

Crianza asistida enfocada en el bienestar animal de ejemplares de zarigüeya común (*Didelphis marsupialis*) ingresados en el Hogar de Paso del DAGMA-Cali

Ana Maria Silva Idrobo¹

¹Programa de Biología, Departamento de Ciencias Naturales y Matemáticas, Facultad de Ingeniería y Ciencias, Pontificia Universidad Javeriana Cali. anasilvai1399@javerianacali.edu.co

RESUMEN

Didelphis marsupialis es la especie que ingresa con más frecuencia al Hogar de Paso de Fauna Silvestre del DAGMA debido a múltiples amenazas, como la pérdida de hábitat por urbanización acelerada en áreas periurbanas, atropellamientos vehiculares, ataques de animales domésticos o agresiones por parte de la población. Además, la comunidad suele rescatar crías huérfanas, convirtiendo la crianza asistida en cautiverio como una oportunidad de retornar al medio silvestre. Este estudio compara la crianza asistida estándar con una práctica experimental en el Hogar de Paso, enfocada en el bienestar animal a través de enriquecimiento ambiental y modificación del recinto. Se evaluaron variables como peso, condición corporal y repertorio conductual, utilizando modelos estadísticos mixtos, diagramas de caja y violín y etogramas. Los resultados indican que la práctica experimental amplía el repertorio de comportamientos naturales, mejora la condición corporal y garantiza un aumento de peso acorde con los estándares esperados para la especie, contribuyendo potencialmente a una rehabilitación y reintegración más efectiva en el medio silvestre.

Palabras claves: *Didelphis marsupialis*, Crianza asistida, Bienestar animal, Enriquecimiento Ambiental, Hogar de Paso.

Assisted breeding focused on animal welfare of common opossum (*Didelphis marsupialis*) specimens admitted to the Hogar de Paso del DAGMA-Cali.

ABSTRACT

Didelphis marsupialis is the species that most frequently enters DAGMA's Wildlife Passage Home due to multiple threats, such as habitat loss due to accelerated urbanization in peri-urban areas, vehicular collisions, attacks by domestic animals or aggressions by the population. In addition, the community often rescues orphaned offspring, making captive-assisted breeding an opportunity to return them to the wild. This study compares standard assisted rearing with an experimental practice at the Hogar de Paso, focused on animal welfare through environmental enrichment and enclosure modification. Variables such as weight, body condition and behavioral repertoire were evaluated using statistical mixed models, box and violin plots and ethograms. The results indicate that the experimental practice broadens the repertoire of natural behaviors, improves body condition and guarantees a weight gain in accordance with the expected standards for the species, potentially contributing to a more effective rehabilitation and reintegration into the wild.

Keywords: *Didelphis marsupialis*, Assisted Breeding, Animal Welfare, Environmental Enrichment, Home of Passage.

INTRODUCCIÓN

Colombia es uno de los países más biodiverso del planeta, posicionándose en el cuarto lugar con mayor variedad de mamíferos (479 especies) (WWF Colombia, 2023). La principal amenaza para estas especies es la actividad antrópica. Los ecosistemas que son hábitat de muchas de las especies presentes en la región son intervenidos para satisfacer las demandas de la población (Etter et al., 2017). Al reducir áreas naturales disponibles, *Didelphis marsupialis*, comúnmente conocida como zarigüeya común o zarigüeya orejinegra, es uno de los muchos mamíferos afectados, a pesar de adaptarse a una variedad de hábitats, que van desde selvas tropicales hasta áreas urbanas, con altitudes cercanas a los 3.000 msnm (Florez-Oliveros, Vivas-Serna, 2020; Saldaña et al, 2019).

La zarigüeya es de tamaño mediano a grande, posee un pelaje largo y áspero de tono café, blanco, gris y negro. Las orejas son grandes, redondeadas y sin pelo. Sus miembros son cortos, los anteriores más que los posteriores y cada uno tiene 5 dedos con garras, a excepción del primer dedo de sus miembros posteriores - que además es oponible - característica que les permite agarrar objetos y trepar. Su cola se caracteriza por ser prensil: aguanta su propio peso, puede sujetar objetos y guardar un equilibrio al desplazamiento (Flórez-Oliveros, Vivas-Serna, 2020; Rueda, Ramírez & Osorio, 2013; Sayonara, 2019).

La familia Didelphidae se conoce como marsupial porque sus hembras poseen una bolsa en el abdomen, donde las crías nacen en un estado embrionario y continúan su desarrollo fuera del útero. Tienen un periodo de gestación de 8 a 45 días y tienen entre 6 a 12 crías por camada y son dos camadas al año. Es nocturna, omnívora, controla plagas y dispersa semillas, cumpliendo así una función clave en la dinámica de los ecosistemas. Debido a sus hábitos alimenticios oportunistas, puede aprovechar diversas fuentes de alimento, incluyendo vertebrados y carroña, según la disponibilidad en su entorno (Estrada-Cely & López-Aguado, 2023; Florez-Oliveros, Vivas-Serna, 2020).

A pesar de que esta especie esta categorizada en “Preocupación menor” y no enfrenta un riesgo alto de extinción a corto plazo, desafían diversos escenarios que atentan contra su vida. La urbanización y las actividades humanas en los cerros tutelares de Cali, las han obligado a desplazarse hacia la ciudad en busca de refugio y alimento (DAGMA, 2007). Esta presión se suma a otras amenazas, como los altos índices de atropellamiento vehicular. Al ser arborícolas, son lentas y torpes cuando se desplazan por el suelo, convirtiéndolas en el mamífero con mayor registros de atropellamiento en las carreteras del país (Florez-Oliveros, Vivas-Serna, 2020).

No obstante, algunas de las crías que quedan huérfanas a temprana edad suelen ser auxiliadas por la comunidad, y cuando se rescatan del marsupio de la hembra fallecida o del entorno natural, la crianza asistida en cautiverio les ofrece una segunda oportunidad para ser reintroducidas en el medio silvestre (Arcangeli, 2014). En su hábitat natural pueden vivir hasta dos años aproximadamente, mientras que en cautiverio su promedio de vida es de 4,2 años (Florez-Oliveros, Vivas-Serna, 2020).

Precisamente es aquí donde se valida el papel fundamental de Los Centros de Atención y Valoración de Fauna Silvestre (CAV) y los Hogares de Paso de Fauna (HDP), que realizan valoraciones médicas, biológicas y zootécnicas (Perdomo, 2021). En la ciudad de Cali se encuentra el Hogar de Paso del Departamento Administrativo de Gestión del Medio Ambiente (DAGMA); donde ingresaron 1.010 zarigüeyas en el periodo comprendido entre 1 enero al 29 de octubre de 2024. De estas 455 son crías o infantes y se reporta una mortalidad de 115 individuos (DAGMA, 2024).

