

Artículo original

Algunas observaciones sobre el comportamiento social de la zarigüeya sudamericana *Didelphis albiventris* (Marsupialia: Didelphidae) en cautiverio

Behavioral observations of the South American Opossum Didelphis albiventris (Marsupialia: Didelphidae) under captivity conditions

Juan J. Bianchini^a, Claudio O. Cervino^b, Lydia H. Delupi^a, Jorge M. Affanni^b y Omar H. Iodice^b

^a Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, La Plata, Argentina.

^b Instituto de Fisiología y Neurociencias (IFiNe, SeCyT), Universidad de Morón, Morón. Argentina.

Manuscrito recibido: 10 de noviembre de 2019; aceptado para publicación: 23 de diciembre de 2019

Autor de Contacto: Dr. Omar Iodice. Instituto de Fisiología y Neurociencias (IFiNe-SeCyT), Universidad de Morón. Machado 914, (1708) Morón, Pcia. de Buenos Aires, Argentina.

E-mail: oiodice@yahoo.com.ar

Resumen

Este artículo describe las características más destacadas destinadas a adaptar a la zarigüeya overa como animal de laboratorio y, por lo tanto, un modelo para la investigación biomédica. El comportamiento social de *Didelphis albiventris* -llamada “comadreja” o “zarigüeya overa” en nuestro país- fue evaluado durante un período de 863 días, con 3.452 horas de observación. Se estudiaron diferentes tipos de comportamiento en 104 animales (48 machos y 56 hembras); 73 nacieron en condiciones de cautiverio. Los animales fueron dispuestos solos, en parejas, en grupos de tres, de hembras con sus cachorros y grupos formados sólo por cachorros. Los resultados finales mostraron el desarrollo de diferentes tipos de comportamiento social. Por ejemplo, después de un largo período de convivencia, algunos grupos identificados evidenciaron un alto grado de tolerancia social que resultó en que las hembras cuidaran de los cachorros que no eran suyos. Tal comportamiento podría interpretarse como una manifestación de un mayor grado de eficacia reproductiva y éxito ecológico. Sobre la base de estas observaciones, podemos hacer alguna comparación entre los patrones de adaptación conductual de *D. albiventris* y los del opossum norteamericano *D. virginiana*.

Palabras clave: *Didelphis albiventris*, comportamiento social, condiciones de cautividad, zarigüeya overa, opossum

Abstract

This paper describes the salient features aimed at adapting this opossum as laboratory animals and thus an excellent model for biomedical research. The social behavior of Didelphis albiventris -called “comadreja” o “zarigüeya overa” in Argentina- was assessed during a period of 863 days; in with 3,452 hours of observation were totalized. Different types of behavior were studied in 104 opossums (48 males and 56 females), 73 were born under captivity conditions. The animals were quartered alone, in pairs, in groups of three, of females with their cubs and groups formed only by cubs. Final results showed the development of different types of social behavior. For example, after a long period of living

together, some identified groups evidenced a high degree of social tolerance that resulted in females taking care of cubs that were not their own. Such behavior could be interpreted as a manifestation of a higher degree of reproductive efficacy and ecological success. Based on these observations, we can draw some comparison between the behavioral adaptation patterns of *D. albiventris* and those of the North American opossum *D. virginiana*.

Keywords: *Didelphis albiventris*, social behavior, captivity conditions, *zarigüeya overa*, opossum

Introducción

El género *Didelphis* se encuentra representado en América por tres especies con un rango de distribución que se extiende desde el sur de Canadá hasta el centro de la Argentina.

Por sus características morfológicas y fisiológicas, *Didelphis* ha sido considerado por Austad (1988) como "... paradigma de la anatomía funcional de los mamíferos primitivos". Ha sido propuesto como un modelo para la investigación y experimentación biomédica (Affanni & Vaccarezza, 1964; Affanni et al., 1967 y 1979; Barnes & Wolf, 1971; Fritz, 1971; Collins, 1973; Jurgelski, 1974; Jurgelski & Porter, 1974; Jurgelski et al., 1974; Affanni, 1983; Iodice, 1987, 1988 y 2011). El número de trabajos referentes a sus características neurofisiológicas y conductuales es todavía relativamente escaso, a pesar de ser potencialmente un excelente modelo para la investigación neurobiológica. Los trabajos referentes a las características biológicas y epidemiológicas son más numerosos.

En relación con *Didelphis albiventris*, las contribuciones son poco numerosas en aspectos comportamentales y muy vastas en lo relacionado con epidemiología. Dentro de las áreas biomédicas mas abordadas podríamos resaltar: neuroanatomía (Machado et al., 1978; Sousa-Neto & Machado, 1986; Cosenza et al., 1990); ecología (Cajal, 1976 y 1981; Regidor & Gorostiague, 1990); neurofisiología (Affanni & Vaccarezza, 1964; Affanni et al., 1967 y 1979; Azevedo y Véras-Silva, 1987; Matheus & Soares, 2000); reproducción (Martínez Esteve, 1937); etología (Talice & Lagomarsino, 1960a y b; Papini et al., 1984; Papini, 1986 y 1987), fisiología (Roig, 1971), fisiopatología (García et al., 1988a y b, 2001, 2002), biología molecular (Sousa et al., 2012); embriología (de Oliveira et al., 1998) y epidemiología (Humberg et al, 2012; Jorge et al, 2012).

La bibliografía en lo referente al comportamiento social de los marsupiales, especialmente de los americanos, es escasa. Mientras que las especies de marsupiales australianos de

mayor porte (canguros y wallabies) pueden formar grupos de alimentación o descanso de hasta 10 individuos (y varios grupos pueden formar agrupamientos de hasta 50 individuos) (Eldridge & Coulson, 2015), el compartir el refugio o madriguera en especies australianas de menor porte es muy raro y restringido a sólo unas pocas especies (Fleming & Frey, 1984; Cockburn & Lazenby-Cohen, 1992; Bladon et al., 2002; Ji et al., 2003). Los marsupiales de la Flia. Didelphidae generalmente se consideran solitarios, apenas tolerando la presencia de individuos de la misma especie. De hecho, la mayoría de las interacciones sociales se limitan a las que implican apareamiento (por ejemplo, comportamiento pre-copulatorio o copulatorio), comportamiento agonista y defensivo o a las que se establecen entre una hembra lactante y su cría en marsupio (Astúa, 2015).

El objetivo de este trabajo es estudiar la adaptación conductual de *D. albiventris* en condiciones de cautividad y describir nuevos aspectos del comportamiento social de la zarigüeya overa. De esta manera, se espera contribuir a incrementar el conocimiento de algunos aspectos conductuales de esta especie como aporte al desarrollo de futuras investigaciones en el campo de la Neurobiología y reportar nueva información que pueda ser de interés para el estudio de la evolución social de los mamíferos.

Material y Método

Las observaciones se extendieron a lo largo de 3 años. Los estudios se iniciaron con un plantel de 21 ejemplares adultos (4 machos, 17 hembras) capturados en proximidades de la Ciudad de La Plata (Gonnet 34°52'52"S 58°00'42"O, Buenos Aires, Argentina). Se continuaron con 73 animales nacidos en cautiverio y 10 nuevos capturados. En total se utilizaron 104 individuos a lo largo de todas las observaciones. Los estudios se realizaron en instalaciones ubicadas en Manuel B. Gonnet (provincia de Buenos Aires, Partido de La Plata). Duplas de macho y hembra, hembra y hembra y tercetos

de un macho con dos hembras, se instalaron en forma sucesiva en una jaula exterior de 2,0 x 1,0 x 1,8 metros, orientada con rumbo NW-SW. El frente y laterales eran de enrejado de hierro y malla de alambre. En esta jaula, se instalaron cajas-madriguera de madera (0,30 x 0,30 x 0,20 m), una por ejemplar presente, y troncos y ramas situadas a distintas alturas y posiciones.

