REVISTA DE LA ASOCIACION DE CIENCIAS NATURALES DEL LITORAL
20 (1 y 2): 91 – 98 (1989)

ENCEFALIZACION Y TAMAÑO RELATIVO CEREBRAL EN *Myocastor coypus* (RODENTIA: CAPROMYIDAE)

Noemí Bee de Speroni y Ana María Pellegrini de Gastaldo

Cátedra de Anatomía Comparada. Facultad de Ciencias Exactas,
Físicas y Naturales - Universidad Nacional de Córdoba
Velez Sarsfield 299 - 5000 Córdoba
Argentina

RESUMEN

Bee de Speroni, N. y A.M. Pellegrini de Gastaldo. 1989. Encefalización y tamaño relativo cerebral en *Myocastor coypus* (Rodentia: Capromyidae). *Rev. Asoc. Cienc. Nat. Litoral, 20* **(1 y 2)**: 91 – 98

Se estudió el encéfalo de *Myocastor coypus* (coipo), roedor adaptado a la vida anfibia. Calculando los Indices de Progresión (I de P) para el encéfalo total y diez de sus partes, se estimó el grado de evolución alcanzado con respecto a una forma básica tomada como referencia. El I de P para el encéfalo total es de 160, siendo un valor bajo para el rango de roedores. Los guarismos obtenidos para bulbos olfatorios, rinencéfalo, hipocampo y cerebelo, evidencian una marcada especialización de este roedor a la vida anfibia. El desarrollo neocortical poco elevado, se relaciona con la conducta de estos animales que encuentran en el agua refugio y alimento.

ABSTRACT

Bee de Speroni, N. y A.M. Pellegrini de Gastaldo. 1989. Encephalization and relative brain size in *Myocastor coypus* (Rodentia: Capromyidae). *Rev. Asoc. Cienc. Nat. Litoral, 20* **(1 y 2)**: 91 – 98

The brain of *Myocastor coypus,* rodent adapted to amphibian life, was studied. The evolutionary stage compared to a basal form taken as reference was estimated, based upon the progression indices for the total brain and ten of its components. The total brain index was 160, being a low position for the range of rodents. The values obtained for bulbus olfactorius, hippocampus, cerebellum, and rinencephalon, showed a marked specialization of this rodent to the amphibian life. The low development of neocortex is related with the behavior of these animals, that find in the water refuge and food.

INTRODUCCION

Como parte de nuestros estudios de la encefalización y composición cerebral en diversas familias de Roedores, hemos considerado de interés analizar el encéfalo de *Myocastor coypus,* histricomorfo de gran porte, de vida anfibia.

Se han realizado trabajos en mamíferos adaptados a la vida acuática. Bauchot y Stephan (1968); Stephan y Kuhn (1981) estudiaron insectívoros acuáticos, mientras que otros autores analizaron mamíferos completamente adaptados a este medio como los Sirénidos (Kamiya *et al.,* 1985; Pirlot y Kamiya, 1985). Estas investigaciones han demostrado que existen modificaciones en ciertas estructuras encefálicas como respuesta adaptativa a este tipo de ambiente.

0325 – 2809/89/20 – 91 $ 2.00 (c) Asociación de Ciencias Naturales del Litoral

Observaciones similares se realizaron en Roedores terrestres (Pirlot y Bee de Speroni. 1987).

M. coypus es un buen ejemplo de organismo cuyo hábitat se encuentra entre la tierra y el agua, ejerciendo el medio una presión selectiva hacia caracteres adaptativos ya enunciados como son: forma del cuerpo, membranas interdigitales en las extremidades inferiores, construcción de refugios en el agua, etc.

En este trabajo se describe y cuantifica el encéfalo y diez de sus componentes en *M. coypus,* con el fin de establecer cociaciones entre las características especializadas de estas estructuras y su posible relación con adaptaciones morfológicas y etológicas al ambiente semiacuático.