La rehabilitación es el proceso de recuperar individuos enfermos, criados y manejados en cautividad para que estén físicamente aptos y sanos, y desarrollen habilidades biológicas (alimentación, búsqueda de refugio, identificación de predadores, dominio en el hábitat, interacción social) que le permitan subsistir exitosamente una vez sean liberados (Sayonara, 2019). Durante el cuidado profesional se realizan prácticas de bienestar animal que se enfocan en el estado físico y mental de un animal con relación a la forma en que viven y mueren. Para evitar comportamientos anormales o estereotipados, se realizan enriquecimientos ambientales, que son la provisión regular de entornos dinámicos, desafíos y oportunidades que buscan aumentar las conductas arraigadas a sus instintos, por lo que mejoran su calidad de vida (Brieva & Gutiérrez, 2022; Mellor et al., 2015).

Para promover el bienestar de *Didelphis marsupialis* en cautiverio, se propone implementar una práctica alternativa de crianza asistida que priorice modificar las condiciones ambientales y el enriquecimiento ambiental dentro del HDP. Por consiguiente, se analizan las diferencias significativas de las variables cuantitativas (peso, condición corporal) y cualitativa (comportamiento) de una población de zarigüeyas criadas regularmente y una población experimental. Esta intervención busca fomentar conductas naturales en las crías de la especie durante su rehabilitación, incrementando así sus posibilidades de supervivencia en el medio natural.

METODOLOGÍA

Área de estudio

En el municipio de Cali, al norte de la ciudad, se encuentra el HDP del DAGMA, ubicado en las coordenadas 3° 28' 18" N; 76° 30' 56" W, a una altitud de 968,74 msnm. La zona presenta un clima con temperatura promedio de 23.9°C y una humedad relativa entre 70 y 80% (IDEAM, 2024). Con una capacidad para albergar hasta 380 animales, el HDP cumple un papel crucial en los procesos de crianza, mantenimiento y rehabilitación de la fauna en la ciudad.

Población de muestra

Tabla 1. Clasificación taxonómica de la especie.

Clase	Orden	Familia	Género	Especie
Mammalia	Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis</i>	<i>Didelphis marsupialis</i>

El estudio se llevó a cabo con tres grupos de individuos de *Didelphis marsupialis* del área de crianza, diferenciados según las condiciones de manejo:

- Grupo 1 (Protocolo estándar): Los individuos de este grupo permanecieron bajo las condiciones habituales del hogar de paso, sin modificaciones en el recinto ni implementación de enriquecimientos ambientales.

- Grupo 2 y Grupo 3 (Protocolos modificados): A estos grupos se les realizaron modificaciones en las condiciones del recinto y se implementaron enriquecimientos ambientales diarios, diseñados para fomentar comportamientos naturales y mejorar su bienestar.

Durante un periodo de cuatro semanas, se realizaron las siguientes mediciones en los tres grupos:

- Peso corporal: Se registró diariamente utilizando una balanza digital.

- Condición corporal (C.C): Fue evaluada semanalmente con el equipo veterinario y de zootecnia siguiendo un protocolo establecido de puntuación (valoración manual donde 1 equivale a una condición de grasa corporal baja y 5 equivale a una condición de grasa corporal muy alta).

Los datos obtenidos fueron utilizados para comparar el efecto de las condiciones de manejo en las variables evaluadas y analizar diferencias entre los grupos.

Tabla 2. Datos de los individuos del grupo 1: Control de *Didelphis marsupialis*.

Individuo (CUN)	Sexo	EDB (inicial)	Fecha de ingreso	Peso (g)		C.C. (1-5)	
				Inicial	Final	Inicial	Final
2156	Macho	Juvenil	07/09/24	150,8	323,3	3	3
1776	Macho	Juvenil	27/07/24	107,5	257,3	2,5	3
2162	Hembra	Infantil	08/09/24	95,7	225,3	3	3
2025	Hembra	Juvenil	23/08/24	118,6	272,2	3	3
2026	Macho	Infantil	23/08/24	93,9	210,3	3	3
1857	Macho	Infantil	05/08/24	99,6	179,7	3	3
1858	Macho	Juvenil	05/08/24	108,8	232,3	2,5	3
1859	Macho	Juvenil	05/08/24	123,2	-	3	-
2171	Macho	Infantil	09/09/24	84,5	235,3	3	3

Tabla 3. Datos de los individuos del grupo 2: Experimental Jaula de *Didelphis marsupialis*.

Individuo (CUN)	EDB (inicial)		Fecha de ingreso	Peso (g)		C.C. (1-5)	
	Sexo			Inicial	Final	Inicial	Final
2077	Hembra	Juvenil	29/08/24	122,5	202,3	3	3
1997	Macho	Juvenil	20/08/24	142,1	263,1	3	3
2159	Hembra	Juvenil	07/09/24	126,3	275	3	3
SC	Macho	Juvenil	09/09/24	132	274,7	3	3
2125	Hembra	Infantil	03/09/24	80,3	158,7	3	3
2126	Macho	Infantil	03/09/24	79,3	147	3	3
2137	Hembra	Juvenil	05/09/24	105	199,8	2,5	3
2138	Hembra	Infantil	05/09/24	100,8	-	3	-
2109	Hembra	Juvenil	01/09/24	118,5	197,4	3	3

Tabla 4. Datos de los individuos del grupo 3: Experimental de *Didelphis marsupialis*.

Individuo (CUN)	EDB (inicial)		Fecha de ingreso	Peso (g)		C.C. (1-5)	
	Sexo			Inicial	Final	Inicial	Final
2145	Hembra	Cría	06/09/24	47,1	99,1	3	3
2114	Hembra	Cría	02/09/24	39,3	78,1	3	3
2146	Hembra	Cría	06/09/24	47,2	80,9	3	3
2175	Hembra	Cría	09/09/24	42,2	83	3	3
2115	Macho	Cría	02/09/24	44	75,1	3	3
2116	Macho	Cría	02/09/24	45,5	-	3	-
2117	Macho	Cría	02/09/24	38,7	-	3	-
2118	Macho	Cría	02/09/24	43	57,8	3	2
2119	Hembra	Cría	02/09/24	41,6	88	3	3

Condiciones de los Recintos

Los individuos del Grupo 1 permanecieron en recintos que seguían el protocolo estándar del Hogar de Paso (HDP). Estos recintos son estériles, con un sustrato blando (papel Kraft o periódico), y durante la alimentación se les proporciona recipientes con agua y la dieta. Sin embargo, estas condiciones presentan las siguientes limitaciones:

- Falta de estimulación ambiental.
- Restricción del movimiento.
- Estrés por confinamiento.
- Imposibilidad de realizar conductas de ocultamiento.
- Condiciones térmicas y de ventilación deficientes.

Los recintos de los Grupos 2 y 3 fueron modificados para mejorar las condiciones y fomentar comportamientos naturales de la especie. Las modificaciones incluyeron:

- Cambio en el tamaño y material del recinto, utilizando jaulas de acero inoxidable.
- Sustitución del sustrato blando por sustrato vegetal.
- Inclusión de refugios (tubos de PVC dispuestos en diferentes niveles) para facilitar conductas de ocultamiento.
- Ambientación del recinto con perchas (colocadas en orientación vertical y horizontal) y piedras, que ofrecían estímulos adicionales para la exploración y el movimiento.