Ejemplares en solitario, machos o hembras, hembras con cría en el marsupio, grupos de cachorros destetados y pares de juveniles fueron alojados en jaulas más pequeñas (0,65 x 0,65 x 0,40 m) construidas con paneles de alambre galvanizado y provistas de cajas-madriguera similares a las antes descritas.

Los ejemplares fueron alimentados con alimento balanceado seco, para caninos cachorros, de alta calidad (calidad Premium) y agua *ad libitum*.

Las observaciones sobre situación y actos de comportamiento se realizaron según la metodología propuesta por Altman (1974) con registros de: 1) grupo focal individualizado, 2) instantáneo de actos, y 3) muestreo *ad libitum*. El promedio diario de observaciones fue de 4 horas, totalizando 3.452 horas durante 863 días.

Las observaciones se efectuaron desde distancias cortas (2 a 9 m). Las diurnas en condiciones naturales y las nocturnas bajo luz blanca (lámparas incandescentes de 100 W) activadas durante el tiempo de observación.

La información obtenida en el presente estudio fue comparada con: a) los datos publicados para *D. virginiana* por Pray (1921), Smith (1941), Reynolds (1945), Hartman (1952), McManus (1967, 1970, 1971), Hopkins (1977), Hunsaker & Shupe (1977) y Gardner (1982), y b) con los datos propios registrados en ejemplares libres en distintas localidades en la provincia de Buenos Aires (partidos de: General Lavalle -36°25'00"S 56°57'00"O-, 1968 a 1970; Villarino -38°49'00"S 62°42'00"O-, 1968 a 1981; Rojas -34°11'00"S 60°44'00"O- y Pergamino -33°53'01"S 60°34'01"O-, 1971 a 1975) y en la provincia de Misiones (departamento de Oberá, Campo Viera -27°19'51"S 55°03'16"O- y departamento Iguazú, Puerto Península -25°43'S 54°35'O-).

En el texto y figuras, cuando se hace mención a horas del día, las mismas son referidas al horario meridiano.

Resultados

A- Comportamiento individual

Las pautas individuales de comportamiento en *D. albiventris*, no difieren fundamentalmente de las descritas por Pray (1921), Smith (1941), Reynolds (1945), Hartman (1952), McManus (1967, 1970, 1971), Hopkins (1977), Hunsaker & Shupe (1977) y Gardner (1982), para *D. virginiana*, relativas a la locomoción, exploración, despliegues de amenaza, limpieza, toma de alimento, posturas de descanso, defensa pasiva y en la copulación.

B- Colecta y traslado de materiales a las madrigueras

El traslado de materiales para tapizar las cajas-madriguera, es similar al descrito en *D. virginiana* por Pray (1921), Smith (1941) y McManus (1970). *D. albiventris* también utiliza hojas secas, hierbas y, en forma preferencial, elementos de desecho (papeles y bolsas de material plástico, enteras o en trozos).

La colecta de materiales se inicia con la sujeción de los mismos por la boca. A continuación se los tracciona y se los desplaza hacia atrás por debajo del vientre con las manos. Finalmente los empuja con los pies hacia la cola, que se encuentra enroscada y aplicada contra la grupa. Todos los individuos deambulan durante un tiempo prolongado transportando con la cola los elementos obtenidos. En grupos de 2 o 3 ejemplares adultos el comportamiento de colecta y transporte, se iniciaba y desarrollaba en forma simultánea. Esto se realizaba como comportamiento previo del retiro a las madrigueras.

En cachorros de 90 días de edad, se observó actividad de sujeción con la boca, desplazamiento por debajo del vientre, pero sin lograr la sujeción con la cola.

C- Ocupación de madrigueras

Reynolds (1945) ha señalado que *D. virginiana* ocupa guaridas de ardillas abandonadas por estos animales. McManus (1970), en *D. marsupialis*, comunicó la ocupación de madrigueras previamente excavadas por zorrinos, armadillos y marmotas.

En *D. albiventris* hemos observado un comportamiento similar en la naturaleza. La ocupación por parte de uno, dos o más ejemplares (hasta siete) fue temporaria. Utilizaron túneles usados previamente por *Tupinambis teguixin* (lagarto

overo), *Athene cunicularia* (lechuza de las vizcacheras), *Lutreolina crassicaudata* (comadreja colorada o coligrueso), *Chaetophractus villosus* (quirquincho o peludo), *Conepatus chinga* (zorrino) y *Lagostomus maximus* (vizcacha pampeana).

También se hallaron zarigüeyas en huecos de rocas y de troncos de árboles, en construcciones y viviendas rurales y suburbanas, en máquinas e implementos agrícolas y en vehículos abandonados. Además, se hallaron nidos en el suelo, bajo arbustos o árboles de bajo porte. Estos fueron construidos por ellas mismas con los materiales precedentemente mencionados.

En una construcción abandonada en Campo Viera (departamento de Oberá, Provincia de Misiones), hallamos una guarida en el interior de una chimenea de 3 metros de altura. En ella el material depositado fue en su gran mayoría bolsas de plástico, que ocupaban todo el interior de la chimenea (desde su basamento hasta la boca).

D- Ritmo de actividades

En verano (Fig. 1) hemos observado que los ejemplares duermen durante el día, en o fuera de las cajas-madriguera, adoptando distintas posiciones. Los despliegues de actividad, se iniciaban con el crepúsculo, alrededor de las 19:00 – 20:00 horas, con dos picos de actividad: el primero, desde esa hora y hasta aproximadamente las 23:00 h; el segundo, después de las 00:00 h hasta poco antes de la salida del sol (04:30 h). Desde las 19:00 h hasta aproximadamente las 20:00 h permanecían despiertos en el interior de las cajas ó en el lugar donde dormían, que en algunas oportunidades no fue el mismo. A partir de las 22:00 h, exploraban el recinto, tomaban alimentos y defecaban. La actividad exploratoria alternaba con actos de mantenimiento (limpieza, sacudidas del cuerpo y rascado) y la permanencia prolongada en estado de inmovilidad sobre ramas o en el suelo o techo de las cajas alternando con actos de bostezo y enfoque de la mirada. Estas actividades se prolongaban aproximadamente hasta las 23:00 h, finalizando con el retiro al lugar donde dormían, previa colecta de materiales que transportaban a las cajas. Los actos de comportamiento descriptos, se repetían entre las 00:00 y 04:30 h, pero con un tiempo mayor dedicado a la colecta y acomodación de materiales en las cajas.

