



**Universidad Nacional de Córdoba.**  
**Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.**  
**Carrera de Ciencias Biológicas.**

Tesina de Grado para optar por el título de Bióloga

**Caracterización de individuos de Tortuga Chaqueña  
(*Chelonoidis chilensis*) y de la adecuación funcional de habitáculos de  
resguardo en instituciones de recepción de fauna en Córdoba.**

<b>Tesinista:</b> Sofía Romera Carmona	Firma: .....
<b>Directora:</b> Prof. Dra. M. Carla Lábaque	Firma: .....
<b>Codirector:</b> Prof. Dr. Gerardo C. Leynaud	Firma: .....

Instituto de Investigaciones Biológicas y Tecnológicas –  
CONICET - Universidad Nacional de Córdoba

Octubre de 2022

Tesina de Grado para optar por el título de Bióloga

**Caracterización de individuos de Tortuga Chaqueña (*Chelonoidis chilensis*) y de la adecuación funcional de habitáculos de resguardo en instituciones de recepción de fauna en Córdoba.**

Tribunal examinador:

Dra. Gabriela Bruno

Firma: .....

Dr. Mario Cabrera

Firma: .....

Dra. Paola A. Carrasco

Firma: .....

Fecha: .../.../....

Calificación: .....

## **Agradecimientos**

Primero de todo les agradezco a mis directores: Carla y Gerardo por estar siempre dispuestos a ayudarme y guiarme en el proceso, por su acompañamiento y sus aportes.

A Constanza García Capocasa y Daniel Villareal por su gran ayuda con el muestreo.

Al personal de las instituciones donde realizamos los registros de los datos evaluados en individuos de Tortuga Chaqueña, a saber: (1) en el Parque de la Biodiversidad, a su responsable Fidel Baschetto con el equipo de trabajo, y en particular el personal veterinario, (2) en el Parque Fitozoológico Tatú Carreta a su responsable María Ahumada y su equipo de trabajo, en particular Edgardo Alvarez, (3) en el Parque Ecológico Urbano de Río Cuarto, a su responsable Eduardo Mugnaini Fiad y su equipo de trabajo, en particular Carolina Aguirre.

Al tribunal evaluador por tomarse el tiempo de leer y realizar aportes enriquecedores a mi trabajo.

A la Universidad Nacional de Córdoba y a los profesores que tuve a lo largo de la carrera que contribuyeron tanto a mi formación como bióloga.

Por último, a mi familia y amigos, por su apoyo incondicional, su contención y comprensión, y sobre todo su compañía.

## ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS.....	3
ÍNDICE.....	4
RESUMEN.....	5
ABSTRACT.....	5
INTRODUCCIÓN.....	7
OBJETIVOS.....	11
MATERIALES Y MÉTODOS.....	12
Caracterización de los individuos de Tortuga Chaqueña.....	12
Habitáculo modelo para resguardar especímenes de Tortuga Chaqueña....	15
Evaluación de la adecuación funcional de los habitáculos actuales y potenciales de ser utilizados para el resguardo de la Tortuga Chaqueña: Caso de estudio del Parque de la Biodiversidad.....	15
Análisis estadístico de los datos.....	18
RESULTADOS.....	20
Caracterización de los individuos de Tortuga Chaqueña.....	20
Habitáculo modelo para resguardar especímenes de Tortuga Chaqueña....	27
Evaluación de la adecuación funcional de los habitáculos actuales y potenciales de ser utilizados para el resguardo de la Tortuga Chaqueña: Caso de estudio del Parque de la Biodiversidad.....	32
DISCUSIÓN.....	34
BIBLIOGRAFÍA.....	41
ANEXOS.....	48

## **Caracterización de individuos de Tortuga Chaqueña (*Chelonoidis chilensis*) y de la adecuación funcional de habitáculos de resguardo en instituciones de recepción de fauna en Córdoba.**