Estas modificaciones se realizaron siguiendo las recomendaciones de Hernández (2023), quien señala que el diseño y el tamaño de los recintos son factores clave para permitir la expresión de comportamientos típicos de la especie. Las condiciones mejoradas buscaron promover conductas naturales y el bienestar de los individuos en los grupos experimentales.

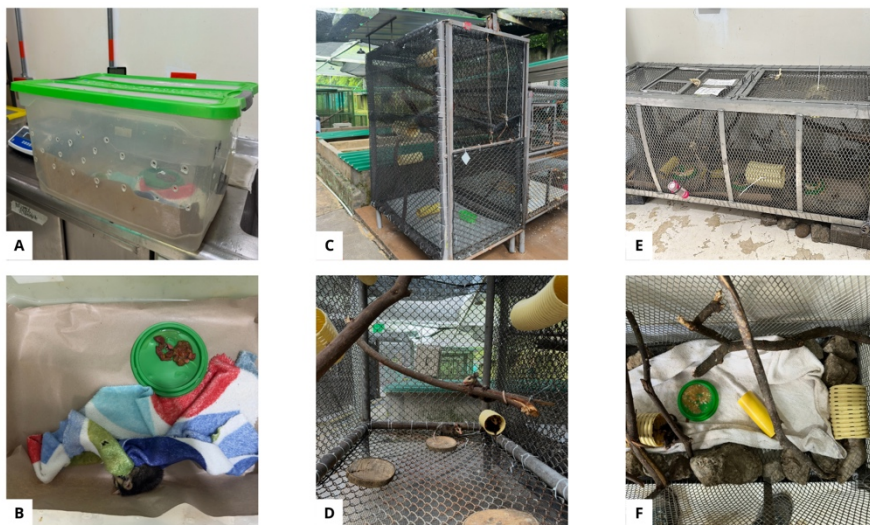


Figura 1. Tipo de recinto y ambientación para (A-B) grupo 1 (C-D) grupo 2 y (E-F) grupo 3.

Adicionalmente, autores como Hernández (2023) en *Enriquecimiento Ambiental y su incidencia en la rehabilitación de mamíferos en la Unidad de Rescate y Rehabilitación de Animales Silvestres U.R.R.A.S* y Sayonara (2019) en *Elaboración de un manual de rehabilitación para la especie Didelphis marsupialis alojados en el CAV-CEARFS de la CDMB* integran la práctica de los enriquecimientos como un principio básico en el manejo de animales. Se instauró un plan de enriquecimiento ambiental pensado en las necesidades biológicas de la especie (Tabla 5).

Durante el periodo de implementación de los enriquecimientos a los grupos experimentales, se realizaron observaciones comportamentales, clasificadas y registradas mediante dos técnicas:

- Muestreo Ad Libitum: Registro libre y no estructurado de todas las conductas observadas en sesiones de 30 minutos, considerando la hora de mayor actividad de la especie (7:00 pm). Este muestreo permitió identificar y describir las categorías de conducta.

- Muestreo por Scanner: Registro de comportamientos específicos de los ejemplares cuando interactuaban con los enriquecimientos en los recintos. A partir de estos registros se elaboraron etogramas para representar gráficamente la frecuencia y diversidad de conductas (Zerda, 2004).

Tabla 5. Plan de enriquecimiento de los grupos experimentales de *Didelphis marsupialis*.

Semana	Día	Descripción	Tipo de enriquecimiento
1	Miércoles	Dieta oculta en panal de huevo	Ocupacional - alimenticio
1	Jueves	Escaleras de fique	Ocupacional – Sensorial
1	Viernes	Cambio de sustrato (hojarasca)	Ocupacional
1	Lunes	Comida en trozos grandes	Alimenticio
1	Martes	Esencias de limón sobre una percha	Sensorial
2	Miércoles	Insectos en heno	Ocupacional – Alimenticio
2	Jueves	Perchas con hoja	Ocupacional – Sensorial
2	Viernes	Cocas con agua	Ocupacional
2	Lunes	Movimiento de recinto	Ocupacional
2	Martes	Piel de <i>Potos flavus</i>	Ocupacional
3	Miércoles	Rampa en madera	Ocupacional
3	Jueves	Astillas de canela	Sensorial
3	Viernes	Nadar	Ocupacional
3	Lunes	Dieta escondida en rollos de cartón	Ocupacional - Alimenticio
3	Martes	Espejos en recinto	Ocupacional
4	Miércoles	Dieta escondida en heno	Ocupacional - Alimenticio

Semana	Día	Descripción	Tipo de enriquecimiento
1	Miércoles	Dieta oculta en panal de huevo	Ocupacional - alimenticio
1	Jueves	Escaleras de fique	Ocupacional – Sensorial
1	Viernes	Cambio de sustrato (hojarasca)	Ocupacional
4	Jueves	Depredador vivo (<i>Boa sp.</i>)	Sensorial
4	Viernes	Trozos de comida grande + proteína animal diferente	Ocupacional - Alimenticio
4	Lunes	Heces de ocelote	Sensorial – ocupacional
4	Martes	Cuerdas colgadas en fique	Ocupacional

RESULTADOS

De los 27 individuos analizados, se logró evidenciar mortalidad en los tres grupos establecidos (Figura 2.) Tres de estos ejemplares fueron encontrados muertos en el recinto (muerte natural), pero en el grupo control el ejemplar fue llevado a proceso de eutanasia por el equipo médico veterinario.

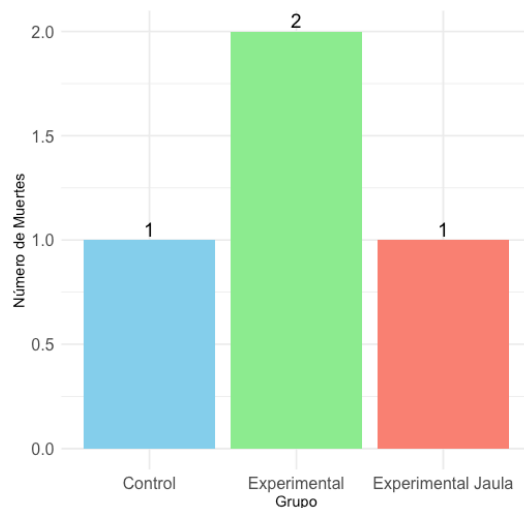


Figura 2. Muertes de zarigüeyas en los grupos Control (azul), Experimental Jaula (rojo) y Experimental (verde).

La muestra tiene una condición corporal distribuido en dos mediciones 2/5 y 3/5. Se establece que el 4.35% de los ejemplares tiene un nivel de grasa corporal por debajo a lo esperado y el 95,65% se encontraban en condiciones óptimas para su estado de desarrollo biológico.