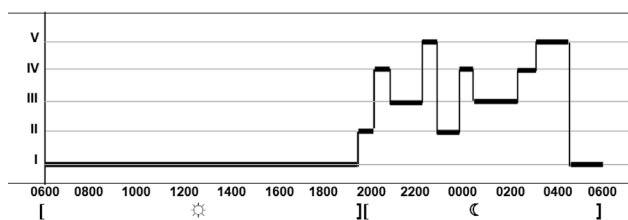


Figura 1. Actividad de *Didelphis albiventris* en tiempo de verano (24 horas). Las líneas horizontales indican las actividades desarrolladas; las líneas verticales, inicio y finalización de las actividades. Número románicos: I durmiendo; II despiertos en el nido; III inmovilidad alternando con actos de mantenimiento; IV exploración, alimentación, micción y defecación; V colectando materiales para el nido.

En otoño y principios de invierno, la actividad fue mayor, con cuatro picos diarios (Fig. 2).

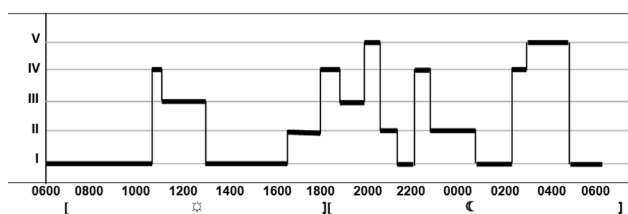


Figura 2. Actividades registradas en otoño, mediados de invierno y primavera. Referencias las mismas de la Figura 1.

El primer pico de actividad, durante el día, coincidía con las horas más cálidas (desde las 10:30 pudiéndose extender hasta las 13:00 h). Permanecían despiertos en el interior de las cajas. Al abandonar las madrigueras, desarrollaban distintos comportamientos, a saber: 1) exploratorio; 2) de alimentación, y 3) permanencia en inmovilidad en lugares soleados, y alternando con a) limpieza, b) rascado, c) sacudidas del cuerpo y d) bostezando. Se observó además piloerección, retracción de las orejas y temblor corporal. Cuando la temperatura ambiente descendía, retornaban a sus madrigueras.

El segundo pico tenía su inicio a la puesta del Sol, despiertas en el interior de las madrigueras, bostezando con frecuencia. La salida desde las madrigueras se producía aproximadamente a partir de las 17:00 h con

comportamientos de exploración, defecación y alimentación. A partir de las 19:00 h, se las observaba inactivas fuera de las madrigueras ó ejecutando actos de mantenimiento. La colecta y transporte de materiales, se iniciaba alrededor de las 20:00 h, retirándose a las madrigueras después de las 20:30 h.

El *tercer pico* comenzaba aproximadamente a las 22:00 h, prolongándose hasta alrededor de la 01:00 h, con una secuencia de actos similares a los anteriores.

El *cuarto pico*, se caracterizaba por el tiempo prolongado dedicado a la búsqueda y recolección de materiales. Las actividades comenzaban alrededor de las 02:00 h, y finalizaban aproximadamente a las 04:45 h con la retirada a las madrigueras.

En invierno, cuando la temperatura descendía por debajo de los 10° C la actividad disminuía significativamente (**Fig. 3**). Un dato llamativo es que durante el día los animales permanecían dormidos, pero en esta oportunidad, a diferencia del verano, resultaba difícil despertarlos con sonidos o estímulos táctiles. Desde las 15:00 h, se los observaba despiertos en el interior de las madrigueras, efectuando actos de limpieza corporal. Permanecían en el interior hasta aproximadamente las 18:00 h y salían para defecar y alimentarse. Iniciaban en forma inmediata las actividades de acarreo a las madrigueras, ocupándolas aproximadamente a partir de las 21:00 h. Permanecían en el interior hasta alrededor de las 02:00 h. Solían efectuar cortas salidas a intervalos irregulares, explorando y retornando inmediatamente a la madriguera. Las actividades de colecta y acomodación de elementos para el tapizado del nido se intensificaban en este período.

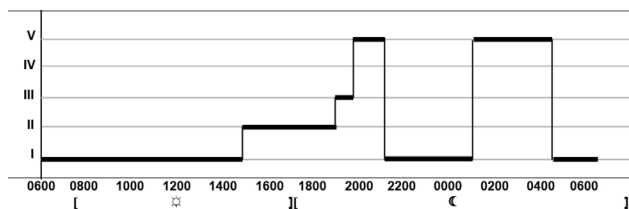


Figura 3. Actividades registradas durante 24 horas en invierno muy frío. Referencias, las mismas de la Figura 1.

E- Interacciones sociales

Entre dos o más individuos, se desarrollaban actos de

comportamiento donde la acción de uno (transmisor) desencadenaba una respuesta en el segundo o en los restantes que actuaban como receptores. Esto de modo similar a los actos descritos para otros mamíferos por Marler (1961), Eisenberg (1967) y Eisenberg & Gould (1970). Los actos primarios de detección o contacto son de tipo comunicativo y marcaban la iniciación de otros que se desarrollaban de acuerdo al estado y situación individual y grupal.

Los actos de comunicación que identificamos en *D. albiventris* los clasificamos en: 1) visuales, 2) auditivos, 3) táctiles y 4) químicos. Son concatenados o de desarrollo simultáneo y con límites entre unos y otros de difícil definición.

F- Comunicaciones visuales

En su forma más simple, los ejemplares que actuaban como transmisores dirigían la mirada hacia los ejemplares que eran introducidos en las jaulas. Era ejecutada por todos, sin distinción de sexo y edad.

En machos adultos, este acto era seguido por la apertura de la boca, proyección de la lengua en forma repetida y copiosa salivación. Estos actos eran muy semejantes a los observados en hurones y denominado "lamer en el aire" por Eibl-Eibesfeldt (1979).

Este acto por nosotros observado, era seguido de otros que continuaban con la emisión de señales rítmicas audibles, seguidos por acercamiento y toques de hocico sobre hombros y orejas del receptor. Se intensificaban ante hembras en la estación reproductiva.

Dentro de las variadas formas de comunicación visual, se pudo distinguir:

F1. Comunicaciones visuales de amenaza. Estas se ejecutaban en la siguiente secuencia: 1) dirigiendo la mirada; 2) apertura de la boca con mostración de dientes; 3) lamiendo el aire; 4) aparente aumento de tamaño corporal por piloerección; 5) orejas extendidas y dirigidas al receptor; 6) presentación de costado con el dorso encorvado; 7) presentación de pie, con la parte anterior del cuerpo erguida sustentándose firmemente sobre los miembros anteriores y con los miembros posteriores flexionados y región abdominal e inguinal apoyadas sobre el suelo. Estos actos, continuaban

con 8) balanceo lateral de cabeza y cuerpo en forma lenta y rítmica y 9) avances esporádicos, impulsándose con los miembros anteriores y con extensión de uno de ellos hacia adelante en actitud de propinar zarpazos. Este último comportamiento es denominado por Reynolds (1952) "fighting dance", también descrito por McManus (1970) y Gardner (1982) bajo el nombre de "shuffle walk dance". Estos actos, eran seguidos por uno que denominamos "azotar con la cola" con golpes ejecutados con la cola en forma repetida hacia adelante y atrás y laterales, es un acto intimidatorio, observado en machos y hembras en encuentros intraespecíficos y predominantemente en los interespecíficos. Este acto de "azotar con la cola" también lo hemos registrado en hembras como señal de alarma, llamada y agrupamiento de la cría.

F2. Comunicaciones visuales de defensa. Son de desarrollo similar a las anteriores descritas de amenaza, pero con las siguientes variantes: 1) presentación de costado, con la región ventral en contacto con el suelo; 2) cabeza dirigida oblicua hacia arriba y retracción de las orejas sobre los costados de la cabeza; 3) piloerección, y 4) levantamiento y proyección hacia adelante de uno de los miembros anteriores.