### **Resumen**

La Tortuga Chaqueña (*Chelonoidis chilensis*) es una especie nativa amenazada principalmente por la pérdida de su hábitat, el tráfico ilegal y mascotismo. Consecuentemente, existen ingresos frecuentes (superan los 50 ejemplares/año) en instituciones zoológicas de Córdoba, debiendo éstas promover un buen estado de bienestar animal. Se relevaron, caracterizaron y marcaron Tortugas Chaqueñas en tres instituciones zoológicas, registrando datos morfométricos, etarios, sexo y una identificación fotográfica individual. Se delinearon requerimientos mínimos para el diseño de habitáculos de resguardo especie específicos. Tomando una institución como caso de estudio, se caracterizaron 6 habitáculos para la potencial reubicación de tortugas, valorando su adecuación respecto a condiciones óptimas para la especie o afines según bibliografía. Se relevaron 232 individuos: 73 crías/subadultos y 159 adultos, registrando una mayor proporción de hembras que machos ( $\text{♀}:\text{♂}=1,89:1$ ). El peso, largo curvo del caparazón y largo central del plastrón promedio en machos fueron menores que en hembras. El índice de condición corporal (IC-estimador del estado nutricional) fue mayor en adultos que en crías/subadultos. Los habitáculos analizados cumplieron con los requerimientos generales de tamaño, pero no contaban con refugios apropiados, siendo éste un factor clave del manejo en tortugas. Contribuimos con la primera base de datos morfométricos e IC de Tortuga Chaqueña de Córdoba, conjuntamente con un sistema de marcaje no invasivo como herramienta de monitoreo y trazabilidad animal y, con los lineamientos generales de requerimientos mínimos para habitáculos de resguardo de la especie en buen estado de bienestar en instituciones zoológicas.

### **Abstract**

The Chaco Tortoise (*Chelonoidis chilensis*) is a native species that is mainly threatened by habitat loss, illegal trade and its use as an exotic pet. Consequently, there are frequent admissions (exceeding 50 specimens/year) to zoological institutions in Córdoba, where a good state of animal welfare must be promoted. Chaco tortoises were surveyed, characterized and marked in three zoological institutions, where their morphometric data,

age and sex were recorded, along with individual photographs. The minimum requirements for the design of species-specific enclosures were outlined. Taking one of the institutions as a case study, 6 enclosures were characterized for the potential relocation of tortoises, their suitability was assessed and compared to optimal conditions for the species or related species according to the literature. 232 individuals were surveyed: 73 hatchlings/subadults and 159 adults, where a higher proportion of females than males was observed ( $\text{♀}:\text{♂}=1,89:1$ ). Average weight, curved carapace length, and central plastron length in males were significantly lower than in females. The body condition index (CI-used to estimate nutritional status) was higher in adults than in hatchlings/subadults. The habitats analyzed met the general size requirements, but did not have appropriate shelters, which are a key factor in tortoise management. We contributed with the first morphometric and CI database of the Chaco Tortoise in Córdoba, and suggested a non-invasive marking system as a tool for animal monitoring and traceability. We also established the general guidelines and minimum requirements for enclosures for these tortoises so that their welfare can be adequate in zoological institutions.

**Palabras clave:** reptiles; fauna silvestre; bienestar animal; mascotismo; centros de rescate.

## **Introducción**

La Tortuga Chaqueña (nombre común reconocido por la UICN), *Chelonoidis chilensis* (Testudinidae, Gray, 1870) es una especie ampliamente distribuida en el sur de Sudamérica, desde el sureste de Bolivia y suroeste de Paraguay, hasta el norte patagónico en Argentina (Cabrera, 2015, Ruete y Leynaud, 2015). En Argentina, ocupa particularmente áreas con matorrales y bosques secos pertenecientes a las regiones fitogeográficas de Monte y Chaco (Cabrera, 2015, Ruete y Leynaud, 2015). Se trata de una especie predominantemente diurna, viéndose condicionada su actividad y movilidad por factores como la temperatura y humedad, entre otros (Cabrera, 1998; Cabrera, 2015; Buteler y col., 2022). En invierno, al igual que sucede con otros reptiles, atraviesan un estado de hibernación en el cual disminuye su metabolismo; durante este período se refugian en madrigueras en la tierra o en cuevas naturales (Cabrera, 1998). Su dieta es predominantemente herbívora, consumiendo tallos y frutos, cactáceas, gramíneas, y vainas de leguminosas (Zacarías y col., 2016), y tienen importancia ecológica por su rol como dispersoras de semillas tanto árboles como arbustos (Varela y Bucher, 2002).