En cuanto a la variable comportamental, el plan de enriquecimiento ambiental se llevó a cabo diariamente durante 4 semanas a los grupos experimentales, incluyendo enriquecimientos de tipo ocupacional, alimenticio y sensorial (Tabla 6). Muchos de los enriquecimientos cumplían con los objetivos de *Promover el comportamiento exploratorio, aumento en la diversidad conductual, estimulación sensorial y aumentar la abundancia conductual.*

Tabla 6. Cronograma de Enriquecimiento Ambiental de los grupos experimentales de *Didelphis marsupialis*.

Semana	Día	Tipo de enriquecimiento	Descripción	Objetivo
1	11 de septiembre	Ocupacional sensorial	Dieta oculta en panal de huevo	2 - 4 - 6 - 9 - 12 - 14
	12 de septiembre	Ocupacional sensorial	Escaleras de fique	1 - 4 - 5 - 6 - 9 - 11
	13 de septiembre	Ocupacional	Cambio de sustrato (hojarasca)	2 - 4 - 5 - 9 - 13
	16 de septiembre	Alimenticio	Comida en trozos grandes	5 - 14 - 16
2	17 de septiembre	Sensorial	Esencias de limón en una sola percha	2 - 5 - 14
	18 de septiembre	Estructural ocupacional	Movimiento de recinto	1 - 2 - 4 - 5 - 6 - 10 - 15
	19 de septiembre	Ocupacional sensorial	Perchas con hojas	1 - 2 - 4 - 5 - 9 - 11 - 14
	20 de septiembre	Ocupacional	Cocas con agua	1 - 4 - 5 - 9 - 10 - 14
3	23 de septiembre	Estructural ocupacional	Rampa en madera	1 - 2 - 4 - 5 - 6
	24 de septiembre	Sensorial	Piel de <i>Potos flavus</i>	2 - 5 - 11 - 14
	25 de septiembre	Ocupacional	Nadar	5 - 6 - 9 - 10 - 14
	26 de septiembre	Sensorial	Astillas de canela	2 - 4 - 6 - 14
	27 de septiembre	Ocupacional sensorial	Dieta escondida en rollos de cartón	2 - 4 - 6 - 9 - 12 - 14
4	30 de septiembre	Ocupacional sensorial	Dieta escondida en heno	2 - 4 - 6 - 9 - 12 - 14
	1 de octubre	Sensorial	Espejos en recinto	2 - 12 - 14
	2 de octubre	Ocupacional	Cuerdas de fique colgadas	1 - 2 - 4 - 5 - 6 - 9 - 11
	3 octubre	Alimenticio	Trozos grandes de comida + proteína Zophobas	4 - 5 - 6
Objetivos				

1. Uso de recinto 2. Promover la investigación/comportamiento exploratorio 3. Aumentar las interacciones 4. Aumentar la abundancia conductual 5. Comportamiento natural (aumento en la diversidad conductual) 6. Aumento en la locomoción por un tiempo prolongado 7. Reducir la agresión 8. Reducir el comportamiento no deseado / estereotipado 9. Aumentar los comportamientos forrajeo y búsqueda 10. Mejorar salud 11. Promoción de madriguera/anidación/excavación/escalada. 12. Promover estimulación mental 13. Reducir el estrés 14. Estimulación sensorial 15. Disminuya el desgaste del recinto 16. Aumentar la visibilidad.

Se realizó el muestreo *Ad libitum* donde se establecieron las categorías comportamentales de la especie *Didelphis marsupiales*: Alimentación, Exploración, Descanso, Locomoción, Eliminación, Cuidado corporal, Social, Alerta y Defensa (Tabla 7.)

Tabla 7. Descripción de las categorías comportamentales de la especie *Didelphis marsupialis*.

Categoría	Descripción
Alimentación (AL)	Consumo de alimento y agua
Exploración (EX)	Olfatear el ambiente e indagar qué cambios hay en el medio.
Descanso (D)	Dormir
Locomoción (L)	Desplazamiento del ejemplar en dos patas, cuatro patas o por balanceo.
Eliminación (EL)	Evacuación de orina, heces, saliva.
Cuidado corporal (C)	Lamerse las extremidades anteriores y pasarlas por el rostro o lamerse una parte del cuerpo.
Social (S)	Interacción con los otros ejemplares.
Alerta (A)	Alzar la cabeza y observar a los alrededores.
Defensa (DE)	Abren la boca, emiten sonidos de “siseos”, defecan, orinan y se quedan en posición estática simulando estar “muertas” que se le conoce como “Tanatosis”

Con el muestreo de scanner se evaluó los comportamientos realizados por las zarigüeyas en los diferentes grupos, durante la interacción de los enriquecimientos implementados y se elaboraron etogramas. Se registró la frecuencia de una serie de comportamientos que hacen parte de las categorías comportamentales descritos en la (Tabla 7.)

Los etogramas elaborados durante el estudio muestran comportamientos distintivos en cada grupo. Los grupos con enriquecimiento ambiental (Figura 4 y 5.) manifestaron una mayor tendencia a explorar, a buscar alimento y a tener un aumento comportamental en todas las categorías, mientras que los individuos del grupo estándar permanecieron más tiempo en inactividad (Figura 3.)

También se debe tener en cuenta que tenían más espacio (casi el doble que el recinto estándar) y contaban con adecuación que simulaban las condiciones ambientales en su medio silvestre.

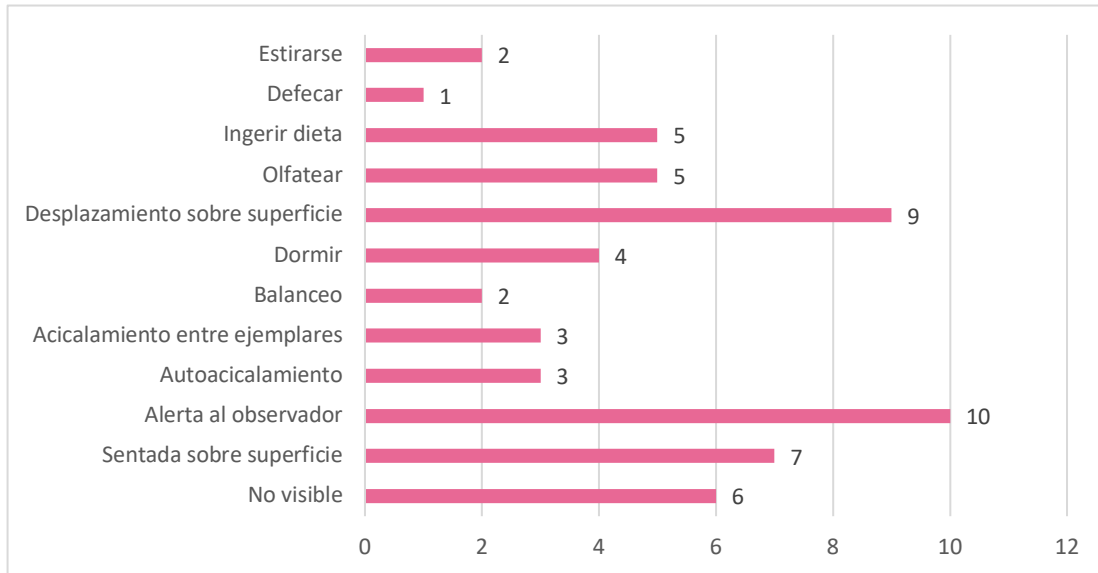


Figura 3. Frecuencia de los comportamientos realizados el 16 de septiembre por el grupo Control.