F3. Comunicaciones visuales de sumisión. En *D. albiventris*, observamos actos de comportamiento de sumisión, en encuentros entre machos y ataques de hembras a machos. Los mismos se caracterizan por adquirir las formas del principio darwiniano denominado de antítesis (Eibl-Eibesfeldt, 1979), donde el ejecutante aparenta reducir el tamaño corporal mediante: 1) cese de la piloerección; 2) posición del cuerpo encogido contra el suelo (agazapado); 3) inclinación de la cabeza hacia adelante y abajo; 4) ojos cerrados total o parcialmente; 5) retracción de las orejas, y 6) congelamiento del movimiento ante el receptor que permanece amenazante. Este comportamiento, no debe ser confundido con el de "muerte fingida", estado estereotipado de simulación, con supresión de la actividad motora (Wiedorn, 1954; Norton et al., 1964; Franq, 1969 y 1970) y con características de estado descritas por Hartman (1952), McManus (1970) y Gardner (1982) detalladamente para *D. virginiana* y que se repiten en *D. albiventris* en forma

similar. Este comportamiento fue descrito por primera vez para *D. azarae* (= *D. albiventris*) por Hudson (1892).

Un acto que puede ser incluido entre los de comunicación visual, sería el abrir y cerrar lentamente la boca o "bostezo". Es ejecutado invariablemente precediendo el inicio o fin de un acto o como parte integrativa de otros actos de comportamiento desarrollados y como componente fundamental en la evitación y sustitución. Lo hemos observado en los despliegues de amenaza visual, de sumisión y en el transcurso del desarrollo de los distintos actos de mantenimiento.

G- Comunicaciones auditivas

Señales vocales audibles, emitidas por transmisores y receptores, integran parte de actos de comportamiento agonístico, exploratorio, de reconocimiento y de relaciones materno-filiales. En cierta medida son similares a los descritos para *D. virginiana* por Hartman (1923), McManus (1967, 1970) y Gardner (1982).

En *D. albiventris*, las señales audibles que registramos en ejecutantes, se relacionan con el reconocimiento del receptor o el llamado de las hembras a sus crías. Se inician con chasquidos (*clicks*) producidos por el emisor, mediante golpes secos de la lengua contra el paladar. Este acto es ejecutado con la boca parcial o totalmente abierta. También durante los actos de exploración, búsqueda y toma de alimento, fueron percibidos chasquidos, acompañados de resoplidos (*snort*) no mencionados para *D. virginiana*. Siseo (*hiss*) fue una señal percibida siempre a continuación de chasquidos o como señal inicial de amenaza, emitida con la boca abierta y con mostración de dientes.

Identificamos dos variantes de gruñidos (*growl*). Una primera seguida a continuación del siseo en forma de baja intensidad y sostenida y otra con aumento en frecuencia y amplitud, llegando a la producción de gruñidos de alto volumen y continuados.

Chillidos (*screech*) fueron también registrados en encuentros entre adultos y por cachorros. Resulta interesante señalar que los chillidos, eran frecuentemente emitidos por crías de 70 a 90 días de edad, al ser separados de la madre, esta última respondía con chasquidos y en algunos casos con el acto de azotar con la cola.

H- Comunicaciones de reconocimiento olfativas, con o sin señales táctiles

Se observaron en encuentros, como actos unidireccionales o mutuos, en los cuales uno o ambos ejemplares olfateaban distintas partes del cuerpo del otro, con contactos: 1) nariz-nariz; 2) nariz-cuello; 3) nariz-oreja; 4) nariz-región abdominal, y 5) nariz-región genital. Estos actos de reconocimiento, precedieron a los comportamientos, agonístico, precopulatorio y copulatorio.

Cuando en la ejecución de estos actos, actuaba un macho y una hembra con cría en la marsupia o en el período de inactividad reproductiva, cesaban ante despliegues de amenaza ejecutados por la hembra. En algunos casos, observamos la interrupción del comportamiento al olfatear los machos la cría en la marsupia.

Durante el período de reproducción, los contactos olfativos fueron prolongados, pudiendo ser ejecutados unidireccionalmente por el macho, siguiendo continuamente a la hembra. En el caso de hembras en estro aparente, los contactos olfativos fueron mutuos y se resolvieron en forma de actos de comportamiento ritualizado precopulatorio, con el seguimiento intensificado de la hembra hacia el macho, con lamidos mutuos sobre las regiones: facial, post auricular, cervical y genital, adoptando la hembra la posición de lordosis.

I- Agresión

En los casos observados, fueron unidireccionales o mutuas, ejecutadas en encuentros de machos y de machos con hembras no receptivas o con cría en el marsupio. Este comportamiento era precedido por comunicaciones visuales, auditivas y táctiles, siendo en pocos casos detenidas por actos de evitación o sumisión.

Las agresiones se iniciaban con mordiscos rápidos y repetidos dirigidos a hocico, orejas, dorso del cuello y base de la cola. Podían provocar la huida del receptor y en algunos casos eran seguidas por persecuciones. Estas agresiones, se observaron con mayor frecuencia, comportándose las hembras como ejecutantes. En encuentros entre hembras con cría en el marsupio y machos, los despliegues de amenaza ofensiva y ataque por parte de las hembras fueron constantes, y en función del estado de desarrollo de la cría. Alcanzaban su máxima intensidad y continuidad, en la época cuando los cachorros iniciaban la salida fuera del

marsupio y de la madriguera.

Agresiones cruentas, de machos a hembras, fueron raras y en los casos de producción, de baja intensidad y no continuadas. Ataques atenuados de machos a hembras se producían con mayor frecuencia durante la estación reproductiva.

J- Ocupación colectiva de madrigueras

En las experiencias de reunión de dos o más ejemplares en una jaula, observamos que los mismos ocupaban sólo una de las cajas-madriguera disponibles. En tercetos de macho y dos hembras, éste era expulsado de la caja cuando las hembras se encontraban con cría en la marsupia. Hembras con cría en la marsupia o en la época del destete ocuparon la misma caja. En distintas experiencias se integraron grupos de ejemplares recién capturados, observándose aceptación mutua y uso compartido de la madriguera, pero con despliegues de amenaza previos y agonísticos atenuados.

K- Interacciones simultáneas

Se observaron varios comportamientos que eran ejecutados en forma simultánea por dos o más individuos en: 1) inicio de actividades (despertarse, permanecer despiertos en el interior de las madrigueras, abandono de las mismas y exploración); 2) mantenimiento (comer, limpiar el pelaje, permanecer inmóviles, y 3) fin de actividades (colectar materiales para el nido, e introducción en el mismo).

L- Rangos de jerarquía

Las pautas de comportamiento observados en *D. albiventris* en cautiverio y en libertad, sugieren la existencia de rangos de jerarquía sociales bien establecidos y de carácter permanente. Reynolds (1952) menciona para *D. virginiana*, la existencia de rangos de jerarquía agonísticos, impuestos en encuentros casuales de hembras con cría sobre hembras infértiles o que han cesado la actividad de reproducción. Estos rangos serían transitorios y limitados a la estación reproductiva. En marcado contraste, *D. albiventris* exhibe un relativo alto grado de cohesión grupal y los actos de comportamiento social se prolongan más allá de la estación reproductiva.