MATERIAL Y METODOS

Se estudio un ejemplar de *Myocastor coypus* silvestre capturado en Laguna Ludueña, Departamento de Río Primero (provincia de Córdoba). Se hizo una perfusión intracardíaca con formalina (una parte de solución comercial, siete de agua). En el laboratorio se tomó el peso corporal: 6.600 g, se extrajo el encéfalo, cuyo peso fue de 17,05 g y se lo colocó en igual solución fijadora durante tres días. Posteriormente, se lo transfirió a una solución Bouin durante 24 hs y a continuación se empleó la técnica de inclusión en parafina, se cortó seriadamente a 20 µm y se coloreó con solución Nissl (Cresyl violet).

Se tomaron 120 fotografías a intervalos regulares en los que se demarcaron diez áreas: BO: bulbos olfatorios, N: neocorteza, RH: rinencéfalo (paleocorteza y área amigdaloidea), S: septo, D: diencéfalo, St: estriato, H: hipocampo, M: mesencéfalo, C: cerebelo, y O: médula oblonga.

Las técnicas empleadas para estimar los volúmenes del cerebro y sus partes se detallan en numerosos trabajos (Pirlot y Bee de Speroni, 1987; Stephan *et al.,* 1981; Stephan y Pirlot, 1970). Los obtenidos, son comparados con los de formas basales insectívoras tomadas como referencia, lográndose así el Indice de Progresión (I de P) para el encéfalo total y diez de sus componentes. De este modo se estima el grado de evolución de las especies analizadas (Pirlot, 1986).

El valor 100 de insectívoros basales es el nivel de referencia. Toda cifra por encima de este valor indica progresión en el tamaño relativo, mientras que valores inferiores demuestran regresión.

Como parámetros fisiológicos se calcularon los porcentuales de las estructuras en el cerebro total. Los resultados son comparados con los valores obtenidos por Pirlot y Bee de Speroni (1987) en *Holochilus chacarius* y en *Castor canadensis,* ya que ambas comparten caracteres ecoetológicos similares a la especie en estudio.

En este trabajo se analiza un solo ejemplar por razones económicas y metodológicas. De acuerdo a lo señalado por Stephan y Kuhn (1981), se logra una mejor información si se estudian diversas especies en vez de investigar numerosos ejemplares de una misma especie.

Los valores de encefalización y composición cuantitativa cerebral se relacionan con la ecoetología de las especies. Como se trata de caracteres cuali y cuantitativos, no es posible realizar correlaciones ni asociaciones, por lo tanto se efectuarán cociaciones propuestas por Pirlot y Bee de Speroni (1987), como una relación híbrida entre *co* (relación) cuantitativa y la (aso)*ciación* cualitativa.

RESULTADOS Y DISCUSION

El encéfalo de *M. coypus* es de forma ligeramente ovoide. Los hemisferios cerebrales en norma dorsal, poseen un aspecto pentagonal, son de superficie lisa (lisencéfalo), con pequeñas depresiones que no llegan a ser surcos (Fig. 1).

Debemos acotar que la fisuración de los hemisferios cerebrales es moderada en *C. canadensis* (Pilleri *et al.,* 1984).

Cuadro 1

Indice de progresión (I de P) para el encéfalo total y diez de sus componentes. BO: bulbos olfatorios; N: neocorteza; RH: rinencéfalo; S: septo; D: diencéfalo; St; estriato; H: hipocampo; M: mesencéfalo; C: cerebelo; O: médula oblonga.

Estructuras Encefálicas	*Myocastor coypus*	*Castor (*) canadensis*	*Holochilus (*) chacarius*
Encéfalo total	160	264	132
BO	15	49	50
N	484	917	326
RH	59	69	74
S	84	294	70
D	248	389	152
St	299	504	181
H	104	151	86
M	169	247	192
C	146	228	147
O	153	171	103

(*) Tomado de Pirlot y Bee de Speroni, 1987.