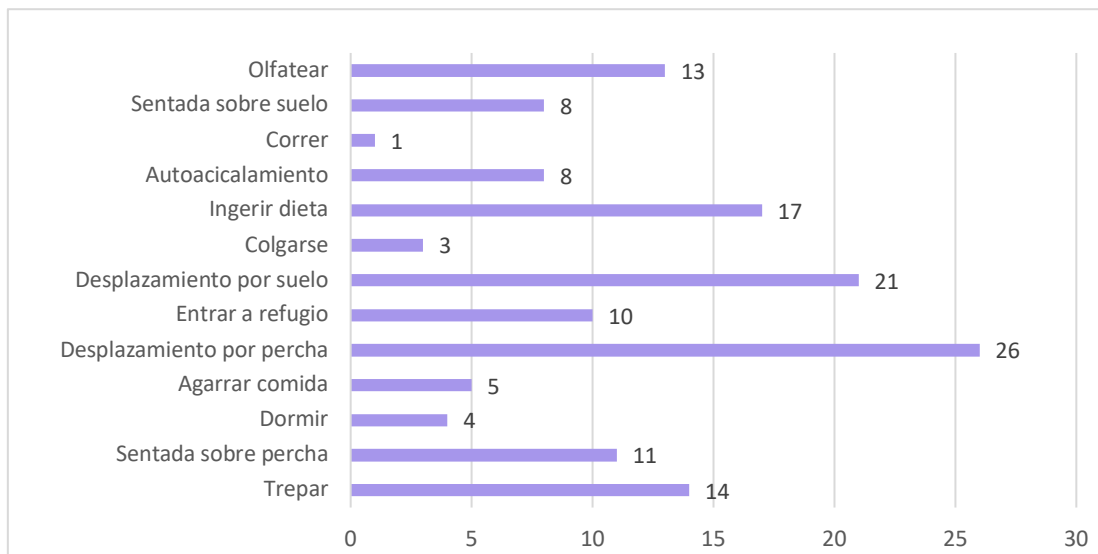


Figura 4. Frecuencia de los comportamientos realizados el 16 de septiembre por el grupo Experimental.

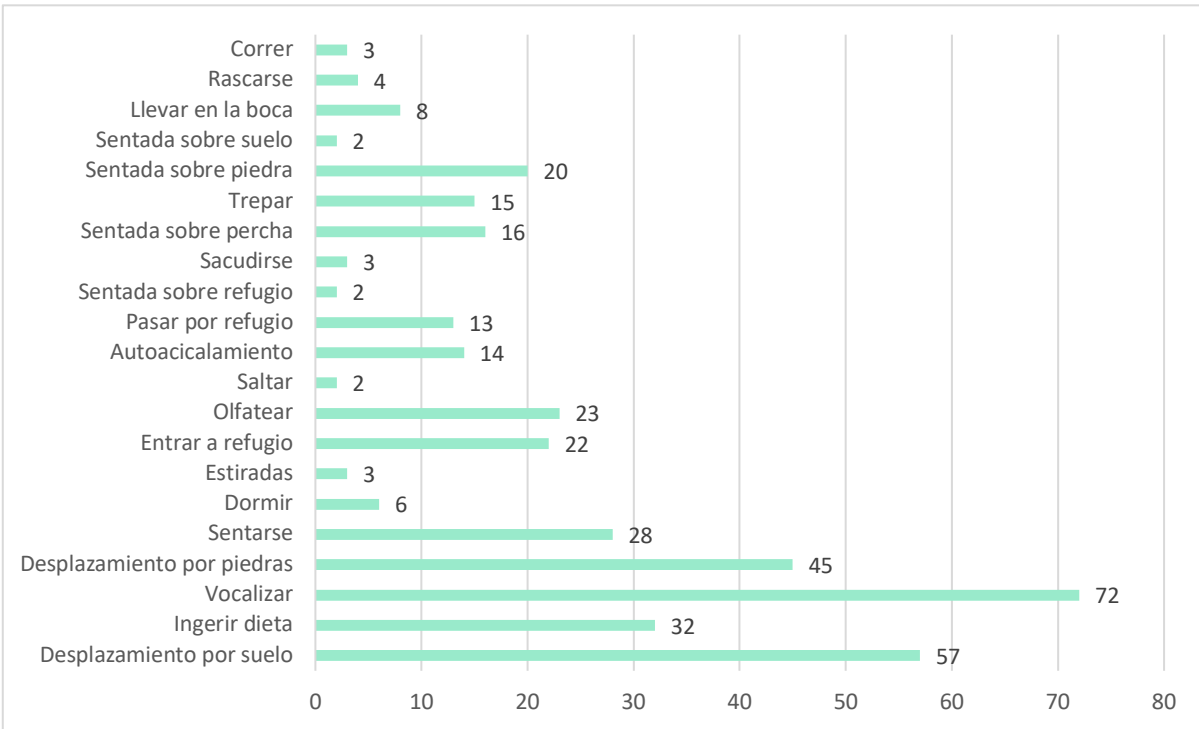


Figura 5. Frecuencia de los comportamientos realizados el 16 de septiembre por el grupo Experimental jaula.

Por ejemplo, en los recintos de los grupos experimentales se incorporaron desafíos cognitivos, tales como el ocultamiento de proteína animal (huevo, pollo, insectos) en panal de huevo, heno y rollos de cartón, que les permitieron estimular comportamientos de exploración, como olfatear, desplazarse, agarrar, arrancar y halar (Hernández, 2023) (Figura 6.)

La especie puede construir sus propias madrigueras, o aprovechar otras que existen en el medio silvestre (Estrada-Cely & López-Aguado, 2023). La hojarasca como nuevo sustrato recrea la búsqueda de refugio. La creación de grupos dentro de los recintos estimula habilidades sociales y de defensa (siseos, gruñidos, mordeduras, Tanatosis, apilamientos); y de eliminación para marcar territorio (defecación, orina y saliva). Los comportamientos ocupacionales y motrices se promovieron con cuerdas de fique, rampas de madera, perchas con hojas, cocas con agua y nadar.



Figura 6. Algunos ejemplos de los Enriquecimientos Ambientales implementados. A) Ejemplar usando la cola para sostenerse en la percha (ocupacional). B) Ejemplares descansando sobre percha (ocupacional). C) Suministro de dieta en pedazos completos + adición de proteína insectos (alimenticio). D) Individuo agarra pedazos de dieta usando su pulgar oponible (alimenticio). E) Ejemplar viendo su reflejo en el espejo (sensorial) F) Individuos durmiendo colectivamente (Social) G) Ejemplar buscando alimento en el panal de huevo (alimenticio) H) Grupo de zarigüeyas nadando (ocupacional).

