

Macromorfometría de juveniles de *Geochelone sulcata* (Testudines: Testudinidae) en Costa Rica

Manuel Merchán^{1, 2}, Marta Coll³ & Raúl Fournier⁴

1 Universidad de Costa Rica, Escuela de Biología. San José, Costa Rica

2 Dirección permanente: Asociación Chelonia. Aristóteles, 3. 28027 Madrid, España; manuelmerchan@yahoo.com

3 Universidad Autónoma de Barcelona, Facultad de Ciencias. Barcelona, España.

4 Zoo Ave. Apdo. 1327-4050 Alajuela, Costa Rica.

Recibido 11-X-2002. Corregido 19-II-2003. Aceptado 07-III-2003.

Abstract: Gross morphometry of young *Geochelone sulcata* (Testudines: Testudinidae) in Costa Rica.

The African Spur tortoise, *Geochelone sulcata*, has been introduced to Costa Rica. A total of 31 tortoises were measured for 26 gross morphometry parameters. All individuals measured were immature, aged from 5 to 34 months, and were born in captivity in La Garita de Alajuela, Costa Rica. Mean straight carapace length was 83.1 mm, mean straight plastron length was 68.3 mm and mean maximum height was 46.2 mm. All the measurements were correlated, except tail length and cloacal distance. Weight had the highest positive allometry coefficient. All the variables were joined in two Principal Components; tail length and cloacal distance in Factor 2 and the rest of them in Factor 1. Lack of correlation among tail measures and the other variables as well as their inclusion in a different Factor could be related with an incipient development of sexual dimorphism characters. Rev. Biol. Trop. 53(1-2): 213-225. Epub 2005 Jun 24.

Key Words: Biometry, *Geochelone sulcata*, Testudinidae, Immature, Costa Rica.

La tortuga africana de espolones (*Geochelone sulcata* Miller, 1779) es una especie terrestre de gran tamaño (hasta 104 cm de longitud) que presenta un caparazón abombado y de color marrón terroso uniforme, con anillación siempre presente en los escudos del mismo. Asimismo, presenta entre 2 y 4 pares de espolones córneos entre las extremidades traseras y la cola (Merchán en prensa). Habita en el cinturón subsahariano del Sahel, desde la costa atlántica de Senegal, hasta Eritrea y Etiopía, donde ocupa hábitats de tipo subdesértico (Lambert 1993, Arvy 1996, Devaux 2000). La especie se encuentra actualmente en regresión en toda su área de distribución, debido a la captura de individuos para el consumo (Devaux 2000) y para el comercio de mascotas (Anónimo 2000), así como a la transformación agropecuaria de sus hábitats originales; está incluida en el Apéndice II del

CITES y dentro de la Categoría "Vulnerable" de la UICN (Broadley 1989, Anónimo 1993). Debido a la alarmante situación de *G. sulcata*, se han puesto en marcha proyectos de conservación para conseguir la reintroducción de la especie y el establecimiento de zonas protegidas en sus hábitats naturales (Stubbs 1989, Devaux 1993, Digne 1995, Schulman 1999).

Al ser una especie muy apreciada por los aficionados a los reptiles, muchos de los trabajos sobre *G. sulcata* se han centrado en aspectos de su mantenimiento y reproducción en cautiverio (Kaposcy 1980, Stearns 1989, Innis 1994, Rutledge 1994, Paul 1996, Wilson y Wilson 1997). Existen, sin embargo, otras referencias sobre su biología en libertad (Loveridge y Williams 1957, Villiers 1958, Cloudsney-Thompson 1970, Lambert 1993) y su comportamiento (Grubb 1971).

La literatura sobre morfología, tamaño y crecimiento de la especie es escasa; Mahmoud y El Naiem (1988) tratan sobre el crecimiento durante el primer año de la especie en Sudán; Hirth y Abdel Latif (1981) y Mahmoud *et al.* (1986) tratan sobre aspectos morfométricos, pero el análisis de los resultados del último trabajo fue cuestionado por Meek y Avery (1988). En el presente trabajo se exponen los resultados de un estudio biométrico de jóvenes de *G. sulcata* nacidos en cautiverio en Costa Rica.

Se midieron 31 ejemplares jóvenes de *G. sulcata* de edades comprendidas entre 5 y 34 meses. Los datos se tomaron entre el 14-7-01 y el 25-8-01 en las instalaciones de la Reserva Zoo Ave (La Garita de Alajuela, provincia de Alajuela, Costa Rica) y la Reserva Biológica Bosque Escondido (Pilas de Cangel, provincia de Guanacaste, Costa Rica). Todos los ejemplares nacieron en cautiverio en la Reserva Zoo Ave; los que se encontraban en Bosque Escondido fueron trasladados allí el 1-6-00.

Se usaron todas las medidas propuestas para estudios biométricos en tortugas por Ramo (1980) y Braza *et al.* (1981), además de las anchuras parciales a nivel de los escudos plastrales (sólo AF fue considerada por Ramo 1980) y la distancia interanal (IA). La abreviatura, descripción y puntos de referencia de todas las medidas son las siguientes:

- LRE. Longitud recta de espaldar. Longitud recta tomada desde el borde anterior del escudo nucal hasta el borde posterior del escudo supracaudal, a nivel de la línea media longitudinal del espaldar.
- LCE. Longitud curva de espaldar. Longitud curva tomada desde el borde anterior del escudo nucal hasta el borde posterior del escudo supracaudal, a nivel de la línea media longitudinal del espaldar.
- ARE. Anchura recta máxima de espaldar.
- ACE. Anchura curva máxima del espaldar.
- AR3. Anchura recta en marginal 3. Anchura recta tomada a nivel de la sutura posterior del tercer par de escudos marginales.