Los bulbos olfatorios están totalmente expuestos y son poco desarrollados. El cerebelo es laminado, con los flóculos bien conspicuos hacia los costados. En norma ventral se observa el surco rinal que limita la paleocorteza poco desarrollada (Fig. 2).

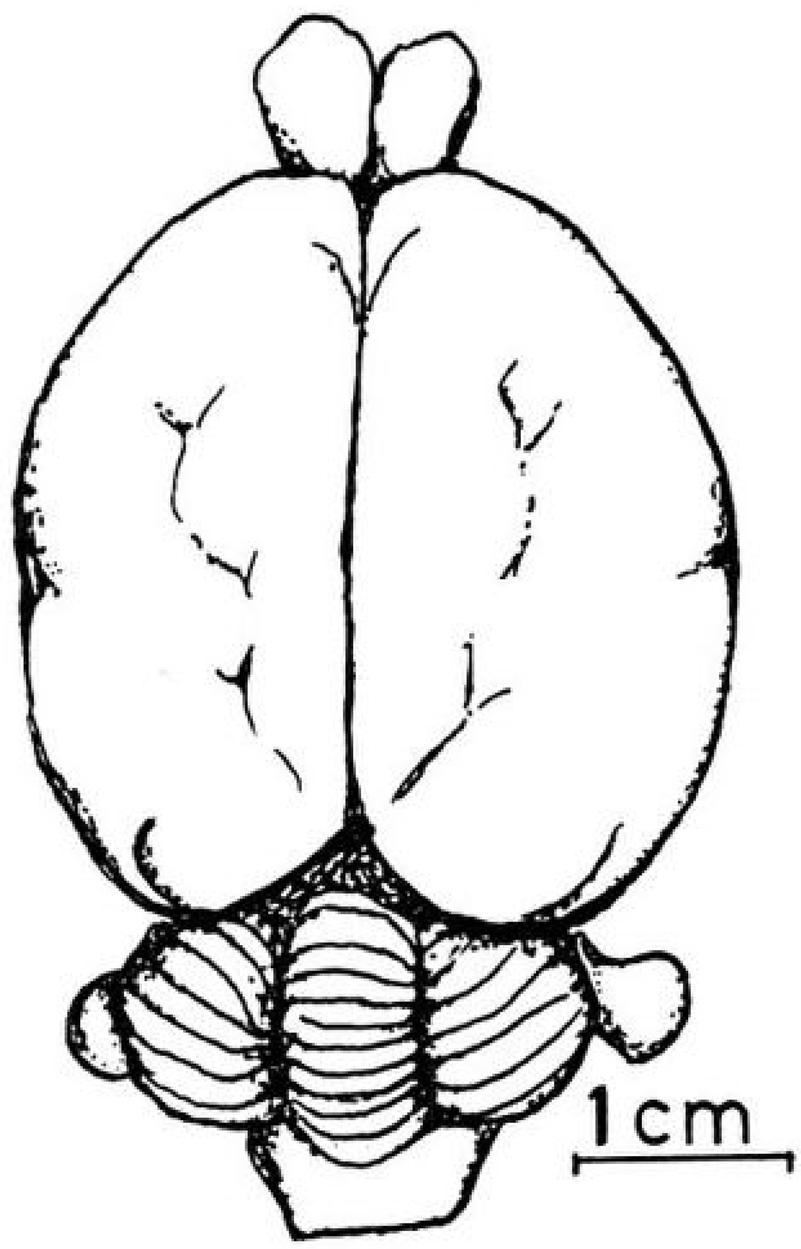
Encefalización

El tamaño relativo del cerebro total con respecto al cuerpo se expresa por el I de P para cada especie (Cuadro 1).

Los I de P para roedores se encuentran comprendidos en el rango de 92 a 383 (Pirlot y Bee de Speroni, 1987). La cifra determinada para *M. coypus:* 160, se halla entre los niveles más bajos, al igual que *H. chacarius:* 132, no así el *C. canadensis:* 264, que está dentro de los valores medios.