Esta especie enfrenta desafíos en relación a su conservación, principalmente debido a la fragmentación y reducción del hábitat (Chebez, 2009; Ruete y Leynaud, 2015; Zacarías, y col., 2016; Stanford, y col., 2020) y el comercio ilegal y el mascotismo (Freiberg 1974, Richard y col., 2010; Stanford y col., 2020). Está categorizada como vulnerable por la UICN (Tortoise y Freshwater Turtle Specialist Group, 1996) y por la Asociación Herpetológica Argentina (Prado y col., 2012). Además, está incluida en el Apéndice II de CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres, 2020). En Argentina, la Tortuga Chaqueña es el reptil vivo más explotado por el comercio ilegal de fauna silvestre autóctona (López y col., 2010; Prado y col., 2012). Debido a esta alta incidencia de comercio ilegal, es común encontrarla tanto en domicilios particulares como en instituciones que funcionan como centros de recepción de fauna de la provincia y del país (López y col., 2010; Richard, 2010). La tenencia y/o comercio ilegal sucede a pesar de existir normativas que lo prohíben, como la ley nacional N° 22.421/81 de la Conservación de la Fauna Silvestre a la cual Córdoba adhiere. Particularmente, la provincia de Córdoba es la única en nuestro país que en la Ley General de Ambiente 7343 sobre la conservación de la fauna silvestre, incorporó el decreto 1751/ 2011 que define y regula el mascotismo, y establece una lista de

aquellas especies silvestres que sí pueden ser comercializadas como mascotas, dentro de las cuales no se encuentra mencionada la Tortuga Chaqueña. Esto motiva a que sea altamente frecuente que en la provincia de Córdoba ingresen individuos de Tortuga Chaqueña a diversas instituciones zoológicas producto de decomisos y rescates realizados por autoridades de aplicación municipal y provincial y/o hallazgos en vía pública o donaciones realizadas por la ciudadanía en general. Actualmente, en la provincia de Córdoba, los ingresos a las instituciones que funcionan como centros de recepción de fauna silvestre superan los 50 ejemplares por año (información brindada por Secretaría de Ambiente de Córdoba), siendo en su mayoría de la zona norte-centro de Argentina y convirtiéndose en patrimonio biológico de la ciudadanía en Córdoba. Estos números alertan sobre la posibilidad de que se esté produciendo una disminución en las poblaciones silvestres (no existiendo estudios actualizados al respecto) y, en su contraparte, un incremento sostenido en el número de individuos decomisados e ingresados a centros de recepción de fauna de la provincia.

El desarrollo de investigaciones científicas en animales mantenidos en centros de recepción de fauna y/o zoológicos, se ha incorporado de manera creciente a los escenarios de conservación ex situ, con el objetivo de abordar distintos aspectos de la biología de especies de interés para la conservación y/o el uso sustentable. Estas investigaciones se han desarrollado tanto en otros países (ej. Rose y Robert, 2013; Rose y Roffe, 2013) como en Argentina y en nuestra provincia, por ejemplo, con reptiles (Prystupczuk, y col., 2019, Buteler y col., 2022), aves (Leche y col., 2009; Lábaque y col., 2010; 2013; 2018) y mamíferos (Eguizabal y col., 2013; Chiapero, y col., 2020; Baechli y col., 2021). Al respecto, para especies mantenidas en estas instituciones se ha establecido como requisito indispensable promover la adecuación funcional del manejo y de los habitáculos en la búsqueda de estrategias que generen un buen estado de bienestar en los individuos de dichas poblaciones, elaborando estrategias que brinden mejores condiciones de vida a mediano y largo plazo, que a la vez faciliten la tarea del personal a cargo del monitoreo continuo del estado de estas poblaciones en condiciones controladas o semicontroladas (Wilkinson, 2015). De acuerdo con Mellor y col. (2015; 2016), el bienestar animal se refiere al estado del animal, incluyendo las sensaciones y sentimientos subjetivos que experimenta como resultado de su salud física y de las influencias circundantes. El modelo de los “Cinco Dominios” es una herramienta que permite facilitar el entendimiento y la



evaluación del bienestar animal de gran utilidad en espacios zoológicos y/o parques que resguardan fauna silvestre. Esta herramienta de valoración y monitoreo, resume cuatro dominios físicos/funcionales que son “nutrición”, “entorno”, “salud física”, “conducta”, y el quinto dominio, que es el “estado mental” de los animales (Mellor y col., 2015; Mellor, 2017).