- AR9. Anchura recta en marginal 9. Anchura recta tomada a nivel de la sutura posterior del noveno par de escudos marginales.
- LRP. Longitud recta de plastrón. Longitud recta tomada desde el borde anterior de la sutura entre escudos gulares y el borde posterior de la sutura entre escudos anales.
- LCP. Longitud curva de plastrón. Longitud curva tomada desde el borde anterior de la sutura entre escudos gulares y el borde posterior de la sutura entre escudos anales.
- ARP. Anchura recta máxima de plastrón.
- ACP. Anchura curva máxima de plastrón.
- AG. Anchura gular. Anchura recta a nivel de la sutura entre las parejas de escudos gulares y humerales.
- AH. Anchura humeral. Anchura recta a nivel de la sutura entre las parejas de escudos humerales y pectorales.
- AP. Anchura pectoral. Anchura recta a nivel de la sutura entre las parejas de escudos pectorales y abdominales.
- AAB. Anchura abdominal. Anchura recta a nivel de la sutura entre parejas de escudos abdominales y femorales.
- AF. Anchura femoral. Anchura recta a nivel de la sutura entre las parejas de escudos femorales y anales.
- LSF. Longitud sutura femoral. Longitud recta de la sutura entre la pareja de escudos femorales.
- LSAN. Longitud sutura anal. Longitud recta de la sutura entre la pareja de escudos anales.
- LCOL. Longitud de la cola.
- DC. Distancia cloacal. Longitud recta de la distancia entre el orificio cloacal y la base de la cola.
- LPI. Longitud del píleo.
- API. Anchura del píleo.
- DEP. Distancia Espaldar-Plastrón. Tomada desde el borde posterior del espaldar (a nivel del escudo supracaudal) hasta el borde posterior del plastrón (a nivel de la sutura entre escudos anales).

- AM. Altura máxima.
 IA. Distancia interanal. Distancia entre los extremos posteriores de los escudos anales del plastrón.

PESO

Las medidas se tomaron con un “pie de rey” (*caliper*) de precisión 0.1 mm. y el peso con una pesa electrónica de precisión 1 g. Para comprobar el ajuste de cada una de las variables a una distribución normal se usó la prueba de Shapiro Wilk; debido al bajo tamaño muestral, se realizó también una aproximación visual a través de una transformación probit de las frecuencias acumuladas frente a los valores de la cada variable (Normal Probability Plot) para corroborar los resultados del test anterior. Asimismo, se calcularon los tamaños medios, mínimos, máximos, desviación típica, error estándar e intervalo de confianza a $p < .05$ de todas las variables. Aunque Hirth y Abdel Latif (1980) utilizan una ecuación de regresión lineal para el estudio del crecimiento parcial en la especie, en el presente trabajo se ha considerado la ecuación de crecimiento de los seres vivos propuesta por Huxley (1972):

$$Y = bX^a$$

- Y= medida de una parte cualquiera.
 X= medida de tamaño global del animal. Se han realizado los análisis utilizando LRE.
 b= parámetro.
 a= coeficiente de alometría.
 a>1, alometría positiva: el crecimiento de la parte cualquiera del cuerpo es proporcionalmente mayor al crecimiento del animal.
 a<1, alometría negativa: el crecimiento de la parte cualquiera del cuerpo es proporcionalmente menor al crecimiento del animal.
 a=1, crecimiento isométrico: el crecimiento de la parte cualquiera del cuerpo es proporcionalmente igual al crecimiento del animal.

Con el objeto de facilitar los cálculos, se convirtió la expresión anterior en un modelo de

regresión lineal, calculando los logaritmos de todas las variables, con la siguiente expresión:

$$\text{Log } Y = \text{Log } b + a \text{ Log } X$$

Por último, para determinar el nivel de agrupación entre las variables, se realizó un Análisis de Componentes Principales (Sokal y Rohlf 1969); se interpretó el análisis según los resultados obtenidos con la muestra sin rotar, y después de efectuar una rotación Varimax normalizada.

Tamaño de ejemplares: El máximo encontrado para LRE fue de 124.7 mm, y el mínimo de 61.0 mm (media de 83.1 mm), con ARE entre 95.4 y 55.0 mm (media de 68.3 mm). Los valores medios (y sus rangos) para la longitud y anchura rectas del plastrón fueron de 74.5 mm (111.9-52.8) y 63.6 mm (88.9-49.4) respectivamente. La altura máxima media fue de 46.2 mm (66.3-34.4). El resto de medidas se presenta en el Cuadro 1.

Análisis de regresión: Todas las medidas estaban correlacionadas a $p < .05$, salvo la longitud de la cola (LC) y la distancia cloacal (DC); sin embargo, estas dos variables presentan correlación entre sí ($p < .05$). En el Cuadro 2 se presentan los valores de correlación parcial (r) de todas las variables. Los resultados del análisis de correlación entre los logaritmos de las medidas y los logaritmos de la longitud recta de espaldas se exponen en el Cuadro 3 (ver Fig. 1 a 24 para representación gráfica). Las variables LCE, LRP, LCP, AF, LSF y PESO han presentado coeficientes de alometría positivos; sin embargo, sólo LSF y PESO presentan $a > 1.1$, por lo que el resto pueden considerarse prácticamente isométricas. Del mismo modo, aunque el resto de variables presentan coeficientes de alometría negativos, sólo ARE, ACE, AR3, AR6, ARP, ACP, AG, AP, API, AM e IA pueden considerarse alométricas negativas, con $a < .9$.

