



COMPOSICION ENCEFALICA CUANTITATIVA DE *Polyborus ch. chimango* VIEILLOT, (AVES: FALCONIDAE) DESDE UNA PERSPECTIVA ECOETOLOGICA

Noemí Bee de Speroni y Fernando Carezzano

Cátedra de Anatomía Comparada

Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (U.N. Cba.)

Vélez Sarsfield 299 - 5000 Córdoba, Argentina.

RESUMEN. Se analizó la composición encefálica cuantitativa de *Polyborus ch. chimango* (chimango), comparándola con la de *Athene cunicularia* (lechuzita de las vizcacheras), *Rhea americana* (ñandú) y *Crypturellus tataupa* (perdiz paloma). Se estimaron los volúmenes porcentuales e índices cerebrales del encéfalo total y de once de sus componentes. Nuestros resultados muestran que, el mayor volumen porcentual corresponde al neostriado (38,97%), seguido por el tronco cerebral (13,57%) y el cerebelo (13,23%), siendo los bulbos olfatorios los menos desarrollados (0,08%). Se observó una correspondencia entre los indicadores funcionales y filogenéticos. Los resultados se relacionan con la actividad diurna (tecto óptico), dieta omnívora (bulbos olfatorios, estriado propiamente dicho y neostriado), cortejo (estriado propiamente dicho), forma y lugar de construir el nido (wulst), métodos empleados en la búsqueda y captura del alimento (tecto óptico, wulst y neostriado), y vuelo (cerebelo), de este falconiforme. Se concluye que por el desarrollo del estriado propiamente dicho, arquiestriado, wulst y por el escaso tamaño de los bulbos olfatorios, *Polyborus ch. chimango* es menos evolucionado que *Athene cunicularia*, pero más progresivo que *Rhea americana* y *Crypturellus tataupa*.

ABSTRACT. Quantitative brain composition in *Polyborus ch. chimango* Vieillot (Aves: Falconidae), from an ecoethological perspective.

The quantitative brain composition of *Polyborus ch. chimango* was analyzed and compared with the brain of *Athene cunicularia*, *Rhea americana* and *Crypturellus tataupa*. Both, relative volumes and cerebral indices, were calculated for eleven encephalic components. Neostriatum showed the highest percentage volume (38,97%), followed by the brain stem (13,57%) and cerebellum (13,23%). The

bulbus olfactorius showed the lowest development (0,08%). The relationship between functional and phylogenetical parameters was verified. In this falconiform results were related to diurnal activities (tectum opticum), omnivorous diet (bulbus olfactorius, striatum sensu stricto, neoestriatum), courtship (striatum sensu stricto), size and place of nest construction (wulst), methods employed in searching and capturing food (tectum opticum, wulst and neoestriatum), and flight (cerebellum). Results suggest that *Polyborus ch. chimango* is less evolved than *Athene cunicularia* but more progressive than *Rhea americana* and *Crypturellus tataupa*, due to the development of the striatum, archistriatum, wulst and low size of the bulbus olfactorius.

INTRODUCCION

Trabajos realizados en diversas especies de roedores (Pirlot y Kamiya, 1982; Pirlot y Bee de Speroni, 1987; Bee de Speroni y Pellegrini de Gastaldo, 1989), quirópteros (Pirlot y Stephan, 1970), primates (Bauchot y Stephan, 1966, 1969; Clutton-Brock y Harvey, 1980) y aves (Bennett y Harvey, 1985; Bee de Speroni y Pirlot, 1987; Alama y Bee de Speroni, 1992), sobre la composición cuantitativa encefálica, ponen en evidencia que existe una relación entre el tamaño de las estructuras encefálicas, el ambiente y la etología.

El chimango es un falcónido típico de la región pampeana. En el presente trabajo se analiza la organización encefálica cuantitativa y su relación con adaptaciones morfofuncionales al hábitat de esta ave.