Esto último indica que, la linealidad jerárquica adquirida, se mantiene a través del tiempo y es ejercida siempre en el mismo orden. Hemos comprobado en repetidas experiencias

que, cuando un ejemplar dominante era retirado del grupo en forma temporal, recuperaba inmediatamente su posición original al ser reinstalado en el grupo. En otros casos, hembras dominantes en un grupo adquirieron esa jerarquía al ser transferidas a otro. En adultos, se establecieron rangos en forma inmediata, al formar nuevos grupos con ejemplares recién capturados o al reunir los que hallaban separados.

M- Tolerancia y cuidado compartido de las crías

Este comportamiento fue observado en hembras con cría en el marsupio, reunidas en la misma jaula y compartiendo la misma madriguera.

En una experiencia de reunión entre una hembra con doce cachorros de 54 días de edad y una hembra primípara (separada de sus cachorros por destete) y un macho adulto, se observaron las siguientes acciones: 1) amenaza y ataque al macho ejecutado por la hembra sin cría; 2) defensa territorial, realizada en forma conjunta por las hembras; 3) limpieza de la cría realizada por las dos hembras, y 4) desplazamiento de los cachorros todavía sujetando los estirados pezones de la madre sobre la región abdominal de la otra hembra.

Se realizó una experiencia de extracción de cachorros de 71 días de edad al inicio de actividades exploratoria fuera de la madriguera. Ante los chillidos de llamada emitidos por los mismos, las dos hembras abandonaron la madriguera siguiendo a los cachorros que eran reintroducidos en la jaula. Al trepar uno de estos, por uno de los laterales de la jaula, fue seguido por la hembra sin cría, empujándolo con el hocico hasta lograr la instalación del cachorro sobre su dorso. Posteriormente, el cachorro se introdujo en el marsupio de esta hembra, siendo de esta forma conducido a la madriguera y reunido con la madre y resto de la camada.

N- Comportamiento de cachorros y juveniles

En cachorros y juveniles, la individualización del comportamiento social, parece insinuarse de acuerdo a nuestra experiencia, en la etapa final de vida intramarsupial, con la realización de actos de exploración sobre el cuerpo de la madre y en el nido. Hemos observado en 16 grupos diferentes, que los identificados como dominantes, eran los primeros en introducirse en el marsupio ante una

estimulación de alarma. Al alcanzar un mayor desarrollo (70 días de edad) eran los únicos que se introducían en el marsupio, mientras que los otros se refugiaban bajo el cuerpo de la madre.

En grupos de mayor edad (90 días o más) ya no se introducían en el marsupio, sino que se refugiaban bajo la madre. Los restantes permanecían alrededor de la hembra. Siempre se encontraban próximos a las madres y en casos de alarma trepaban sobre el dorso de la misma, ocupando los lugares más protegidos, detrás de la cabeza y sobre los hombros. Los restantes se aferraban a los flancos de la madre o permanecían en el suelo siguiendo a la misma en la huida.

Un hecho observado en la naturaleza, con respecto a cachorros marcados, posteriormente vueltos a capturar, es el mantenimiento de la cohesión grupal. Pueden permanecer en el área de nacimiento, utilizando una única madriguera, pero también pueden trasladarse en forma conjunta y establecerse en otras áreas. Puede mantener un patrón de superposición de sus dominios vitales de acuerdo a un modelo de dispersión agrupada, en función de las características del hábitat y disponibilidad de guaridas. Debe mencionarse que las madres al momento del destete abandonan el área de cría, pudiendo retornar más tarde a la misma.

O- Interacciones entre cachorros

Se observaron distintos grupos de edades comprendidas entre los 90 a 110 días de edad, a partir del momento de ser separados de sus respectivas madres. En todas las experiencias cada grupo compartió una sola caja, desarrollaban actividades en forma simultánea y se observó limpieza (*grooming*) mutua.

A partir de los 120 días de edad, se observó el inicio de actos de comportamiento agonístico y el establecimiento de jerarquías de dominancia lineal. Esta fue detectada en los actos de toma del alimento en los que individuos identificados expulsaban de los comederos a otros, les arrebataban el alimento previa persecución. Cuando los que consideramos subordinados, lograban tomar el alimento, huían y se refugiaban en la madriguera o en un rincón de la jaula para ingerirlo apresuradamente. Posteriormente, observamos la ocurrencia de mutilaciones de colas y

orejas en los ejemplares subordinados, mientras que los identificados como dominantes, uno o dos ejemplares, con mayor frecuencia hembras, no presentaron lesiones. Actos de canibalismo fueron también frecuentes.

P- Actividades de juego

Un hecho que merece especial consideración, no reportado para *D. virginiana*, es la existencia de actividades que consideramos de juego. Estas fueron observadas en horas nocturnas y después de la toma de alimentos, en ejemplares de 90 a 110 días de edad.

Todos los juveniles, se desplazaban activa y rápidamente en las jaulas, trepaban, se suspendían con los miembros posteriores y colas a ramas y varillas de los techos de las jaulas. Se desplazaban por los mismos y después de varios movimientos pendulares, se dejaban caer, haciéndolo siempre sobre los cachorros que se encontraban abajo. Inmediatamente trepaban otra vez y repetían la maniobra. Se observaron también juegos de persecución con sujeción con la boca de los pabellones auriculares y de colas, con tironeo y arrastre. En ningún caso se registraron lesiones como consecuencia de estos actos.

En la **Fig. 4** se muestra un diagrama en donde se resumen y se relacionan características del comportamiento social de *D. albiventris*. Asimismo, se esboza una evolución temporal de este comportamiento, desde la etapa de cría hasta el adulto.

Discusión y Conclusiones

Si nos remitimos a la bibliografía, se comprueba que los integrantes de la Flia. Didelphidae se los ha descrito como animales que prefieren la vida solitaria y muestran un comportamiento agonista frente a invasores co-específicos. Por ejemplo, en la zarigüeya lanuda parda *Caluromys philander* sólo tolera la presencia de otros adultos en un lugar de alimentación a 2-3 m de distancia. Invadir esa distancia generalmente desencadena silbidos y otros comportamientos agresivos, lo que en última instancia resulta en un aumento de la distancia entre los individuos (Charles-Dominique, 1983). Se ha reportado un cierto nivel de interacciones estructuradas, incluidas las hembras de las especies de *Caluromys* y *Didelphis* que responden a las llamadas de socorro de jóvenes distintos de los suyos (Charles-Dominique, 1983). Ejemplares de *Marmosa murina* y *C. philander* en condiciones de cautividad, aparentemente toleran o ignoran a otros individuos (Guillemin et al., 2000). De acuerdo a nuestras observaciones en cautiverio y a campo, y ateniéndonos a la bibliografía, parece haber una marcada diferencia conductual entre *D. virginiana* y *D. albiventris*. En efecto, de acuerdo a Gardner (1982), la zarigüeya norteamericana sería una especie de hábitos solitarios y nocturnos, con tres componentes principales que definen el comportamiento social: a) actos agonísticos, b) apareamiento y c) relación materno-filiales. McManus (1970), consideró que las interacciones sociales son exclusivamente agonísticas y que la ausencia de pautas de comportamiento precopulatorio y de actividades de juego en los cachorros, reflejan la naturaleza primitiva del comportamiento de esa especie.