Análisis de Componentes Principales: Se realizó teniendo en cuenta todas las variables y todos los individuos de la muestra. Sólo se encontraron dos factores con eigenvalor mayor a 1 (Cuadro 4); de éstos, el Factor 1 absorbía el 87.1% de la varianza total de la muestra, con

un eigenvalor de 22.6; el Factor 2 absorbía un 6.6% de la varianza, con un eigenvalor de 1.7. Los factores de carga de cada variable en los dos primeros factores se presentan en el Cuadro 5.

Los coeficientes de alometría calculados en el análisis de regresión coinciden notablemente con los encontrados en otras especies de tortugas como *Mauremys leprosa* (Pérez *et al.* 1979), *Podocnemis vogli* (Ramo 1980) y *Testudo graeca* (Braza *et al.* 1981) obteniéndose siempre el valor de crecimiento parcial mayor en la variable PESO, y predominando los valores alométricos negativos o cercanos a uno en el resto de variables. En el trabajo de Mahmoud *et al.* (1986) se considera el peso como variable independiente para el cálculo de ecuaciones de regresión, lo cual incorpora un mayor índice de error que las estimas mediante longitudes de espaldar (Meek y Avery 1988); los resultados de estos autores no son cotejables con los nuestros, dado que no es posible invertir los términos de una ecuación de regresión para calcular la expresión correspondiente a la variable independiente (Sokal y Rohlf 1969).

El valor alométrico positivo encontrado en la longitud de la sutura femoral (LSF) en *G. sulcata* puede estar relacionado con la diferenciación sexual de la especie; aunque en este trabajo todos los individuos eran jóvenes menores de 35 meses de edad y la madurez sexual de la especie se alcanza hacia los 10 años en hembras y 15 en machos (Merchán en prensa), el carácter podría comenzar a expresarse de manera incipiente desde las primeras etapas del crecimiento.

La agrupación de variables en Componentes Principales ha resultado, del mismo modo, similar a la obtenida en los trabajos anteriormente mencionados, en los que el tamaño general de los ejemplares (longitudes de espaldar y plastrón, y altura máxima) resultó la mayor fuente de variabilidad, con elevada carga de varianza en el primer factor; en el presente estudio, la longitud de la cola (LC) y la distancia cloacal (DC) se han correlacionado en el segundo factor. La falta de correlación de estas variables con el resto indica asimismo un patrón de crecimiento diferente para la cola con

respecto al resto del cuerpo; no se ha podido corroborar si las implicaciones en la diferenciación sexual podrían estar relacionadas con este hecho. Posteriores estudios serán necesarios para comparar estos resultados con los de ejemplares adultos.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen su colaboración a la Fundación para la Restauración de la Naturaleza, y especialmente a su director Dennis Janik, que nos permitió trabajar en sus centros de Zoo Ave y Bosque Escondido. A Miguel González, por su ayuda durante nuestra estancia en Bosque Escondido. A Ingrid Rodríguez por su ayuda con las computadoras.

RESUMEN

Se midieron 31 ejemplares de tortuga africana de espaldar *Geochelone sulcata* para la realización de un estudio biométrico. Se consideraron 26 medidas morfológicas para cada individuo. Las tortugas tenían una edad de entre 5 y 34 meses, y ninguna había alcanzado la madurez sexual. Todas ellas habían nacido en cautiverio en La Garita de Alajuela, Costa Rica, donde son una especie introducida. La longitud recta del espaldar fue de 83.1 mm, la anchura recta del espaldar de 68.3 mm y la altura máxima media de 46.2 mm. Todas las medidas estaban correlacionadas entre sí, salvo la longitud de la cola y la distancia cloacal. El mayor coeficiente de alometría positiva correspondió a la variable Peso. El mayor coeficiente de alometría negativa correspondió a la anchura a nivel de los escudos gulares. Todas las variables se agruparon en dos componentes principales, la longitud de la cola y la distancia cloacal en el Factor 2 y el resto en el Factor 1. La falta de correlación de las medidas de la cola así como su inclusión en un factor aparte al resto de la muestra podría responder a un proceso incipiente de diferenciación sexual.

Palabras clave: Biometría, *Geochelone sulcata*, Testudinidae, inmaduros, Costa Rica.

REFERENCIAS

Anónimo. 1993. Draft IUCN Red List Categories. IUCN, Gland, Suiza.