Los objetivos planteados son: a) estimar la composición porcentual (indicador funcional) y los índices cerebrales de 11 componentes encefálicos; b) establecer las cociaciones (Pirlot, 1986) entre las características de los componentes cerebrales y su relación con ciertos aspectos ecoetológicos.

MATERIAL Y METODOS

Dos ejemplares de *Polyborus ch. chimango* (chimango) se capturaron en la localidad de Uchacha (departamento Juárez Celman, provincia de Córdoba), los cuales fueron anestesiados con éter sulfúrico y perfundidos intracardiácamente con formalina (una parte de formol comercial, siete de agua destilada) por el ventrículo izquierdo. Se determinó, de cada ejemplar, el peso corporal y encefálico, siendo el promedio de ambos individuos de 246 g y 1,984 g respectivamente.

Los encéfalos se procesaron mediante la técnica de inclusión en parafina (Mazzi, 1977). Se realizaron cortes seriados a 10 µm, y colorearon con Nissl (Cressyl Violet), de los cuales se obtuvieron 120 fotogramas, determinándose en ellos las siguientes áreas: BO (bulbos olfatorios), St (estriado propiamente dicho, formado por el paleoestriado primitivo y aumentado), Ast (arquistriado), Nst (neoestriado, integrado por el hiperestriado ventral, ectoestriado, neoestriado), W (wulst, comprende el hiperestriado dorsal e hiperestriado accesorio), Cx (corteza), H (hipocampo), TO (tecto óptico), Di (diencefalo), Cb (cerebelo), Bs (pe-

dúnculo o tronco cerebral, constituido por el mesencéfalo y la médula oblonga).

Se aplicó el Método Volumétrico (Stephan *et al.*, 1981) y se calcularon los índices cerebrales (Portmann, 1946, 1947).

Para este trabajo sólo se analizaron dos ejemplares por razones económicas y metodológicas y de acuerdo a lo señalado por Stephan y Kuhn (1981), se logra una mejor información cuando se estudian diversas especies en lugar de numerosos ejemplares de una misma especie.

Los datos ecoetológicos referidos al chimango son observaciones, obtenidas por el segundo autor, en la zona de captura de los ejemplares estudiados.

RESULTADOS Y DISCUSION

En el Cuadro 1 se presentan los volúmenes porcentuales de los componentes encefálicos de nuestra muestra de *Polyborus ch. chimango* y se los compara con *Athene cunicularia* (lechuzita de las vizcacheras), *Rhea americana* (ñandú) y *Crypturellus tataupa* (perdiz paloma), según datos de Alama y Bee de Speroni (*op. cit.*) y Bee de Speroni y Pirlot (*op. cit.*). El Cuadro 2 muestra los índices cerebrales.

Los resultados se discuten considerando aspectos ecoetológicos. Como se trata de caracteres cualitativos y cuantitativos no fue posible realizar correlaciones ni asociaciones, por lo tanto se efectuaron *cociaciones*, término propuesto por Pirlot (*op. cit.*) como una relación híbrida entre *co(rrelación)* cuantitativa y *(aso)ciación* cualitativa.

Bulbos olfatorios (BO)

El sentido del olfato en las aves es considerado un sistema en regresión, estando en la mayoría de las especies muy reducido. No obstante la literatura señala que tiene importancia en la búsqueda del alimento (Bang, 1960; Wenzel, 1972; Wurdiner, 1979), en la identificación de feromonas durante el cortejo (Balthazart y Schoffeniels, 1979) y en la orientación (Benvenuti, 1973).

Polyborus presenta el valor porcentual más bajo (0,08%), indicando que el sentido del olfato está poco desarrollado. Esta ave detecta el alimento (carroña, insectos, pequeños anfibios, reptiles, roedores, huevos, pichones de aves y, en ocasiones, material vegetal) empleando preferentemente la visión.