Para el análisis de los pesos registrados por cinco semanas, se utilizó un Modelo Lineal Mixto y una representación gráfica de diagramas de caja y violín en el programa de análisis estadístico Rstudio. Los resultados indican que tanto las condiciones experimentales como el tiempo tienen un impacto significativo en el peso de las zarigüeyas. El valor de Chi-sq de 23.87 y un p-valor de 6.568e-06 muestran que hay una diferencia significativa en el peso de las zarigüeyas entre los diferentes grupos. El grupo 1 mantuvo un peso estable a lo largo del tiempo, mientras que los grupos 2 y 3 mostraron fluctuaciones significativas en su peso. El análisis estadístico muestra que las fluctuaciones no son aleatorias, sino que están directamente relacionadas con su peso (Figura 7.)

 	Chisq	Df	Pr(>Chisq)
** (Intercept) **	105.5	1	9.601e-25
** Grupo **	23.87	2	6.568e-06
** Semanas **	28.57	3	2.754e-06
** Grupo : Semanas **	35.13	6	4.075e-06

Figura 7. Análisis de desviación (pruebas chi-cuadrado de Wald tipo III).

En cuanto a los diagramas de caja y violín, la (Figura 8.A) muestra como varía la ganancia de masa muscular de las zarigüeyas en las primeras semanas y como esa ganancia cambia con el tiempo. En la primera semana (S1-2), la mayoría de las zarigüeyas ganan más masa muscular en comparación con las semanas posteriores. A medida que avanzan las semanas (S2-3, S3-4, S4-5), la caja y los puntos tienden a estar más abajo, indicando una menor ganancia de masa muscular.

La (Figura 8.B) muestra cómo varía la ganancia de masa entre los grupos a medida que pasan las semanas. Se puede observar que el grupo Control es el que muestra una variabilidad relativamente baja en la ganancia de masa muscular porcentual a lo largo de las semanas.

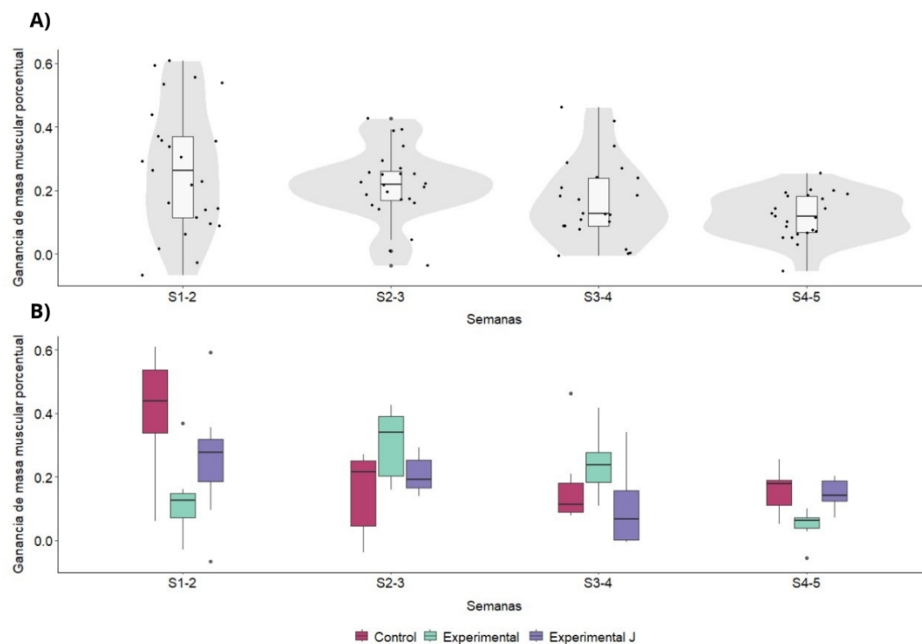


Figura 8. Ganancia de masa muscular porcentual semanal de *Didelphis marsupialis* bajo diferentes protocolos de crianza asistida. A). Se muestran las distribuciones de la ganancia de masa muscular porcentual entre semanas (S1-2, S2-3, S3-4, S4-5). Las gráficas combinan elementos de diagramas de violín y diagramas de caja (boxplot) permitiendo visualizar tanto la distribución de los datos como los valores individuales y las medias de cada semana. B) Se comparan los tres grupos de tratamiento (Control, Experimental y Experimental J.) en cada semana usando diagramas de caja (boxplot). Se puede ver como varía la ganancia de masa entre los grupos a lo largo del tiempo.

La (Figura 9.) permite comparar cómo se comportan los diferentes grupos en términos de ganancia de masa muscular en general, sin diferenciar por semana. En la condición experimental, se observa una muestra una distribución más amplia, lo que indica mayor variabilidad en la ganancia de masa corporal porcentual. Es decir, las zarigüeyas respondieron de manera diferente a las condiciones variables, con algunas ganando más masa muscular que otras. En cambio, la distribución de la ganancia en el grupo control es más estrecha y centrada alrededor de la mediana, lo que indica una menor variabilidad y un crecimiento más uniforme entre las zarigüeyas.

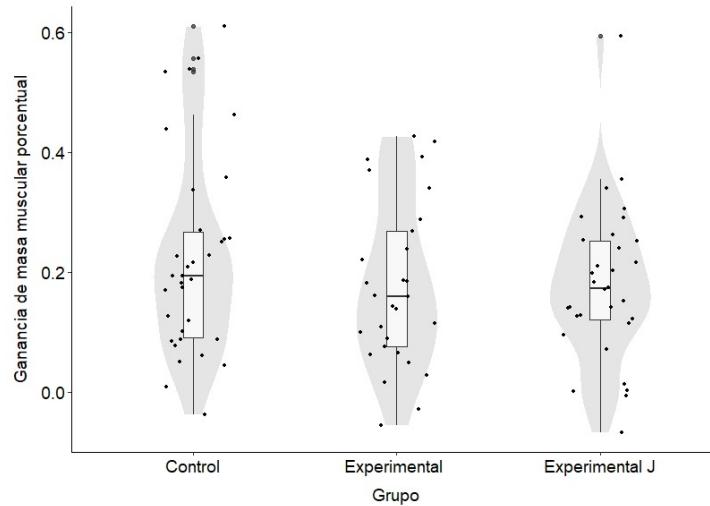


Figura 9. Distribución de la ganancia de masa muscular porcentual en tres grupos de *Didelphis marsupialis* según el protocolo de crianza asistida. Se muestra la ganancia de masa muscular porcentual agregada por grupo (Control, Experimental y Experimental J.) sin diferenciar por semanas. Los diagramas de violín permiten visualizar la distribución de los datos y observar diferencias en la variabilidad y la media de la ganancia de masa muscular entre los tres grupos.