- Anónimo, 2000. Emergency prohibition against importation of two African tortoise species into Florida. *Turt. Tortoise Newsl.* 1: 20-21.
- Arvy, C. 1996. Répartition de *Geochelone sulcata* en Mauritanie occidentale. *Soptom.* Francia.
- Braza, F., M. Delibes & J. Castroviejo. 1981. Estudio biométrico y biológico de la tortuga mora (*Testudo graeca*) en la Reserva Biológica de Doñana, Huelva. Doñana, *Acta Vertebrata* 8: 15-41.
- Broadley, D.G. 1989. *Geochelone sulcata*. Occasional papers of the IUCN Species Survival Commission, 5: 47-48.
- Cloudsley-Thompson, J.L. 1970. On the biology of the desert tortoise *Testudo sulcata* in Sudán. *J. Zool.* (Lond.) 160: 17-33.
- Devaux, B. 1993. SOS SULCATA, Programme de sauvegarde de la tortue *Geochelone sulcata* au Sénégal. *Soptom.* Francia. 72 p.
- Devaux, B. 2000. La tortue qui pleure *Geochelone sulcata* (Miller, 1779). *Chelonii* 1: 1-87.
- Diagne, T. 1995. Etude et conservation de *Geochelone sulcata* au Sénégal. 1st Congress of Chelonian Conservation Proceedings: 110-111.
- Grubb, P. 1971. Comparative notes on the behaviour of *Geochelone sulcata*. *Herpetologica* 27: 328-333.
- Hirth, H.F. & E.M. Abdel Latif. 1981. Morphometrics of the spurred tortoise *Geochelone sulcata* on Sudan. *J. Herp.* 15: 120-121.
- Huxley, J.S. 1972. Problems of relative growth. Dover. London.
- Innis, C.J. 1994. Considerations in formulating captive tortoise diets. *Bull. Assoc. Rept. Amph. Veterinarians* 4: 8-12.
- Kapocsy, G. 1980. Reproduction in the African tortoise *Geochelone sulcata* at the Budapest Zoo. *Int. Zoo Yearbook* 19: 44.
- Lambert, R.K. 1993. On growth, sexual dimorphism and the general ecology of the African spurred turtle *Geochelone sulcata* in Mali. *Chelonian Cons. Biol.* 1: 37-46.
- Loveridge, A & E.E. Williams. 1957. Revision of the African tortoises and turtles of the suborder Cryptodira. *Bull. Mus. Comp. Zool.* 115: 163-557.
- Mahmoud, Z.N. & D.A. El Naiem. 1988. Studies on the growth of the desert tortoise (*Geochelone sulcata*) in Sudan: changes in morphometrics and body weight from hatchling to one year. *Herpetol. J.* 1: 280-284.
- Mahmoud, Z.N., D.A. El Naiem & D.M. Hamad. 1986. Weight and measurements data of the grooved tortoise *Testudo sulcata* (Miller) in captivity. *Herpet. J.* 1: 107-110.
- Meek, R. & R.A. Avery. 1988. Allometry in *Testudo sulcata*: a reappraisal. *Herpet. J.* 1: 246-247.
- Merchán, M. Biología, conservación y tratamiento en cautiverio de la tortuga africana de espolones *Geochelone sulcata* (Miller, 1779). *Reptilia*, Barcelona, España. En prensa.
- Paul, R.C. 1996. A care guide for the great African spur-thighed tortoise *Geochelone sulcata*. *Green Nat. Books*, Estados Unidos.
- Pérez, M., E. Collado & C. Ramo. 1979. Crecimiento de *Mauremys caspica leprosa* (Schweigger) (Reptilia, Testudines) en la Reserva Biológica de Doñana. Doñana, *Acta Vertebrata* 6: 161-178.
- Ramo, C. 1980. Biología del Galápagos (*Podocnemis vogli* Muller, 1935) en el Hato "El Frío", Llanos de Apure, Venezuela. Tesis de Doctorado, Universidad de Navarra, Pamplona, España. 161 p.
- Rutledge, P.A. 1994. Breeding The African spur-thighed tortoise. *Trop. Fish Hobbyist* 42: 118-126.
- Schulman, M. 1999. SOS Sulcata: saving Senegal's endangered African spurred tortoise. *Afr. Environ. Wildl.* 7: 14-15.
- Sokal, R.R. & F.J. Rohlf. 1969. *Biometría*. H. Blume, Madrid. 832 p.
- Stearns, B.C. 1989. The captive status of the African spurred tortoise *Geochelone sulcata*, recent developments. *Int. Zoo Yearbook* 28: 87-98.
- Stubbs, D. (Ed.). 1989. *Tortoises and Freshwater turtles. An action plan for their conservation*. IUCN Species Survival Commission Tortoise and Freshwater Turtle Specialist Group. Gland, Suiza. 47 p.
- Villiers, A. 1958. Tortues et crocodiles de l'Afrique Noire Française. *Initiations Africaines* 15. Dakar, Senegal. 354 p.
- Wilson, R. & R. Wilson. 1997. *The care and breeding of the African spurred tortoise Geochelone sulcata*. Caparace, London.

CUADRO 1

Estadística descriptiva de las medidas tomadas sobre 31 individuos juveniles de G. sulcata en Costa Rica

	Media	Intervalo	Mínimo	Máximo	D. E.	E. E.
LRE	83.1	76.1-90.0	61.0	124.7	18.9	3.4
LCE	106.6	97.4-115.7	74.0	160.0	25.0	4.5
ARE	68.3	64.1-72.5	55.0	95.4	11.5	2.1
ACE	111.9	104.0-119.8	83.0	162.0	21.6	3.9
AR3	57.3	53.1-61.5	41.7	83.1	11.6	2.1
AR6	67.3	63.1-71.5	53.9	93.4	11.4	2.0
AR9	54.0	49.4-58.6	35.4	77.8	12.5	2.2
LRP	74.5	68.0-81.0	52.8	111.9	17.8	3.2
LCP	75.3	68.9-81.8	53.0	112.0	17.6	3.2
ARP	63.6	59.5-67.7	49.4	88.9	11.2	2.0
ACP	67.3	62.8-71.8	53.0	94.0	12.3	2.2
AG	14.1	13.2-14.9	10.0	19.0	2.3	.4
AH	42.2	38.8-45.7	30.2	64.0	9.3	1.7
AP	61.0	57.0-65.0	47.9	86.6	11.0	2.0
AAB	41.3	38.1-44.5	29.1	61.4	8.7	1.6
AF	17.6	16.0-19.1	11.6	26.2	4.3	.8
LSF	14.3	12.8-15.7	9.9	22.3	3.9	.7
LSAN	4.1	3.7-4.5	2.1	7.8	1.1	.2
LC	11.6	10.6-12.6	5.3	16.9	2.6	.5
DC	4.8	4.4-5.3	1.7	6.5	1.2	.2
LP	20.0	18.4-21.6	13.8	27.4	4.3	.8
AP	15.8	14.8-16.9	11.7	20.6	2.9	.5
DEP	11.1	10.2-12.1	7.7	17.3	2.5	.5
AM	46.2	42.9-49.6	34.4	66.3	9.2	1.6
IA	12.9	12.0-13.7	8.8	19.2	2.3	.4
PESO	151.5	117.5-185.5	56.0	388.0	92.8	16.7