En reptiles, dada su condición de ectotermos, la temperatura corporal es una de las variables ecofisiológicas más importantes que afecta y condiciona su desempeño (Shine, 2005; Vitt y Caldwell, 2009; Buteler y col., 2022). La capacidad de termorregulación está vinculada a la disponibilidad de la energía solar, que varía temporal y espacialmente, lo que provoca que pueda ser difícil o incluso imposible a ciertas horas del día o en ciertos contextos ecológicos alcanzar la termorregulación naturalmente por parte de este grupo/taxón (Huey, 1982). Consecuentemente, ciertas características de los hábitaculos, en los centros de recepción, como la proporción de sol y sombra, y la cobertura arbórea (Wilkison, 2015) y variables de la infraestructura como sus dimensiones, la disponibilidad de refugios, y las características del sustrato pueden influir en el estado de bienestar de los animales mantenidos en condiciones semicontroladas como las de los zoológicos (Ooninx y van Leeuwen, 2017). Además, el diseño definitivo del ambiente artificial provisto a los individuos incidirá en el repertorio comportamental asociado al uso del espacio por parte del animal, a la alimentación e interacciones con otros individuos y con el cuidador (Wilkinson, 2015; Prystupczuk, y col., 2019; Buteler y col., 2022).

En este contexto, y dado que actualmente existen individuos de Tortuga Chaqueña provenientes del comercio ilegal y del mascotismo resguardados en las instituciones que funcionan como centros de recepción de fauna silvestre en la Provincia de Córdoba, es importante actualizar datos referidos a la abundancia y la proporción de sexos conjuntamente a una caracterización morfológica y sanitaria de los individuos resguardados, proponer un método de marcaje para el monitoreo/trazabilidad y evaluar la adecuación funcional de los hábitaculos en los que se encuentran o bien en aquellos que potencialmente podrían ser utilizados para el resguardo de la especie. Esto podría ayudar a contribuir a la definición de estrategias de conservación para la especie, pudiendo estas ser tomadas de manera individual en las instituciones involucradas o bien de manera general en las decisiones políticas de la provincia en función de la red de centros de rescate

recientemente reconocidos por Secretaría de Ambiente de la Provincia de Córdoba (Boletín Oficial de la Provincia de Córdoba, junio, 2021).

## **Objetivos**

*Con el fin de realizar aportes a la conservación de la especie se propuso*

- 1) Desarrollar un inventario de individuos crías/subadultos y adultos de la Tortuga Chaqueña (*Chelonoidis chilensis*) que incluya sexado y datos morfológicos y sanitarios de ejemplares que constituyen el plantel permanente y transitorio de 3 de las principales instituciones de recepción de fauna provinciales.
- 2) Valorar de acuerdo con los 5 dominios de bienestar animal y de manera teórica, la adecuación de sus habitáculos de resguardo (actuales y potenciales) bajo cuidado humano en instituciones de recepción de fauna de la provincia de Córdoba.

