inc.
- Málaga, C. 1983. Los Primates no humanos y la investigación biomédica su importancia en la conservación de las especies de “La Primatología en Latinoamérica”. Pp: 277 – 281. Ed. Saavedra, C.: Mittermeier; R.A.: Bastos Santos.
- Martell, M.; L.A. Bertolini; F. Nieto; S.M. Tenzer; R. Ruggis y R. Beitzki. 1981. Crecimiento y Desarrollo en los dos primeros años de vida postnatal. Organización Panamericana de la Salud, Publicación Científica N° 406.
- Rieckman, K; J.E.K. Mrema; P. Marchall & D. Hafner. 1980. Breeding of *Aotus* Monkey for Human Malaria Research. Bull Pan American Health Organization, 14(3).
- Sinclair, D. 1973. Human growth after birth 2a Edición. Nueva York: Oxford University Press.
- Sokal, R. & F.J. Rohf . 1979, Biometría Principios y Métodos estadístico en la Investigación

biológica. Pp: 534 – 552. H. Blume Ediciones, Primera Edición española.

WHO. 1990. Manual de Antropometría Física. WHO Bulletin, pp 2 – 11.

Warwelow, J.C.; R. Buzina; W. Keller y M. Lane. 1997 The Presentation and use of height and weight data for comparing the nutritional status of groups of children under the age of 10 years. WHO. 55 (4): 489-498

Whintney, R.A. Jr. 1990, Conservación de Primates No

Humanos y su Importancia para la Salud Pública. En “Primates de las Américas”. Pp.: 205 – 21. Ed. Primo Arámbulo III; Filomeno Encarnación; Jaima Estupiñán; Hugo Samané; Charles R. Watson; Richard E. Sélter. Battello Seattle Conference Center, Seattle, Washington, USA. Octubre 29 – 31. OPS/OMS. Battelle Press. Columbus. Richland.

Young, M.D.: R. Rossan y D. Baerg. February. 1976. Gorgas Memorial Laboratory, Balboa Heights, Canal Zone. Malaria. Comparative Pathology. Bulletin 8:1