Crypturellus presenta el mayor porcentaje (1,14%), mientras que *Athene* (0,27%) y *Rhea* (0,45%) son intermedias. Los índices cerebrales revelan que *Polyborus* es el más progresivo (0,01), seguido por *Rhea* (0,03).

Estriado propiamente dicho (St)

El St es un área relacionada con los reflejos condicionados e integra una serie de impulsos nerviosos, provenientes de diversas regiones (pico, cuello, cabeza, ojos, oídos) (Salzen y Parker, 1975). Se registra un tamaño relativo similar en *Polyborus* (6,86%), *Rhea* (6,63%) y *Crypturellus* (6,46%).

La cifra estimada en chimango concuerda con ciertas características como su confiabilidad y modo de percibir y tomar el alimento.

Existe concordancia entre el tamaño relativo de esta área y el Índice Cerebral en este falcónido. *Polyborus* (0,47) se

Cuadro 1. Comparación de Porcentajes de Volúmenes de los Componentes Encefálicos en *Polyborus*, *Athene*, *Rhea* y *Crypturellus*. n, tamaño muestral; BO, bulbos olfatorios; St, estriado propiamente dicho; Ast, arquiestriado; Nst, neoestriado; W, wulst; Cx, cortex; H, hipocampo; Tel, telencéfalo; TO, tecto óptico; Di, diencéfalo; Cb, cerebelo y Bs, tronco cerebral. Los valores se expresan en porcentaje (%) con respecto al encéfalo total, entre paréntesis los porcentajes de cada componente telencéfálico en relación al Tel.

	<i>Polyborus</i>	<i>Athene*</i>	<i>Rhea**</i>	<i>Crypturellus**</i>
n	2	1	1	1
BO	0,08 (0,15)	0,27 (0,34)	0,45 (0,80)	1,14 (2,09)
St	6,86 (12,16)	3,50 (4,27)	6,63 (11,84)	6,46 (11,94)
Ast	1,05 (1,86)	1,62 (1,97)	1,65 (2,94)	2,80 (5,16)
Nst	38,97 (69,04)	46,52 (56,78)	30,35 (54,17)	35,86 (66,32)
W	6,49 (11,50)	29,06 (35,47)	13,12 (23,42)	4,19 (7,27)
Cx	2,03 (3,60)	0,77 (0,94)	2,13 (3,80)	1,20 (2,22)
H	0,95 (1,69)	0,19 (0,23)	1,70 (3,03)	2,46 (4,55)
Tel	56,43(100,00)	81,93(100,00)	56,03(100,00)	54,11(100,00)
TO	9,79	2,54	6,63	10,05
Di	6,97	4,43	5,64	7,87
Cb	13,23	7,02	16,19	12,74
Bs	13,57	4,08	15,51	15,24

* Tomado de Alama y Bee de Speroni (1992).

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

Cuadro 2. Índices cerebrales de *Polyborus*, *Athene*, *Rhea* y *Crypturellus*. n, tamaño muestral; CB, cifra basal; BO, bulbos olfatorios; St, estriado propiamente dicho; Ast, arquiestriado; Nst, neonestriado; W, wulst; Cx, cortex; H, hipocampo; Tel, telencéfalo; TO, tecto óptico; Di, diencéfalo; Cb, cerebelo y Bs, tronco cerebral.

	<i>Polyborus</i>	<i>Athene</i> *	<i>Rhea</i> **	<i>Crypturellus</i> **
n	2	1	1	1
CB	0,29	0,24	3,18	0,28
BO	0,01	0,07	0,03	0,07
St	0,47	0,91	0,40	0,39
Ast	0,07	0,42	0,01	0,17
Nst	2,69	12,06	1,83	2,14
W	0,45	7,53	0,79	0,25
Cx	0,14	0,20	0,13	0,08
H	0,07	0,05	0,10	0,15
Tel	3,76	17,78	3,26	3,12
TO	0,67	0,66	0,40	0,60
Di	0,48	1,15	0,34	0,47
Cb	0,91	1,82	0,98	0,76
Bs	0,94	1,06	0,93	0,91

* Tomado de Alama y Bee de Speroni (1992).