DISCUSIÓN

Se liberaron 23 individuos de los 27 inicialmente agrupados, que corresponde al 85,19% de la muestra. Los ejemplares fueron liberados en el Parque Natural Bataclán, en la ciudad de Cali, tras ser evaluados por el equipo profesional. De las cuatro muertes registradas, una de ellas es una eutanasia recomendada por el equipo veterinario, ya que el individuo presentaba un mal pronóstico debido a una fractura cerrada transversa en la cola, humero derecho, tibia-tarso izquierdo y fémur derecho, derivada de una enfermedad metabólica ósea. Esta eutanasia se realizó en un individuo del grupo Control, es decir, criada bajo el protocolo estándar. Sin embargo, también ocurrieron tres muertes en los grupos experimentales.

En los grupos experimentales, dos de las muertes fueron atribuidas a causas veterinarias, como lipidosis hepática y neumonía. El tercer ejemplar fue hallado muerto en uno de los pasillos del HDP, con signos de depredación, ya que le faltaba la cola y la pata izquierda. Se presume que este individuo se fugó de su jaula (grupo Experimental) y fue atacado por una rata.

La zarigüeya, al ser de hábitos solitarios, se dejada dieta suficiente para todos los ejemplares en el recinto, con el fin de evitar agresiones y afectaciones en el desarrollo. Sin embargo, el bajo peso y condición del único ejemplar (2118) - mostró una disminución de su C.C. de 3/5 a 2/5 - podrían estar asociado a una menor capacidad para competir por el alimento y a dificultades para adaptarse a la dinámica de grupo (Arcangeli, 2014; Sayonara, 2019). En cuanto a la C.C., los ejemplares que inicialmente se encontraban en condición baja (1776, 1858 y 2137) con una C.C. de 2.5 mejoraron a 3, considerado el valor óptimo para individuos en cautiverio.

El plan de Enriquecimiento Ambiental sí cubre las necesidades físicas y psicológicas de las zarigüeyas, garantizando una experiencia de crianza que favorece su bienestar, adaptación al entorno y promueve comportamientos naturales. Se cumplieron con el 90% de los objetivos planteados para cada enriquecimiento. En el enriquecimiento de tipo sensorial (piel de *Potos flavus*) se demostró que los individuos necesitan más estímulos negativos para asociar la piel de perro de monte con un predador natural. Los enriquecimientos de tipo ocupacional y sensorial tuvieron un cumplimiento del 100% de los objetivos.

Los grupos experimentales mostraron una mayor variedad y frecuencia de comportamientos en comparación con el grupo estándar. Esto se evidenció a través de los etogramas realizados, los cuales registraron un amplio repertorio conductual en los grupos sometidos a condiciones variables. Se aumentaron conductas de búsqueda de alimento y refugio y se incentivó la competencia por recursos. Estos estímulos permitieron que las zarigüeyas aprendieran a trepar, caminar, saltar, esconderse, agarrar objetos (a través de su pulgar oponible) y equilibrarse (suspenderse en su cola).

Los resultados sugieren que el plan de enriquecimiento ambiental y la modificación de las condiciones del recinto son fundamentales para la crianza asistida de *Didelphis marsupialis* en cautiverio. Los comportamientos observados en los grupos experimentales indican que las condiciones enriquecidas pueden mejorar la adaptabilidad y el bienestar de los animales, permitiendo observar conductas propias de la especie, crucial en su rehabilitación y posterior liberación.

Además, el análisis del peso semanal reveló que los cambios generados en los grupos experimentales sí afectaron la ganancia de masa muscular de *Didelphis marsupialis*. La ganancia de masa muscular es mayor en las primeras semanas pero se estabiliza en las siguientes cuatro semanas. Lo anterior puede estar relacionado con la adaptación inicial al entorno de cautiverio y a una dieta regular y controlada. Las condiciones experimentales muestran una alta variabilidad de ganancia, donde el grupo Experimental Jaula sugiere ser el grupo donde más ganan masa muscular, lo que podría deberse a factores específicos de esa condición experimental que favorecen el crecimiento muscular. Por ejemplo, el enriquecimiento ambiental estimuló tanto física como mentalmente a las zarigüeyas, aumentando la actividad física, se reduce el estrés al simular las condiciones del recinto como un entorno natural, mayor interacción social y se fomenta la adaptabilidad, mejorando su capacidad de aprovechar los recursos disponibles, y aumentar su peso.

CONCLUSIONES

A lo largo de este estudio, se evaluó cómo un enfoque diferente de crianza asistida afecta el desarrollo y la adaptación de *Didelphis marsupialis* en cautiverio. Se analizaron aspectos como la C.C., el peso y el comportamiento. A su vez, los etogramas permiten identificar las respuestas comportamentales de los individuos frente a los estímulos proporcionados, con el fin de evaluar los efectos de los enriquecimientos ambientales y las condiciones experimentales en el comportamiento de las zarigüeyas.

Trabajar con ejemplares en estado de desarrollo cría, infantil y juvenil es un reto por la poca información sobre los cuidados y las necesidades biológicas que requieren una vez están fuera del marsupio. Los resultados resaltan el valor de incluir un componente de enriquecimiento ambiental y modificar las condiciones del recinto en los protocolos de crianza asistida, para mejorar las probabilidades de éxito en la liberación de *Didelphis marsupialis*.

Los protocolos de crianza en cautiverio son fundamentales para el manejo de especies como *Didelphis marsupialis*, que con frecuencia son recibidas en hogares de paso o centros de atención de fauna. Si estos protocolos se optimizan de manera que recreen las condiciones naturales de la especie lo más fielmente posible, no solo se garantiza el bienestar y la salud de los individuos, sino que también pueden convertirse en una base sólida para el desarrollo de estrategias de crianza para otras especies de mamíferos que, por su condición de vulnerabilidad o amenaza en la región, requieren esfuerzos específicos para su conservación. Aunque la crianza de una especie nueva implica desafíos imprevistos, los resultados obtenidos demuestran que la cría en cautiverio puede ser una herramienta efectiva en la conservación de mamíferos.

Aunque el estudio ofrece una base sólida, se reconoce que una limitación significativa fue la imposibilidad de realizar seguimientos post-liberación, lo cual habría permitido evaluar con mayor precisión la efectividad de estas modificaciones en la adaptación al medio natural. Para futuros estudios, sería muy valioso implementar un monitoreo, ya que permitiría una visión más completa del impacto del enriquecimiento y adecuar el recinto a largo plazo. De igual manera, se propone implementar el manual al menos cuatro veces al año para obtener resultados más robustos que periódicamente vayan confirmando la discusión de este análisis.

Con las amenazas presentes en la ciudad de Cali, la propuesta de modificar el recinto, las condiciones ambientales e integrar un plan de enriquecimiento ambiental en la crianza asistida en cautiverio de *Didelphis marsupialis* es esencial para garantizar una rehabilitación óptima dentro del HDP que permita reintegrar la mayor cantidad de individuos a su medio natural.