### *Objetivos específicos*

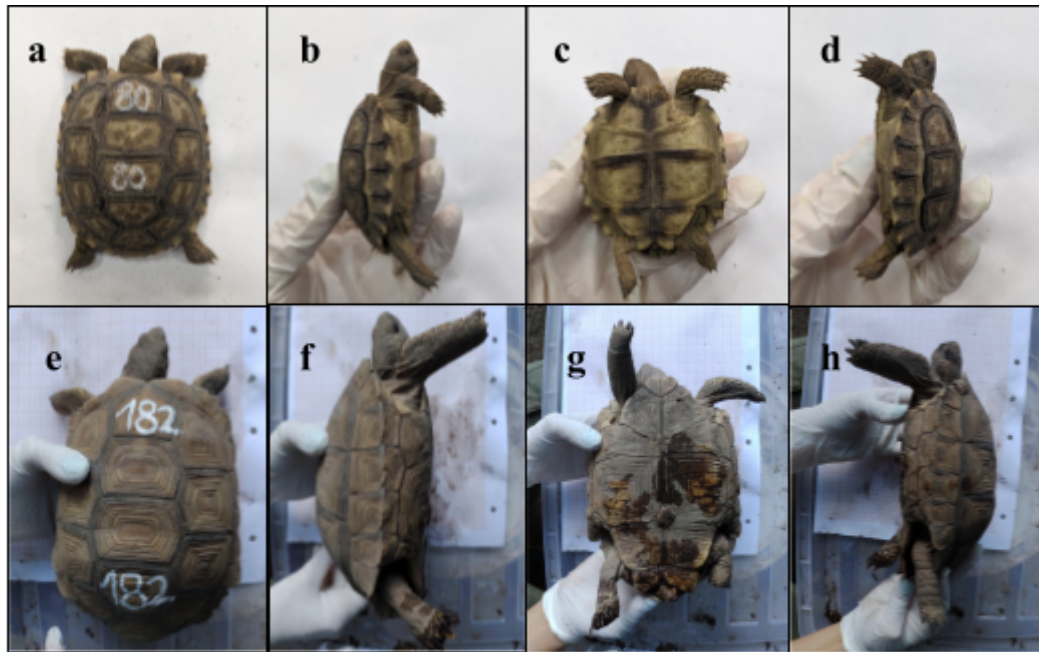
De acuerdo con los datos suministrados por la Secretaría de Ambiente de Córdoba, en 3 de las principales instituciones de recepción de fauna en Córdoba se propone, en individuos de Tortuga Chaqueña (*Chelonoidis chilensis*) del plantel permanente y/o transitorio

- 1) Crear una base de datos que incluya el número de individuos, el sexo, la clase etaria, las variables morfométricas y el estado nutricional y sanitario, acompañando la información con un número individual de identificación y un registro fotográfico digitalizado y generando un procedimiento sistemático para el registro de las medidas durante el futuro ingreso y monitoreo de las tortugas en las instituciones de recepción.
- 2) Proponer el diseño de un habitáculo modelo teórico adecuado funcionalmente para el manejo de crías/subadultos y adultos, en función de los requisitos biológicos de la especie y del modelo teórico de los 5 dominios de acuerdo con Mellor y col. 2015, 2016 y otras fuentes de bibliografía disponible.
- 3) Evaluar la adecuación funcional de las instalaciones (actuales y potenciales) para la especie en una de las instituciones de recepción de fauna tomado como caso de estudio y de acuerdo con las condiciones consideradas óptimas de bienestar animal definidas en el objetivo 2.