Como surge de este trabajo, nuestros resultados son distintos. En *D. albiventris*, definimos un nuevo componente del comportamiento social, que corresponde al de "agrupamientos individualizados" en el sentido de Eibl-Eibesfeldt (1979). Lo observamos en cautiverio y en estado natural en el campo. Existen jerarquías sociales de tipo permanente, que son impuestos en encuentros iniciales y

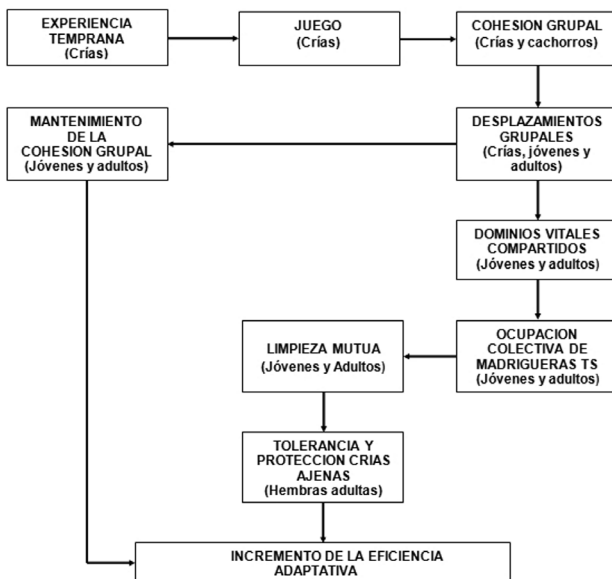


Figura 4. Diagrama de flujo mostrando la evolución del comportamiento social en *Didelphis albiventris*.

se refuerzan mediante actos de amenaza, pudiendo asumir la protección del grupo y de las crías en encuentros intra e interespecíficos.

Como hipótesis de trabajo, pensamos que la individualización del comportamiento parece iniciarse por conductas de adquisición de experiencias tempranas, que se inician en la última etapa de vida intramarsupial y comienzo de la vida independiente de los cachorros (**Fig. 4**). La experiencia temprana adquirida de sociabilización, se reforzaría con los actos de juego descriptos, con acciones homologables a las realizadas por cachorros de mamíferos considerados más avanzados y que contribuye al desarrollo del aprendizaje para la captura de presas, la lucha y la copulación.

No se conoce en profundidad, si los didelfidos en la naturaleza comparten la guarida entre varios individuos (que no sean una madre y su camada no destetada). Se sabe que cuando se comparten guaridas o nidos, es por una pareja en actividad reproductiva o por hermanos, y cuando una madre comparte un nido con su descendencia, por lo general, dura poco después del destete. En cautiverio, se ha reportado hasta cuatro individuos de *D. virginiana* no relacionados compartiendo una guarida (Holmes, 1991; Gardner y Sunquist, 2003), pero el compartir una madriguera en vida libre sólo se conoce en *D. virginiana* (Fitch y Shirer, 1970) y *Chironectes minimus* (Galliez et al., 2009).

En nuestra investigación, se comprueba que en las distintas experiencias se integraron grupos de ejemplares recién capturados, observándose aceptación mutua y uso compartido de la madriguera, pero con despliegues de amenaza previos y agonísticos atenuados. Este comportamiento se correlaciona con el observado en grupos de ejemplares en la naturaleza que ocupaban guaridas abandonadas de otras especies o en construcciones humanas.

Astúa y cols. (2015) reportan observaciones de comportamiento social y gregario en varias especies de Didelphidae, incluyendo el primer registro de un gran grupo de *D. albiventris* compartiendo la misma guarida, y evidencia de formación de parejas en etapa pre-copulatoria para la construcción de nidos en varias especies. Las observaciones mencionadas fueron realizadas a campo y en condiciones de cautividad.

Podría suponerse que *D. albiventris* es una especie derivada de formas originalmente arborícolas y solitarias existentes

antes de la aparición del bioma de pastizal pampásico, hipótesis que sugirió Hudson (1892). Y que nosotros suponemos pudo haber adaptado su comportamiento a nuevas situaciones donde la ausencia o escasez de formaciones arbóreas, ofrecían una limitada disponibilidad de lugares de refugio y guaridas.

La necesidad impuesta de compartir espacios comunes, podría haber determinado la adquisición en forma progresiva de actos de comportamiento social de gradual mayor complejidad y en secuencias que expresamos en forma de diagrama de flujo del comportamiento e interacciones sociales (ver **Fig. 4**). Integrando este diagrama, componentes de acciones de juego, desplazamientos conjuntos, realización de actos simultáneos de mantenimiento, ocupación de dominios vitales compartidos y madrigueras, culminando con la tolerancia y defensa conjunta de la cría.

En referencia al ritmo de actividades, Roig (1971) estudió en la zarigüeya overa los ritmos horarios estacionales y ciclos de actividad en relación con la regulación de la temperatura corporal en función de la temperatura ambiental. Los resultados que se exponen en nuestro trabajo son similares a los obtenidos por dicho investigador, aunque median condiciones experimentales distintas.

La secuencia de hechos observados en cautiverio y en condiciones naturales, permiten suponer la existencia de pautas de comportamiento social como respuesta adaptativa a condiciones locales, correspondiendo a formas secundariamente adaptadas al bioma de pastizal pampeano, con exigencias distintas y donde el establecimiento de interrelaciones sociales de mayor flexibilidad, tiende hacia un resultado final, incrementar la eficacia adaptativa y reproductiva.

Agradecimientos

Los autores desean expresar su agradecimiento a todas las personas que con su colaboración han facilitado la realización de este trabajo, de modo especial a los propietarios del establecimiento "La Ludi": Ing. Julio Pellita y Dra. Lilia Vivo de Pellita; al personal de la Estación de Cría de Aves Silvestres "Guillermo Enrique Hudson" del Ministerio de Asuntos Agrarios de la Provincia de Buenos Aires, Prof. Nélica Pascua, Lic. Iván Re, Alberto Boedo y Saturnino Dorrego; a Bruno Carpinetti, Mónica Casciaro, Gustavo Tito de la Estación de Cría de Animales Silvestres

(ECAS) también del Ministerio de Asuntos Agrarios por las facilidades acordadas para la realización de las tareas de captura. Y principalmente a las hermanas Hilda Gabriela, Ligia Verónica, María Florencia y María Teresa Bianchini que nos secundaron durante las largas horas de observación y registro de datos conductuales.