REFERENCIAS

Arcangeli, J. (2014) Manejo de crías de zarigüeya (*Didelphis virginiana*) en cautiverio. REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria, vol. 15 (9), pp. 1-13. Septiembre 2024. Veterinaria Organización. Málaga España. ISSN 1695-7504. PDF.

Brieva, C. & Gutiérrez, G. (2022) El concepto de impronta y su uso en la literatura de cuidado y rehabilitación de fauna silvestre. Tesis psicológica, 17(1) 38-60. PDF.

Cheyne, S. (2006) Wildlife reintroduction: considerations of habitat quality at the release site. BMC Ecology 6, 5. <https://bmcecol.biomedcentral.com/articles/10.1186/1472-6785-6-5>

Departamento Administrativo de Gestión del Medio Ambiente DAGMA. (23 de octubre de 2024). Plataforma Fauna Silvestre. Recuperado el 23 de octubre de 2024 de <https://tinyurl.com/2d2bherw>

DAGMA (2007) Diagnóstico de la Intervención Ambiental y Paisajística de los Cerros Tutelares y Colinas de Santiago de Cali. Informe final, Volumen I. Municipio de Santiago de Cali. Departamento Administrativo de Gestión del Medio Ambiente. Fundación general de apoyo a la Universidad del Valle. Centro de Investigaciones Territorio Construcción Espacio CITCE. https://www.cali.gov.co/publico2/documentos/dagma/estudios_ambientales/DIAGNOSTICOTOMOICONTRATO575_2007PARTE12007.pdf

Etter A., Andrade A., Saavedra K., Amaya P. y P. Arévalo 2017. Estado de los Ecosistemas Colombianos: una aplicación de la metodología de la Lista Roja de Ecosistemas (Vers2.0). Informe Final. Pontificia Universidad Javeriana y Conservación Internacional- Colombia. Bogotá. 138 pp. https://www.conservation.org.co/media/A7.LRE-Colombia_INFORME%20FINAL_%202017.pdf

Estrada-Cely, G. & López-Aguado (2023) Análisis a la implementación de zoocria de zarigüeya (*Didelphis marsupialis*) en Colombia. Revisión Rev Med. VetZoot. (1), enero-abril 2024. <https://doi.org/10.15446/rfmvz.v71n1.110122>. PDF.

Florez-Oliveros F.J., Vivas-Serna C., 2020. Zarigüeyas (chuchas comunes), marmosas y colicortos en Colombia. Fundación Zarigüeya – FUNDZAR, Medellín, Colombia. 264 p.p. ISBN: 978-958-48-8262-2

Hernández, P. (2023) Enriquecimiento Ambiental y su incidencia en la rehabilitación de mamíferos en la Unidad de Rescate y Rehabilitación de Animales Silvestres U.R.R.A.S. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Facultad de Ciencias y Educación. Proyecto Curricular de licenciatura en Biología. Bogotá, Colombia. PDF.

HDP (2024) Protocolo de ingreso de especímenes al Hogar de Paso. Sistemas De Gestión y Control Integrados (SISTEDA, SGC y MECI). Departamento Administrativo de Gestión del Medio Ambiente DAGMA. Alcaldía de Santiago de Cali. MMDI02.04.05.18.P31.PT01 Versión 1. WORD.

IDEAM (2024) Características climatológicas de ciudades principales y municipios turísticos. Informe del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. GovCo. <http://www.ideam.gov.co/documents/21021/418894/Caracter%20C3%ADsticas+de+Ciudades+Principales+y+Municipios+Tur%20C3%ADsticos.pdf/c3ca90c8-1072-434a-a235-91baee8c73fc>

IUCN (2024) ¿Qué es la Lista Roja de la IUCN? The IUCN Red List of Threatened Species. 2024-2. <https://www.iucnredlist.org/es#:~:text=Establecida%20en%201964%2C%20la%20Lista,de%20animales%2C%20hongos%20y%20plantas.>

Mellor, D. J., Hunt, S. & Gusset, M. (2015) Cuidando la fauna silvestre: La Estrategia Mundial de Zoológicos y Acuarios para el Bienestar Animal. Gland: Oficina Ejecutiva de WAZA: 94 pp. PDF.

Mellor, D. (2016) Moving beyond the “Five Freedoms” by Updating the “Five Provisions” and Introducing Aligned “Animal Welfare Aims” Review MDPI. *Animals* 2016, 6, 59; doi:10.3390/ani6100059. PDF

OMSA (2006) Código Sanitario para los Animales Terrestres. Decimoquinta edición, 2006. Paris, Francia. Organización Mundial de Sanidad Animal 2006. ISBN 92-9044-679-X. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/600271/codigo_sanitario_animales_terrestres.pdf

Perdomo, E. (2021) Hogar de paso para la protección y atención de fauna silvestre en Cali. DAGMA. Alcaldía de Santiago de Cali. <https://www.cali.gov.co/dagma/publicaciones/163212/hogar-de-paso-para-la-proteccion-y-atencion-de-fauna-silvestre-en-cali/>

Resolución 2064 de 2010 [Ministerio de Ambiente, Vivienda y desarrollo Territorial] “Por la cual se reglamentan las medidas posteriores a la aprehensión preventiva, restitución o decomiso de especímenes de especies silvestres de Fauna y Flora” 21 de octubre de 2010 <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/10/Resolucion-2064-de-2010.pdf>

Rueda, M., Ramírez, G. & Osorio, J. (2013) Aproximación a la biología de la zarigüeya común. Boletín Científico Centro de Museos. Museo de Historia Natural 17 (2), julio-diciembre, 2013- 141-153. ISSN 0123. PDF.

Saldaña GI, Cadavid RA, Gómez RD. Abundancia relativa y patrones de actividad de *Didelphis marsupialis* en un área periurbana de Medellín, Colombia. Revista MVZ Córdoba. 2019; 24(3):7366-7371. DOI: <https://doi.org/10.21897/rmvz.1352>

Sayonara, M. (2019) Elaboración de un manual de rehabilitación para la especie *Didelphis marsupialis* alojados en el CAV-CEARFS de la CDMB. Universidad Cooperativa de Colombia, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Bucaramanga. PDF.

WWF Colombia [wwf_colombia] (Mayo 22, 2023) *Colombia es uno de los lugares en la Tierra donde más se concentra riqueza biológica. Esto no solo nos hace inmensamente afortunados* [Infografía]. Instagram. https://www.instagram.com/p/CsjS8hXOWJ8/?igsh=aGdlN29kNm82b2pw&img_index=1

Waples, R. (2007) Captive breeding and the Evolutionarily Significant Unit. Encyclopedia of Biodiversity Second Edition, 2013. Science Direct. <https://www.sciencedirect.com/topics/earth-and-planetary-sciences/captive-breeding>

Wakchaure, R. & Ganguly, S. (2016) Captive breeding in endangered wildlife: a review. Journal of Biological & Scientific Opinion. Volume 4 (5). 2016. PDF.

Zerda, E. (2004) Comportamiento Animal: Introducción, Métodos y Practicas. Notas de clase. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Departamento de Biología. Primera Edición 2004. Unibiblos. PDF.