La relación entre los I de P de *M. coypus* y *H. chacarius* (1,21), y de *C. canadensis* y *M. coypus* (1,65), muestra una ventaja evolutiva para *C. canadensis.*

Fig. 1. Encéfalo de *M. coypus* en norma dorsal.



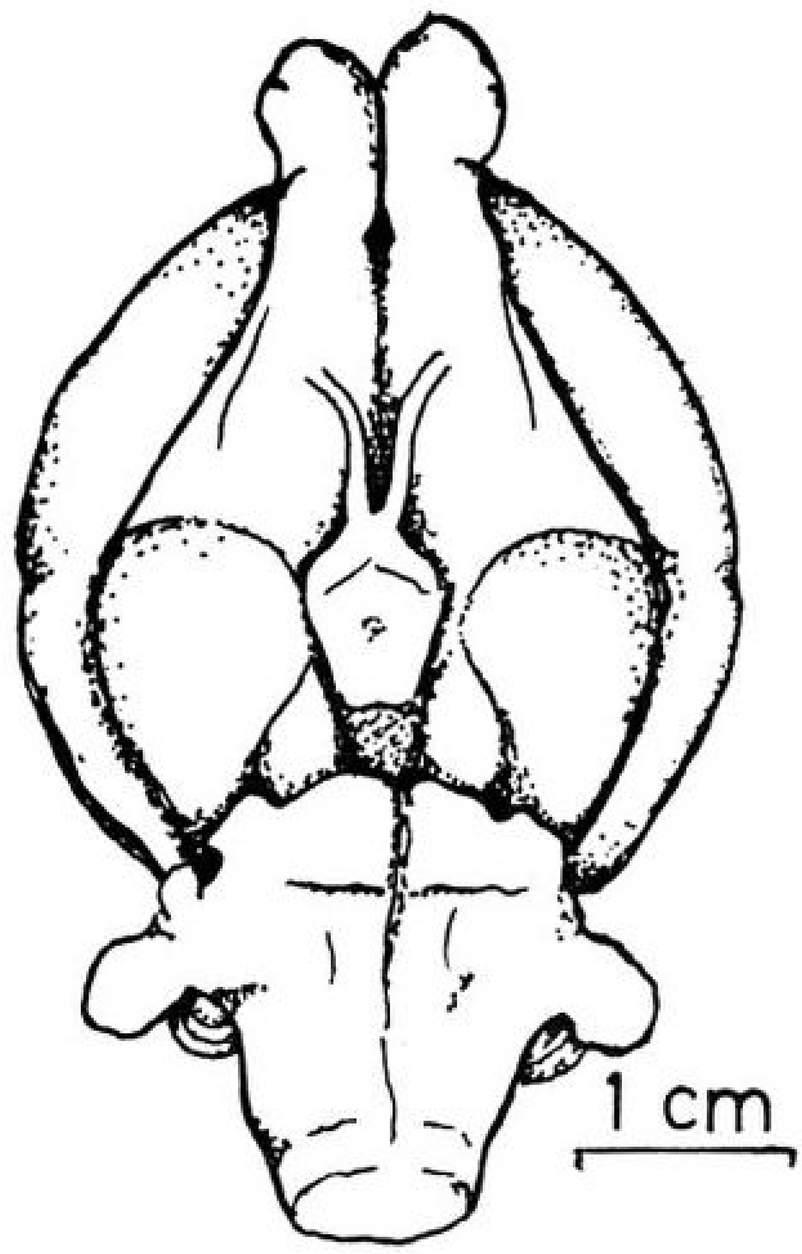


Fig. 2. Encéfalo de *M. coypus* en norma ventral. SR: surco rinal.

Composición cuantitativa cerebral

El análisis de la neocorteza es interesante, ya que se trata del componente mayor y que mejor indica el grado de evolución alcanzado por la especie, por ser el centro de coordinación de funciones elevadas.