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

halla a un nivel evolutivo similar al de *Rhea* (0,40) y *Crypturellus* (0,39).

Arquiestriado (Ast)

El Ast es una extensa zona de integración autonómica, asociada con conductas de ataque y temor (Pearson, 1972).

Polyborus presenta el porcentaje más bajo (1,05%), debido posiblemente a su confiabilidad (no se le conocen predadores); no revela conductas de ataque frente a un enemigo. Esta especie se alimenta preferente de carroña, pero es frecuente verlos perseguidos a picotazos por otras aves, a quienes saquea los nidos en busca de huevos o pichones. Sólo durante la época de nidificación se vuelve agresivo, siendo capaz de atacar a aves mayores.

Neoestriado (Nst)

En la porción ventrolateral se proyecta la vía Quinto Frontal (implicada en el control del "picoteo", en la identificación táctil y toma del alimento). En el ectoestriado lo hace la vía visual tecto-fugal, utilizada en mayor proporción por aves de hábitos diurnos. En la caudal (área L de Rose) se proyecta la vía auditiva (Karten, 1969).

El Nst es la estructura telencefálica de mayor desarrollo. La cifra estimada en *Polyborus* (38,97%) es ligeramente superior a la de *Rhea* (30,30%) y a la de *Crypturellus* (35,86%) e inferior a la de *Athene* (46,52%). Este valor se asocia con sus costumbres diurnas y el modo de visualizar sus presas desde el aire. Debemos aclarar que no se han analiza-

do por separado las estructuras que componen el Nst.

Polyborus, *Rhea* y *Crypturellus* exhiben índices cerebrales próximos entre sí (2,69, 1,83 y 2,14, respectivamente), muy inferiores al de *Athene* (12,06).

Wulst o Eminencia sagital (W)

EL W desempeña un papel preponderante en el aprendizaje, siendo su tamaño proporcional al del campo visual binocular. Está relacionado con la habilidad de resolver complejos e inesperados problemas (obtención del alimento, lugar y forma de construir el nido, etc.), puesto que es el asiento de la memoria (Mazzi y Fassolo, 1977).

En la eminencia sagital se proyecta la vía visual tálamo-fugal, empleada en mayor medida por aves de costumbres nocturnas (Pearson, *op. cit.*).

Salzen y Parker (*op. cit.*), sugieren que se relaciona, juntamente con el hiperestriado ventral, en la orientación.

La cifra porcentual estimada en *Polyborus* (6,49%), es mayor a la de *Crypturellus* (4,19%), pero menor a la de *Athene* (29,06%) y *Rhea* (13,12%). El tamaño relativo del W de *Polyborus* concuerda con ciertos aspectos comportamentales como la de nidificar en forma solitaria, prefiriendo árboles bajos y es común verlo anidar entre juncales; el nido es voluminoso y poco elaborado.

El nivel evolutivo del W de *Polyborus* (0,45) es superior al de *Crypturellus* (0,25) e inferior al de *Rhea* (0,79) y *Athene* (7,53).

Tecto Optico (TO)

El TO es un centro nervioso de relevo de la vía visual tecto-fugal, empleada en mayor proporción por aves de hábitos diurnos (Karten, 1969).

El desarrollo del TO en *Polyborus* (9,79%) concuerda con sus costumbres diurnas.

Cerebelo (Cb)

Es un importante centro encefálico, cuyas principales funciones son la de mantener el equilibrio y la integración motora del organismo, interviniendo en el control de la postura y en la coordinación de movimientos finos y precisos.

El tamaño relativo del Cb de *Polyborus* (13,23%) responde a su forma de volar lenta, no superando los 100 m de altura. Cuando ve una presa desde el aire, no baja en picada, sino que alterna persecuciones por tierra con vuelos casi al ras del suelo. Cava el suelo con pico y garras en busca de insectos, larvas, gusanos y pequeños moluscos.