Intervalo de confianza ($p < .05$), D. E: Desviación estándar, E. E: error estándar. Todas las medidas en mm, Peso en g.

CUADRO 2

Matriz de correlaciones parciales de las variables consideradas para G. sulcata en Costa Rica

	LRE	LCE	ARE	ACE	AR3	AR6	AR9	LRP	LCP	ARP	ACP	AG	AH
LRE	1.00	1.00	.99	.99	.98	.99	.94	1.00	1.00	.99	.99	.94	.99
LCE	1.00	1.00	.98	.99	.98	.99	.94	.99	.99	.99	.98	.93	.99
ARE	.99	.98	1.00	.99	.97	1.00	.91	.98	.98	1.00	.99	.92	.98
ACE	.99	.99	.99	1.00	.98	.99	.92	.99	.99	.99	.98	.92	.98
AR3	.98	.98	.97	.98	1.00	.97	.91	.98	.98	.97	.97	.94	.98
AR6	.99	.99	1.00	.99	.97	1.00	.92	.99	.99	1.00	.99	.92	.99
AR9	.94	.94	.91	.92	.91	.92	1.00	.94	.94	.92	.91	.90	.93
LRP	1.00	.99	.98	.99	.98	.99	.94	1.00	1.00	.99	.98	.93	.99
LCP	1.00	.99	.98	.99	.98	.99	.94	1.00	1.00	.99	.98	.94	.99
ARP	.99	.99	1.00	.99	.97	1.00	.92	.99	.99	1.00	.99	.93	.99
ACP	.99	.98	.99	.98	.97	.99	.91	.98	.98	.99	1.00	.92	.98
AG	.94	.93	.92	.92	.94	.92	.90	.93	.94	.93	.92	1.00	.94
AH	.99	.99	.98	.98	.98	.99	.93	.99	.99	.99	.98	.94	1.00
AP	.98	.98	.99	.98	.97	.99	.92	.98	.98	.99	.99	.92	.99
AAB	.99	.99	.99	.99	.99	.99	.92	.99	.99	.99	.99	.93	.99
AF	.98	.98	.97	.98	.97	.98	.90	.98	.98	.97	.97	.93	.97
LSF	.96	.95	.95	.94	.93	.95	.89	.96	.96	.95	.96	.89	.95
LSAN	.75	.75	.72	.74	.76	.73	.70	.75	.75	.73	.73	.72	.71
LC	.23	.21	.28	.23	.27	.26	.20	.23	.23	.27	.25	.23	.27
DC	.19	.17	.24	.19	.23	.22	.14	.19	.20	.23	.23	.22	.22
LPI	.97	.97	.95	.96	.95	.96	.94	.97	.97	.95	.96	.93	.97
API	.95	.94	.94	.94	.93	.94	.89	.95	.95	.95	.95	.90	.94
DEP	.93	.92	.94	.93	.91	.94	.87	.93	.93	.93	.94	.85	.92
AM	1.00	1.00	.99	.99	.98	.99	.93	.99	.99	.99	.99	.93	.98
IA	.88	.88	.86	.87	.86	.86	.82	.87	.87	.86	.87	.83	.88
PESO	.99	.99	.99	.99	.98	.99	.92	.99	.99	.99	.99	.94	.99

CUADRO 2 (Continuación)
 Matriz de correlaciones parciales de las variables consideradas para *G. sulcata* en Costa Rica