El I de P de la neocorteza en *M. coypus:* 484, es ligeramente superior al de *H. chacarius:* 326, mientras que en *C. canadensis:* 917, es casi el doble. Es de hacer notar que estas tres especies presentan ciertos caracteres ecológicos comunes: hábitos nocturnos, régimen vegetariano, se organizan en colonias, aunque no se conocen costumbres sociales y son prolíficos.

Existe una diferencia ecológica interesante entre las especies que presentan valores corticales diferentes, en cuanto a la construcción de su nido o refugio. Se piensa que probablemente sea este el factor que determina un mayor desarrollo neocortical en *C. canadensis.* Es así que Walker (1968) cita para *H. chacarius* la existencia de nidos de 40 cm de diámetro y 100 g de peso, construídos con cañas entrelazadas y empaquetadas con material vegetal a 30 cm sobre el agua.

Cuadro 2

Composición cerebral de las estructuras encefálicas en o/o de volúmenes. BO: bulbos olfatorios; N: neocorteza; RH: rinencéfalo; S: septo; D: diencéfalo; St: estriato; H: hipocampo; M: mesencéfalo; C: cerebelo; O: médula oblonga.

	ENCEFALO		TELENCEFALO	
Estr. Encef.	*Myocastor coypus*	*Holochilus (*) chacarius*	*Myocastor coypus*	*Holochilus (*) chacarius*
BO	1,03 (173,74)	4,02 (61,30)	1,69	6,83
N	41,89 (7.075,80)	32,60 (497,53)	68,65	55,48
RH	5,67 (957,13)	9,96 (151,88)	9,28	16,94
S	0,71 (120,04)	0,88 (13,41)	1,16	1,50
D	11,03 (1.863,71)	8,70 (132,68)	---	---
St	7,59 (1.289,49)	6,11 (93,22)	12,44	10,39
H	4,14 (698,10)	5,21 (79,50)	6,78	8,86
M	4,73 (799,19)	8,25 (125,79)	---	---
C	13,35 (2.255,41)	14,10 (215,03)	---	---
O	9,86 (1.666,29)	10,17 (155,13)	---	---

(*) Tomado de Pirlot y Bee de Speroni, 1987.

Sierra de Soriano (1960) ha efectuado un profundo análisis de las madrigueras de *M. coypus,* describiendo porciones epígeas, hipógeas y acuáticas. En todas estas construcciones, que pueden extenderse hasta 7 m de la orilla, se observan caminos, túneles y plataformas revestidos de vegetación. Esta autora las homologa a las realizadas por los castores. Sin embargo, considerando la bibliografía, se deduce que los castores poseen un mayor ingenio y plasticidad en su comportamiento para construir sus presas y nidos,

ya que deben cortar árboles de cierta envergadura y encontrar la manera de transportarlos hasta el lugar donde se encuentra la obra, una verdadera estructura de ingeniería (Walker, 1968).

A conclusiones similares llega Pilleri *et al.* (1984), calculando el cociente de encefalización (E.Q.) para *M. coypus* y *C. canadensis.*

Una fuerte correlación entre el desarrollo de la neocorteza y del cerebelo en roedores ha sido señalada por Pirlot y Bee de Speroni (1987). El cerebelo está íntimamente relacionado con el equilibrio, la sinergía y la precisión de los movimientos finos. Valores de I de P similares se determinaron en *M. coypus:* 146 y *H. chacarius:* 147. Si se tiene en cuenta que estas dos especies son buenas nadadoras y zambullidoras, presentando membranas interdigitales en las extremidades posteriores bien desarrolladas, hubiera sido lógico encontrar I de P para cerebelo con valores más elevados.

Es interesante destacar que los coipos además de la natación, poseen una gran habilidad al usar las extremidades anteriores para llevar a la boca el alimento y acomodarlos para cortarlo con los incisivos (Sierra de Soriano, 1961).