Bibliografía

- Affanni JM (1983). Comadreas y armadillos abren nuevos horizontes a la investigación científica. *Quid*; 2: 35-54
- Affanni JM & Vaccarezza OL (1964). Observaciones sobre el sueño del marsupial *Didelphis azarae* (comadreja o zarigüeya). *Rev. Soc. Argent. Biol.*; 40: 2-8
- Affanni JM, Vaccarezza OL, Aballone JC (1967). Difference in electrical activity during wakefulness and the phase of "Sleep with muscular twitches" as recorded from the cortex of the marsupial *Didelphis azarae* (South American Opossum). *Experientia*; 23: 216
- Affanni JM, Gori AM, Garcia Samartino L (1979). Técnica para la estimulación de receptores nasales en preparaciones crónicas. *Physis*; Sec. C, 38 (94): 133-138
- Altmann J (1974). Observational study of behavior: Sampling Methods. *Behaviour*; 49: 227-265
- Astúa D (2015). Family Didelphidae (Opossums). In *Handbook of the mammals of the world, volume 5, monotremes and marsupials* (eds DE Wilson, RA Mittermeier), pp. 70–186. Barcelona, Spain: Lynx Edicions.
- Astúa D, Carvalho RA, Maia PF, Magalhaes AR, Loretto D (2015). First evidence of gregarious denning in opossums (Didelphimorphia, Didelphidae), with notes on their social behaviour. *Biol. Lett*; 11: 20150307. <http://dx.doi.org/10.1098/rsbl.2015.0307>
- Austad SN (1988). La adaptable zarigüeya. *Investigación y Ciencia*; 139: 58-63
- Azevedo AD & Véras-Silva AS (1987). Patterns of cardiovascular and respiratory responses evoked by stimulation of the defense area in the white-belly opossum (*Didelphis albiventris*). *Braz J Med Biol Res.*; 20(6): 845-850
- Barnes RD & Wolf HG (1971). The husbandry of *Marmosa mitis* as a laboratory animal. *International Zoo Yearbook*; 11: 50-54
- Bladon RV, Dickman CR, Hume ID (2002). Effects of habitat fragmentation on the demography, movements and social organization of the eastern pygmy-possum (*Cercartetus nanus*) in northern New South Wales. *Wildl. Res.*; 29, 105–116. doi:10.1071/WR01024
- Cajal JL (1976). Una población de *Didelphis albiventris* Lund según el método de Boguslavsky. *Physis*; Sec. C, 35 (91): 243-249
- Cajal JL (1981). Estudios preliminares sobre el área de acción en marsupiales (Mammalia, Marsupialia). *Physis*; Sec. C, 40 (98): 27-37
- Charles-Dominique P (1983). Ecology and social adaptations in didelphid marsupials: comparison with eutherians of similar ecology. In *Advances in the study of mammalian behaviour* (eds JF Eisenberg and DG Kleiman), pp. 395–420. Stillwater, OK: American Society of Mammalogists.
- Cockburn A & Lazenby-Cohen KA (1992). Use of nest trees by *Antechinus stuartii*, a semelparous lekking marsupial. *J. Zool.*; 226: 657–680. doi:10.1111/j.1469-7998.1992.tb07508.x
- Collins LR (1973). *Monotremes and Marsupials*. A reference for zoological institutions. Smithsonian Institution Press, Washington, p. 323.
- Cosenza RM, Sousa Neto JA, Machado ABM. (1990). The pineal recess of the opossums: A scanning and transmission electron microscope study. *Micr. Electr. Biol. Cel.*; 4 (2): 101-114
- de Oliveira CA, Nogueira JC, Mahecha GA (1998). Sequential order of appearance of ossification centers in the opossum *Didelphis albiventris* (Didelphidae) skeleton during development in the marsupium. *Ann Anat.*; 180(2): 113-121
- Eibl-Eibesfeldt I (1979). *Etología*. Introducción al

- estudio comparado del comportamiento. Ed. Omega S.A., Barcelona, p. 643
- Eisenberg JF (1967). A comparative study of rodent ethology with emphasis on evolution of social behavior, I. Proceedings of the United States National Museum; 122 (3597):1–51 <https://doi.org/10.5479/si.00963801.122-3597.1>
 - Eisenberg JF & Gould E (1970). The Tenrecs: a study in mammalian behavior and evolution. Smithsonian Contributions to Zoology; 27(27): 1–138 <https://doi.org/10.5479/si.00810282.27>
 - Eldridge MDB & Coulson GM (2015). Family Macropodidae (Kangaroos and Wallabies). In Handbook of the mammals of the world -volume 5- monotremes and marsupials (eds DE Wilson, RA Mittermeier), pp. 630–735. Barcelona, Spain: Lynx Edicions.
 - Fitch HS & Shirer HW (1970). A radiotelemetric study of spatial relationships in the opossum. Am. Midl. Nat.; 84: 170–186. doi:10.2307/2423734
 - Fleming MR & Frey H (1984). Aspects of the natural history of feathertail gliders (*Acrobates pygmaeus*) in Victoria. In Possums and gliders (eds AP Smith, ID Hume), pp. 403–408. Sydney, Australia: Australian Mammal Society.
 - Franq EN (1969). Behavioral aspects of feigned death in the opossum *Didelphis marsupialis*. Am. Midl. Nat.; 81: 556-568
 - Franq EN (1970). Electrocardiograms of the opossum *Didelphis marsupialis*, during feigned death. J. Mammal; 51(2): 395
 - Fritz HI (1971). Maintenance of the common opossum *Didelphis marsupialis virginiana* in captivity. International Zoo Yearbook; 11: 46-49
 - Galliez M, Leite MD, Queiroz TL, Fernandez FAD (2009). Ecology of the water opossum *Chironectes minimus* in Atlantic Forest streams of Southeastern Brazil. J. Mammal.; 90: 93–103. doi:10.1644/07-mamm-a-397.1
 - García HA, Tiscornia OM, Iodice OH, Abello RJ, Affanni JM, Sánchez I, Zadcovich SB, Torino FD (1988a). Algunas consideraciones sobre la utilización del opossum sudamericano (zarigüeya), como modelo experimental en la pancreatitis aguda. Parte I. Pren. Méd. Argent; 85(1): 95-101
 - García HA, Tiscornia OM, Iodice OH, Abello RJ, Flores I, Zadcovich SB, Gasali F, Sapin F, Gauna Añasco LG, y Verges J (1988b). Algunas consideraciones sobre la utilización del opossum sudamericano (zarigüeya), como modelo experimental en la pancreatitis aguda. Parte II. Pren. Méd. Argent; 85(8): 917-922
 - García HA, Tiscornia OM, Iodice OH, Cal P, Gasali FJ, Maschietto A, Sapin F, Eufemio G, Suter S, Uchiumi L, Affanni JM (2001). Acute experimental pancreatitis in the opossum. The role of prior truncular vagotomy on the inflammatory response. Acta Gastroenterol Latinoam; 31(5): 387-393
 - Garcia HA, Iodice O, Garcia WM, Otero G, Uchiumi L, Affanni JM, Tiscornia OM, Eufemio G, Suter S, Sapin F, Cap P, Llaya Candiotti J, Maschietto A (2002). Acute experimental pancreatitis in the opossum. The role of early splenectomy in the inflammatory response. En: Acta Gastroenterol Latinoam; 32(2): 71-77
 - Gardner AL (1982). Virginia opossum *Didelphis virginiana*. En Wild Mammals of North America: Biology, Management and Economics (J. A. Chapman y G. A. Feldhamer eds.). The Johns Hopkins University Press., pp. 3-36
 - Gardner AL & Sunquist ME (2003). *Didelphis virginiana*. In Wild mammals of North America: biology, management, and conservation (eds GA Feldhamer, BC Thompson, JA Chapman), pp. 3–29, 2nd edn. Baltimore, MD: John Hopkins University Press.
 - Guillemín ML, Atramentowicz M, Charles-Dominique P (2000). Dominance relationships in captive male bare-tailed Woolly Opossum (*Caluromys philander*, Marsupialia: Didelphidae). Rev. D Ecol. la Terre et la Vie; 55 : 337-349.
 - Hartman CG (1923). Breeding habits, development, and birth of the opossum. Smithsonian Rep. (1921): 346-347
 - Hartman CG (1952). Possums. University of Texas