	AP	AAB	AF	LSF	LSAN	LC	DC	LPI	API	DEP	AM	IA	PESO
ARE	.99	.99	.97	.95	.72	.28	.24	.95	.94	.94	.99	.86	.99
ACE	.98	.99	.98	.94	.74	.23	.19	.96	.94	.93	.99	.87	.99
AR3	.97	.99	.97	.93	.76	.27	.23	.95	.93	.91	.98	.86	.98
AR6	.99	.99	.98	.95	.73	.26	.22	.96	.94	.94	.99	.86	.99
AR9	.92	.92	.90	.89	.70	.20	.14	.94	.89	.87	.93	.82	.92
LRP	.98	.99	.98	.96	.75	.23	.19	.97	.95	.93	.99	.87	.99
LCP	.98	.99	.98	.96	.75	.23	.20	.97	.95	.93	.99	.87	.99
ARP	.99	.99	.97	.95	.73	.27	.23	.95	.95	.93	.99	.86	.99
ACP	.99	.99	.97	.96	.73	.25	.23	.96	.95	.94	.99	.87	.99
AG	.92	.93	.93	.89	.72	.23	.22	.93	.90	.85	.93	.83	.94
AH	.99	.99	.97	.95	.71	.27	.22	.97	.94	.92	.98	.88	.99
AP	1.00	.98	.96	.96	.70	.28	.25	.95	.95	.94	.98	.89	.99
AAB	.98	1.00	.98	.95	.75	.23	.19	.96	.94	.92	.99	.88	.99
AF	.96	.98	1.00	.94	.76	.17	.14	.96	.93	.90	.98	.90	.98
LSF	.96	.95	.94	1.00	.70	.25	.24	.93	.95	.91	.95	.84	.95
LSAN	.70	.75	.76	.70	1.00	.11	.18	.70	.79	.65	.76	.68	.76
LC	.28	.23	.17	.25	.11	1.00	.80	.26	.29	.17	.24	.16	.26
DC	.25	.19	.14	.24	.18	.80	1.00	.23	.26	.16	.19	.13	.22
LPI	.95	.96	.96	.93	.70	.26	.23	1.00	.92	.88	.97	.87	.96
API	.95	.94	.93	.95	.79	.29	.26	.92	1.00	.87	.94	.84	.95
DEP	.94	.92	.90	.91	.65	.17	.16	.88	.87	1.00	.93	.75	.93
AM	.98	.99	.98	.95	.76	.24	.19	.97	.94	.93	1.00	.87	.99
IA	.89	.88	.90	.84	.68	.16	.13	.87	.84	.75	.87	1.00	.88
PESO	.99	.99	.98	.95	.76	.26	.22	.96	.95	.93	.99	.88	1.00

Todos los coeficientes de correlación son estadísticamente significativos a $p < .05$, salvo los de LC y DC con el resto de variables.

CUADRO 3

Análisis de regresión de los logaritmos de las diferentes medidas de 31 juveniles de G. sulcata respecto al logaritmo de la longitud recta de espaldar (LRE)

	a	Log b	R ²	F (p<.01)
LCE	1.032	.046	.992	3544.2
ARE	.731	.433	.981	1463.7
ACE	.842	.433	.983	1717.5
AR3	.877	.076	.964	781.2
AR6	.738	.414	.988	2334.1
AR9	.971	-.133	.884	221.4
LRP	1.043	-.131	.992	368.2
LCP	1.021	-.084	.993	4216.1
ARP	.770	.327	.981	1487.3
ACP	.800	.294	.980	1398.3
AG	.695	-.185	.875	203.9
AH	.967	-.230	.980	1438.6
AP	.781	.288	.969	919.0
AAB	.932	-.172	.986	2091.7
AF	1.070	-.809	.964	771.2
LSF	1.145	-1.046	.924	350.4
LSAN	.919	-1.158	.567	38.0
LC	.284	.509	.054	1.7
DC	.273	.147	.036	1.1
LPI	.949	-.522	.942	473.2
API	.776	-.289	.909	291.0
DEP	.933	-.745	.873	199.1
AM	.869	-.002	.990	2989.0
IA	.712	-.257	.767	95.7
PESO	2.593	-2.841	.989	2688.6

Ver Materiales y Métodos para abreviaturas de medidas consideradas. a: coeficiente de alometría, log b: parámetro.

CUADRO 4

Análisis de componentes principales en juveniles de G. sulcata; se presentan los eigenvalores (netos y acumulados), y porcentaje de varianza (netos y acumulados) de los diez primeros factores

Factor	Eigenvalor	Eigenvalor acumulado	% Varianza	% Varianza acumulada
1	22.651	22.651	87.117	87.117
2	1.716	24.367	6.600	93.717
3	.489	24.855	1.880	95.598
4	.272	25.127	1.044	96.642
5	.206	25.333	.791	97.433
6	.172	25.505	.661	98.095
7	.128	25.633	.493	98.588
8	.107	25.740	.411	98.999
9	.0767	25.816	.295	99.294
10	.0487	25.865	.187	99.481

CUADRO 5

Análisis de Componentes Principales en juveniles de G. sulcata: factores de carga sin rotar y con rotación Varimax normalizada, en los dos primeros factores (eigenvalor>1). N= 31

	Sin rotar		Rotados	
	Factor 1	Factor 2	Factor 1	Factor 2
Log LRE	.998	.036	.992	.107
Log LCE	.994	.059	.992	.083
Log ARE	.990	-.018	.978	.159
Log ACE	.992	.032	.986	.110
Log AR3	.984	-.007	.973	.148
Log AR6	.993	.003	.984	.139
Log AR9	.935	.068	.936	.066
Log LRP	.995	.035	.990	.107
Log LCP	.996	.026	.990	.116
Log ARP	.992	-.014	.980	.155
Log ACP	.991	-1.2*10 ⁻⁵	.981	.142
Log AG	.942	.006	.934	.128
Log AH	.992	-.006	.981	.148
Log AP	.988	-.032	.973	.172
Log AAB	.994	.036	.989	.106
Log AF	.982	.093	.986	.048
Log LSF	.963	-.016	.950	.153
Log LSAN	.761	.053	.761	.056
Log LC	.259	-.912	.126	.939
Log DC	.228	-.919	.095	.942
Log LP	.972	-.006	.961	.144
Log AP	.959	-.047	.942	.183
Log DEP	.930	.062	.929	.071
Log AM	.995	.032	.989	.110
Log IA	.885	.081	.888	.046
Log PESO	.996	-.001	.986	.143
Varianza	22.651	1.716	22.224	2.142
% Varianza	.871	.066	.855	.082