El mayor I de P para el cerebelo de *C. canadensis,* posiblemente se deba a la correlación con el de la neocorteza que se mencionó al principio y a la extraordinaria habilidad manual de estos roedores (Pilleri *et al.,* 1984).

Los bulbos olfatorios son los mejores indicadores de la capacidad de olfación de los organismos y se encuentran correlacionados con el desarrollo del rinencéfalo. Las tres especies muestran una fuerte regresión de los mismos, presentándose el rinencéfalo poco desarrollado (Cuadro 1). Es así que en el *M. coypus* el I de P para los bulbos olfatorios es 15 y para el rinencéfalo 59. En *H. chacarius* 50 y 74 respectivamente, siendo ambos regresivos con respecto a la línea basal.

En las especies de insectívoros de ambiente acuático los bulbos olfatorios muestran valores de I de P bastante bajos (Bauchot y Stephan, 1968 y Kamiya *et al.,* 1985). Pirlot y Kamiya (1985), citan mamíferos adaptados a la vida acuática, en los que los bulbos olfatorios están ausentes.

Es interesante mencionar observaciones (Pirlot y Kamiya, 1985 y Stephan y Kuhn, 1981) realizadas en especies acuáticas o semi acuáticas en las cuales el sentido del olfato es reemplazado por el desarrollo de vibrisas, las que captan las vibraciones en el agua. Sierra de Soriano (1960), cita que los coipos realizan una olfación continua con el hocico muy próximo al suelo y con las vibrisas labiales anteriores dirigidas hacia adelante o moviéndolas alternativamente hacia adelante y atrás, ante la presencia de alimentos, o bien de objetos o lugares desconocidos.

Se considera interesante analizar el sistema trigeminal de *M. coypus* y *H. chacarius,* ya que el análisis cuantitativo dilucidará la importancia de esta estructura.

El mesencéfalo presenta una porción dorsal, la lámina cuadrigémina y una parte basal, el tegmento y los pedúnculos cerebrales.

La primera está relacionada con la coordinación de influjos visuales y auditivos, mientras que en la porción basal se encuentran núcleos motores ligados al cerebelo.

Los índices mesencefálicos de *M. coypus* y *H. chacarius,* son de: 169 y 192 respectivamente, siendo en *C. canadensis* algo superior: 247.

El I de P para el hipocampo en *M. coypus:* 104, es una cifra casi basal, mientras que en *H. chacarius* es regresivo: 86, a diferencia del *C. canadensis,* que es ligeramente progresivo: 151.

En todos los casos, se trata de roedores de hábitos crepusculares y nocturnos, mansos y de escasa agresividad, que encuentran en el medio acuático una interesante posibilidad de refugio y huída.

Probablemente, estos organismos no necesitan a través del aprendizaje de las relaciones espaciales, una captación global de su hábitat, como puede ser que suceda con especies diurnas, atentas y vigilantes en las que el hipocampo se encuentra muy desarrollado (ej. *Dolichotis patagonum* I de P: 453).

Los I de P para el estriato y el diencéfalo son variados. Estas estructuras se encuentran íntimamente relacionadas con la neocorteza (Pirlot y Stephan, 1970 y Stephan y Pirlot, 1970).

Analizando los valores de I de P para estos componentes, se observa que *M. coypus* presenta valores intermedios entre los altos de *C. canadensis* y los más bajos de *H. chacarius* y lo mismo ocurre para los valores de la neocorteza.

Composición Porcentual

A diferencia de la progresión filogenética con respecto al tamaño corporal (índice evolutivo), el tamaño relativo de cada componente del encéfalo total, provee información con respecto a la importancia relativa de cada función (Cuadro 2).

El volumen relativo del componente neocortical es algo mayor en *M. coypus* que en *H. chacarius.*

Los porcentajes de cerebelo y estriato muestran pocas variaciones entre estas especies, mientras que el hipocampo comparte valores relativos bajos.