- Press, Austin, p. 174.
- Holmes DJ (1991). Social behavior in captive Virginia opossums, *Didelphis virginiana*. J. Mammal.; 72: 402-410. doi:10.2307/1382114
 - Hopkins D (1977). Nest-building behavior in the immature Virginia opossum (*Didelphis virginiana*). Mammalia, 41: 361-362
 - Hudson WH (1892). The Naturalist in La Plata (1^{ra} ed. 1892, 6^{ta} ed. 1922). London: J. M. Dent & Sons Ltd. pp. 394.
 - Humberg RM, Oshiro ET, Cruz Mdo S, Ribolla PE, Alonso DP, Ferreira AM, Bonamigo RA, Tasso N Jr, de Oliveira AG (2012). *Leishmania chagasi* in opossums (*Didelphis albiventris*) in an urban area endemic for visceral leishmaniasis, Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brazil. Am J Trop Med Hyg.; 87(3): 470-472. doi: 10.4269/ajtmh.2012.11-0534.
 - Hunsaker D & Shupe D (1977). Behavior of new world marsupials. In Hunsaker D (ed.). The Biology of Marsupials. Academic Press, New York. pp. 279–347
 - Iodice OH (1987). On the importance of Marsupials and Armadillos in Biomedical Research. Their maintenance and reproduction in laboratory conditions. En: Proceeding of the Regional/International Meeting on Laboratory Animals. ICLAS-CEMIB-FESBE. Noviembre. Aguas de Lindoia, Brasil. pp. 292:302
 - Iodice OH (1988). La zarigüeya (*Marsupialia, Didelphidae*) como modelo animal en investigaciones biomédicas. Una revisión. Rvta. Med. Vet. (Bs. As.) 69 (6): 306-313.
 - Iodice OH (2011). Animales de Laboratorio No Tradicionales – Las zarigüeyas como modelos experimentales en la investigación biomédica. Artículos. Bioterios.com. <https://www.bioterios.com/post.php?s=2013-05-09-animales-de-laboratorio-no-tradicionales-alnt>
 - Ji W, Sarre SD, Craig JL, Clout MN (2003). Denning behavior of common brushtail possums in populations recovering from density reduction. J. Mammal.; 84: 1059-1067. doi:10.1644/BOS-030
 - Jorge S, Hartleben CP, Seixas FK, Coimbra MA, Stark CB, Larrondo AG, Amaral MG, Albano AP, Minello LF, Dellagostin OA, Brod CS (2012). *Leptospira borgpetersenii* from free-living white-eared opossum (*Didelphis albiventris*): first isolation in Brazil. Acta Trop.; 124(2): 147-51. doi: 10.1016/j.actatropica.2012.07.009.
 - Jurgelski W Jr (1974). The opossum (*Didelphis virginiana* Kerr) as a Biomedical model. I. Research perspective, husbandry and laboratory techniques. Lab Anim Sci; 24: 376-403
 - Jurgelski W Jr & Porter ME (1974). The opossum (*Didelphis virginiana* Kerr) as a biomedical model. III. Breeding the opossum in captivity methods. Lab Anim Sci; 24: 412-425
 - Jurgelski W Jr, Forsythe W, Dahl D, Thomas LD, Moore JA, Kotin P, Falk LH y Vogel FS (1974). The opossum (*Didelphis virginiana* Kerr) as a biomedical model. II. Breeding the opossum in captivity facility design. Lab Anim Sci; 24: 404-411
 - Machado ABM, María TA, Machado CRS (1978). The pineal gland of the opossum (*Didelphis azarae*). I. Development and ultrastructure. Journal Neural. Trasm.; suppl., 13: 375
 - Marler P (1961). The logical analysis of animal communication. J Theoretical Biology; 1: 295-317
 - Martínez Esteve P (1937). Estudios sobre el ciclo sexual femenino de la comadreja (*Didelphis azarae*)". Tesis Doctorado en Medicina. Universidad Nacional de Córdoba (República Argentina), Facultad de Ciencias Médicas, Córdoba, p. 66.
 - Matheus SM & Soares JC (2000). Morphological characteristics of neuromuscular junctions of the opossum (*Didelphis albiventris*) extraocular muscles: a scanning-electron-microscopic study. Cells Tissues Organs.; 166(4): 330-337
 - McManus JJ (1967). Observations on sexual behavior of the opossum, *Didelphis marsupialis*. J Mammal; 50: 550-558
 - McManus JJ (1970). Behavior of captive opossums,

Didelphis marsupialis virginiana. Amer Midl Naturalist; 84: 144-169

- McManus JJ (1971). Activity of captive *Didelphis marsupialis*. J Mammal; 52: 846-848.
- Norton AC, Beran AU and Miszahi GA (1964). Electroencephalograph during “feigned” sleep in the opossum. Nature; 204: 162
- Papini MR (1986). Psicología comparada de los marsupiales. Rev. Latinoam. Psicología; Número especial, 18
- Papini MR (1987). Proceso de aprendizaje asociativo en marsupiales. 1^{ra} Reunión Argentina de Comportamiento Animal. Centro de Etología y Gestión Faunística “Instituto Konrad Lorenz”, Córdoba (Argentina), pp. 11-12
- Papini MR, Mustaca AE, Affanni JM (1984). Spatial learning in South American opossums and armadillos. J Gen Psychol.; 111(1ST Half): 45-55
- Pray I (1921). Opossum carries leaves with its tail. J Mammal; 2: 109-110.
- Regidor HA & Gorostiague M (1990). Age determination in the white-eared opossum (*Didelphis albiventris*). Vida Silvestre Neotropical; 2 (2): 75-76
- Reynolds MC (1945). Some aspects of the life history and ecology of the opossum in central Missouri. J Mammal; 26: 361-379
- Reynolds MC (1952). Studies on reproduction in the opossum (*Didelphis virginiana*). University of California Publications in Zoology; 52: 223-284
- Roig V (1971). Regulación térmica y actividad cíclica en *Didelphis azarae*. Acta Zoologica Lilloana; 28: 193-202
- Smith L (1941). An observation on the nest-building behavior of the opossum. J Mammal; 22: 201-202
- Sousa LC, Gontijo CM, Lacorte GA, Meireles SN, Silva AP, Fonseca CG. (2012). Molecular characterization of an opossum *Didelphis albiventris* (Marsupialia: Didelphidae) population in an urban fragment of the Brazilian Atlantic rainforest and support to species barcode identification. Genet Mol Res.; 11(3): 2487-96. doi: 10.4238/2012.June.15.4.
- Sousa-Neto JA & Machado ABM (1986). Morfologia e variacoes ritmicas das fitas sinapticas da glandula pineal de gamba (*Didelphis albiventris* Lund). Revista brasileira de ciências morfológicas; 3: 70-79
- Talice RV & Lagomarsino JC (1960a). Comportamiento sexual y nacimiento en cautividad de la “comadreja overa”: *Didelphis azarae*. Actas y Trabajos, 1er Congreso Sudamericano de Zoología, La Plata (1959); 5: 81-88
- Talice RV & Lagomarsino JC (1960b). Comportamiento alimentario de la “comadreja overa” *Didelphis azarae*. Estudio en cautividad. Actas y Trabajos 1er Congreso Sudamericano de Zoología, La Plata (1959); 5: 89-96
- Wiedorn WS (1954). A new experimental animal for psychiatric research: *Didelphis virginiana*. Science; 119: 360-361