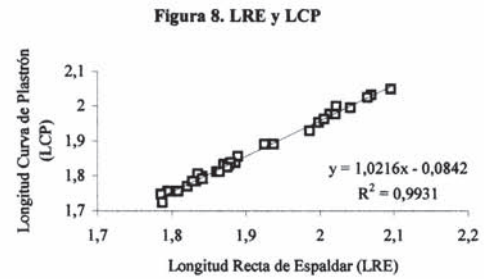
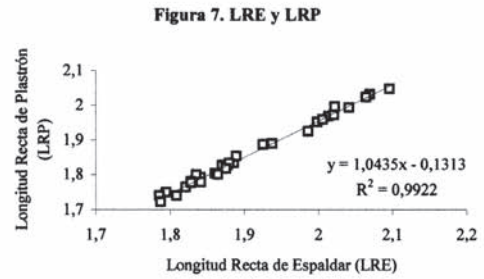
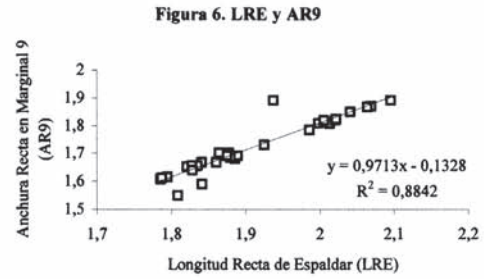
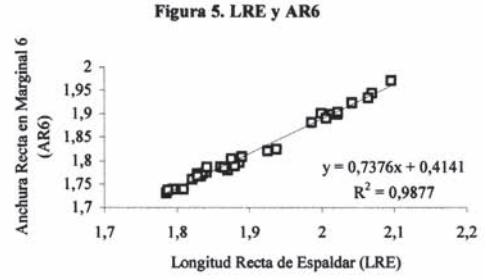
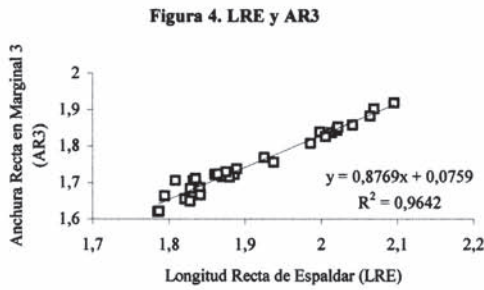
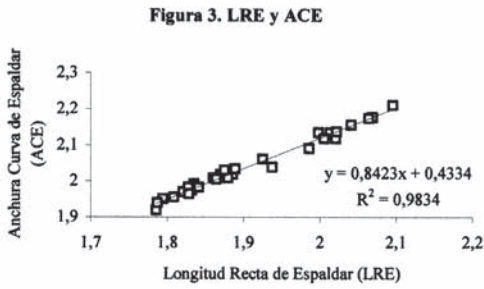
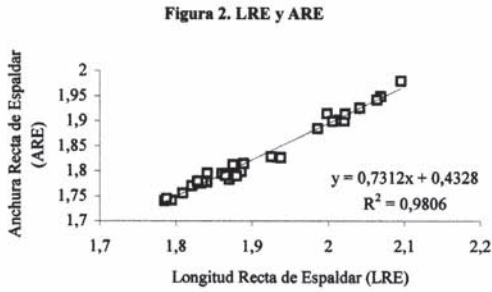
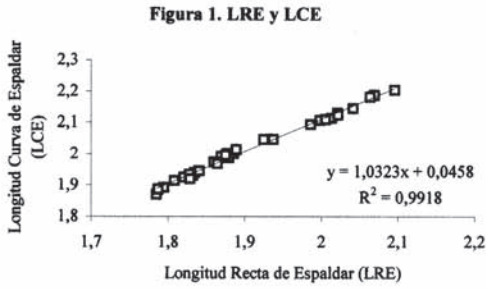


Fig. 1 a 8. Logaritmo de cada una de las medidas tomadas para jóvenes de *G. sulcata* en función del logaritmo de la longitud recta del espalдар.