El indicador filogenético de *Polyborus* (0,91) es similar al de *Rhea* (0,98), superior al de *Crypturellus* (0,76) e inferior al de *Athene* (1,82).

Estos resultados permiten inferir que *Polyborus ch. chimango*, por el desarrollo del St, Ast, W y por el escaso tamaño de los BO, es menos evolucionado que *Athene cucularia*, pero más progresivo que *Rhea americana* y *Crypturellus tataupa*.

REFERENCIAS

Alama, S. y N. Bee de Speroni. 1992. Indices cerebrales y composición cuantitativa encefálica en *Athene cucularia* y *Tyto alba*

(Strigiformes: Strigidae y Tytonidae). *FACE-NA*, 9: 19-37.

Balthazart, J. y E. Schoffeniels. 1979. Pheromones are involved in the control of sexual behaviour in birds. *Naturwissenschaften* 66: 55-56.

Bang, B. G. 1960. Anatomical evidence for olfactory function in some species of birds. *Nature* 188: 547-549.

Bauchot, R. y H. Stephan. 1966. Données nouvelles sur l'encéphalisation des insectivores et des prosimiens. *Mammalia* 30: 160-169.

Bauchot, R. y H. Stephan. 1969. Encéphalisation et niveau évolutif chez les simiens. *Mammalia* 33: 225-275.

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.

Bee de Speroni, N. y P. Pirlot. 1987. Relative size of avian brain components of the magellanic penguin, the greater rhea and the tataupa tinamou. *Cormorant* 15: 7-22.

Bennett, P. M. y P. H. Harvey. 1985. Relative brain size and ecology in birds. *J. Zool. (Lond.)* 207: 151-169.

Benvenuti, S. 1973. Homing performances of inexperienced and directionally trained pigeon's subjected to olfactory nerve section. *J. Comp. Physiol.* 83: 81-91.

Clutton-Brock, T. H. y P. H. Harvey. 1980. Primates, brains and ecology. *J. Zool. (Lond.)* 190: 309-323.

Karten, H. J. 1969. The organization of the avian telencephalon and some speculations on the phylogeny of the amniote telencephalon. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 167: 164-179.

Mazzi, V. 1977. Manuale di tecniche istologiche e istochimiche. *Piccin*. Padova, 750 pp.

Mazzi, V. y A. Fassolo. 1977. Introduzione alla neurologia comparata dei vertebrati. *Boringhieri*. Torino, 621 pp.

Pearson, R. 1972. The avian brain. *Academy Press*. New York, 658 pp.

- 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, Dasyproctidae). *Mammalia* 51 (2): 305-320.
- Pirlot, P. y T. Kamiya.** 1982. Relative size of brain and brain components in three gliding placentals (Dermoptera; Rodentia). *Can. J. Zool.* 60: 565-572.
- Pirlot, P. y H. Stephan.** 1970. Encephalization in Chiroptera. *Can. J. Zool.* 48: 433-444.
- Portmann, A.** 1946. Etudes sur la cérébralisation chez les oiseaux. I. *Alauda* 14: 2-20.
- Portmann, A.** 1947. Etudes sur la cérébralisation chez les oiseaux. II. *Alauda* 15: 1-15.
- Salzen, E. y D. M. Parker.** 1975. Arousal and orientation functions of the avian telencephalon. En: P. Wright, P. G. Caryl y D. M. Vowles (eds.). Neural and endocrine aspects of behavior in birds. *Elsevier*, Amsterdam, 535 pp.
- 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.
- Wenzel, B. M.** 1972. Olfactory sensation in the kiwi and other birds. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 188: 183-193.
- Wurdiner, J.** 1979. Olfaction and feeding behaviour in juvenile geese *Anser anser* and *Anser domesticus*. *Z. Tierpsychol.* 49: 132-135.