Las cifras de los tamaños relativos de bulbo olfatorio y rinencéfalo demuestran para *M. coypus* una escasa importancia de la olfación.

CONCLUSIONES

Siendo *M. coypus* habitante de un medio semiacuático, presenta interesantes adaptaciones neuroanatómicas, como el escaso desarrollo de estructuras olfatorias y del hipocampo, relacionada la primera de ellas con la poca importancia de la olfación en la vida de estos animales, mientras que el último presenta el desarrollo típico de una especie mansa y de hábitos nocturnos.

El tamaño del cerebelo se corresponde con su habilidad de ser buenos nadadores y zambullidores.

Los valores neocorticales poco elevados, demuestran que esta especie no presenta conductas elaboradas complejas, con excepción de la construcción del nido, comprobándose por lo tanto que existe una correlación entre el desarrollo de las estructuras encefálicas y la ecoetología de estas especies.

Se piensa que el agua les brinda un interesante refugio y provisión de alimentos, que facilitan su lucha por la subsistencia.

Por último el análisis comparativo con *H. chacarius* (Cricetidae) y *C. canadensis* (Castoridae), permite inferior que las similitudes neuroanatómicas y ecoetológicas son el resultado de un proceso de convergencia evolutiva entre estas especies anfibias.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Paul Pirlot de la Universidad de Montreal, por la lectura crítica del manuscrito.

REFERENCIAS

Bauchot, R. y H. Stephan. 1968. Etude des modifications encéphaliques observées chez les insectivores adaptés á la recherche de nourriture en mileu aquatique. *Mammalia 32:* 228–275.

Kamiya, T., P. Pirlot e Y. Hasegawa. 1985. Comparative brain morphology of miocene and recent sirenians. *Fortschr. Zool. 30:* 541–544.

Pilleri, G., M. Gihr y C. Kraus. 1984. Cephalization in Rodents with particular reference to the Canadian beaver. *Ed. G. Pilleri,* Berna, 102 p.

Pirlot, P. 1986. Understanding taxa by comparing brain. *Perspect. Biol. Med. 29:* 499–509.

Pirlot, P. y N. Bee de Speroni. 1987. Encephalization and brain composition in South American Rodents *(Caviidae, Cricetidae, Dasiproctydae). Mammalia 51:* 305–320.

Pirlot, P. y T. Kamiya. 1985. Qualitative and quantitative brain morphology in the sirenian *Dugong dugong* Erxl. *Z. Zoll. Syst. Evolutionsforsch. 23:* 147–155.

Pirlot, P y H. Stephan. 1970. Encephalization in Chiroptera. *Can. J. Zool. 48:* 433–444.

Sierra de Soriano, B. 1960. Elementos constitutivos de una habitación de *Myocastor coypus bonariensis* (Geoffroy) ("Nutria"). *Rev. Fac. Hum. Cienc. Montevideo 18: 257–276.*

Sierra de Soriano B. 1961. Algunos moldes de actividad en *Myacastor coypus bonariensis* (Geoffroy) ("Nutria"), en cautividad. *Rev. Fac. Hum. Cienc. Montevideo 19:* 261–280.

Stephan, H., H. Frahm y G. Baron. 1981. New and revised data on volumes of brain structures in insectivores and Primates. *Folia Primatol. 35:* 1–29.

Stephan, H. y H. J. Kuhn. 1981. The brain of *Micropotamogale lamotei.* Heim de Balsac. *Z. Saeugetierk. D. 47:* 129–142.

Stephan, H. y P. Pirlot. 1970. Volumetric comparisons of brain structures in bats. *Z. Zool. Syst Evolutionsforsch. 8:* 200–236.

Walker, E. P. 1968. Mammals of the World. Second Edition. Vol. II. *The Johns Hopkins Press,* Baltimore, 853 p.

Recibido / *Received /:* 16 agosto 1988
Aceptado / *Accepted /:* 31 agosto 1990