Figura 9. LRE y ARP

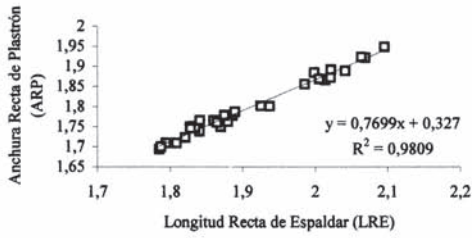


Figura 10. LRE y ACP

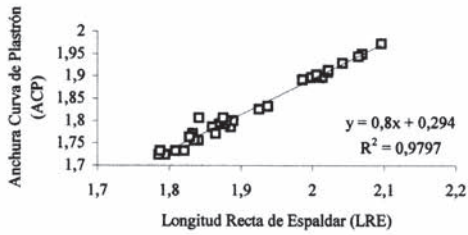


Figura 11. LRE y AG

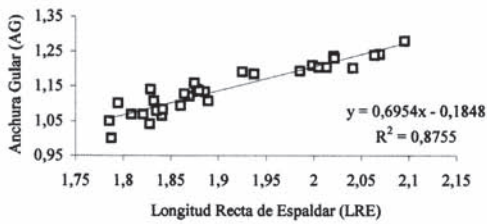


Figura 12. LRE y AP

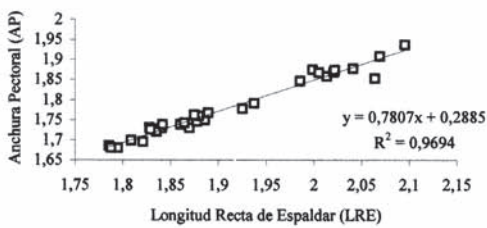


Figura 13. LRE y AAB

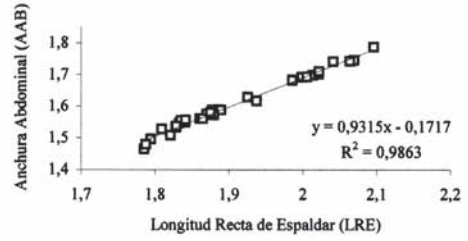


Figura 14. LRE y AF

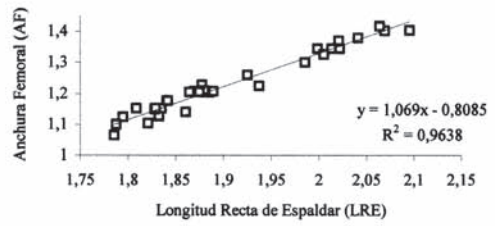


Figura 15. LRE y LSF

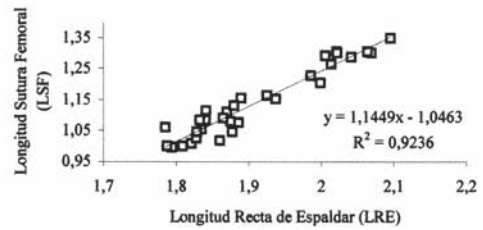


Figura 16. LRE y LSAN

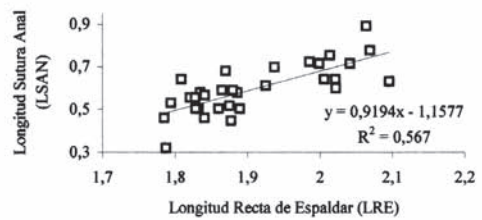


Fig. 9 a 16. Logaritmo de cada una de las medidas tomadas para jóvenes de *G. sulcata* en función del logaritmo de la longitud recta del espalдар.

Figura 17. LRE y LCOL

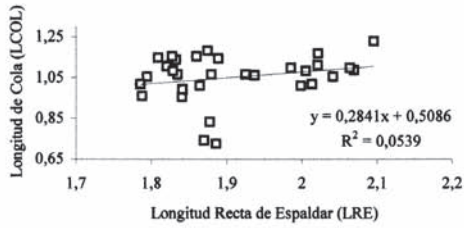


Figura 18. LRE y DC

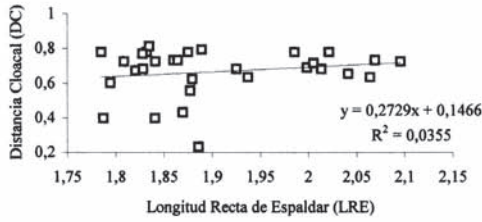


Figura 19. LRE y LPI

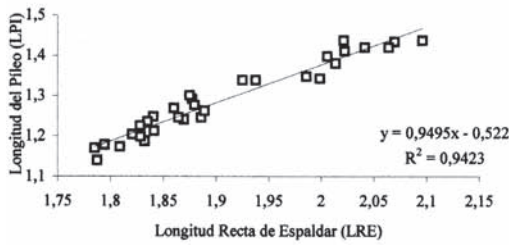


Figura 20. LRE y API

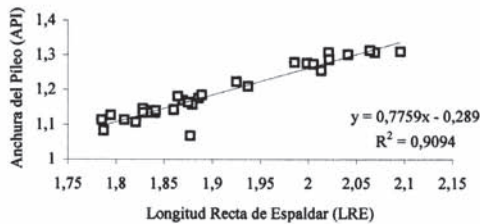


Figura 21. LRE y DEP

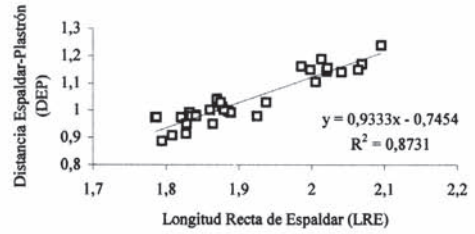


Figura 22. LRE y AM

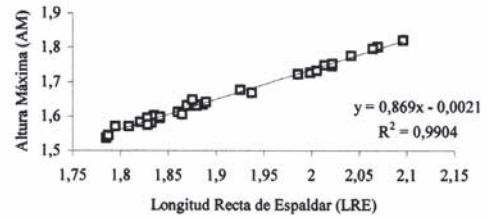


Figura 23. LRE y IA

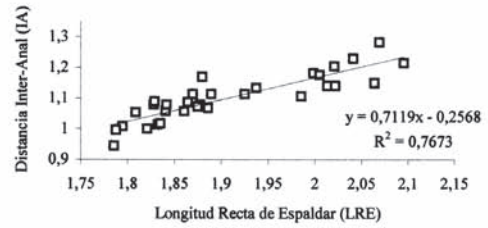


Figura 24. LRE y PESO

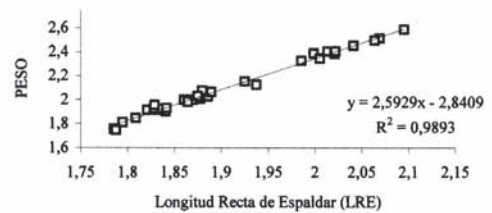


Fig. 17 a 24. Logaritmo de cada una de las medidas tomadas para jóvenes de *G. sulcata* en función del logaritmo de la longitud recta del espalдар.