## **Materiales y métodos**

### *Caracterización de los individuos de Tortuga Chaqueña bajo estudio*

El trabajo se realizó en 3 centros de recepción de fauna en la Provincia de Córdoba: (1) el Parque de la Biodiversidad, ubicado en el Departamento Córdoba capital, en calle Rondeau 798, Nueva Córdoba, Córdoba Capital (-31.42576307302638, -64.17530355352805); (2) el Parque Fitozoológico Tatú Carreta, ubicado en localidad de Molinari RN38, X5162 Casa Grande, Córdoba (-31.163368320273488, -64.47570953639254) y (3) el Parque Ecológico Urbano Río Cuarto, ubicado en Córdoba Río Limay 2201 (-33.10665063972284, -64.37801294688443). Las visitas a estas instituciones se realizaron en los meses de marzo, abril y octubre de 2021. Los ejemplares de Tortuga Chaqueña fueron identificados individualmente con un número consecutivo entre las diferentes instituciones, utilizando fibras ALBA indelebles no tóxicas de color blanco en el caparazón (Fig. 1) y de acuerdo con el protocolo utilizado por Romito y col. (2015). Además, se realizó un registro fotográfico individual (Fig. 1) del dorso, vientre y laterales del animal (Douglass y Layne, 1978; Jacobson, y col., 1994; Bertolero, y col., 2005). Estos registros permiten evidenciar aspectos fenotípicos para: (a) identificar a los animales en caso de imprevistos de pérdida de las marcas de tinta colocadas en nuestro estudio, (b) el monitoreo de datos recolectados y rasgos de historia de vida registrados por la institución (c) mejorar la trazabilidad de los individuos dentro y entre instituciones. Se incluyeron en el registro fotografías de las marcas y/o lesiones distintivas de cada individuo. Además, de acuerdo con Rueda-Almonacid y col. (2007), se registraron el sexo (en el caso de adultos) y para todos los ejemplares (adultos y crías/subadultos) el peso corporal y medidas morfométricas, a saber: largo curvo del caparazón (LCC), largo recto del caparazón (LRC), ancho del caparazón (A), altura máxima del caparazón (H), largo máximo del plastrón (LMP), largo central del plastrón (LCP) y ancho de la cabeza (AC). El peso corporal se registró utilizando una pesola (Marca Pesola, Precisión +/- 0.3%) y balanza de mano (Marca Waterdog Fishing CP-01 Scala/Tape Measure 10kg/1M), y para el resto de las dimensiones se utilizó un calibre mecánico de acero inoxidable (Marca Lacatus 300 mm Rango de medición: 0.02 mm - 300 mm), regla de acero inoxidable (Marca Proarte) y cinta de costura. Para la determinación del sexo se evaluó la concavidad del plastrón (Douglass y Layne, 1978).



**Figura 1** - Fotografías de dos individuos de Tortuga Chaqueña (*Chelonoidis chilensis*) alojados en el Parque de la Biodiversidad de Córdoba (**80**) y en el Parque Ecológico Urbano de Río Cuarto (**182**), tomadas en abril de 2021. Se tomaron fotografías de la región dorsal (**a**, **e**), ventral (**c**, **g**) y laterales (**b**, **d**, **e**, **h**) de las tortugas. El individuo 80 se trata de una cría (**a-d**), y el 182 un adulto (**e-h**).

Las fotografías se tomaron de manera sistemática para todos los individuos de las distintas instituciones evaluadas. Para ello se utilizó una hoja de papel milimetrado en el fondo, ya que de esta manera se podría analizar las imágenes con el software ImageJ (NIH, USA) (Juri y col. 2018) para estimar las variables morfométricas en aquellos casos en los cuales no se pudo realizar o completar su registro. Particularmente en el caso del PEU, a los individuos con numeración entre 150 y 208 no se les pudieron tomar de forma completa las medidas el día de la visita al establecimiento debido a la cantidad de individuos presentes (N=98) en relación al número de personas y herramientas de medición vinculadas al registro. Esto derivó en falta de tiempo suficiente para el registro completo y, por cuestiones de restricciones de movimiento debido a la reglamentación vigente por COVID 19, no se contó con la oportunidad de regresar a dicho establecimiento para completar la tarea. En dichas circunstancias, se tomó la decisión de marcar, determinar el sexo y pesar a todos los ejemplares presentes y obtener, mediante la fotografía, la estimación de las medidas morfométricas de estos individuos utilizando el análisis de imágenes con ImageJ. Posteriormente, se compararon los datos obtenidos a partir del análisis de imágenes con ImageJ y las medidas reales obtenidas en las instituciones. Se

puso a prueba (mediante una prueba de Wilcoxon para muestras apareadas) el uso potencial de esta técnica frente a situaciones en las cuales, por diferentes motivos (falta de instrumentos, de tiempo, etc.) no puedan registrarse las variables in situ del individuo en cuestión. Convirtiéndola en una potencial herramienta para las instituciones involucradas en el manejo de fauna silvestre (ej, Secretaría de Ambiente, Policía Ambiental, etc).

Adicionalmente, se obtuvo el volumen del caparazón (VC) de cada individuo, calculado con una fórmula modificada de un elipsoide, de acuerdo con bibliografía consultada (Nagy y col., 2002; Loehr y col., 2004; Loehr y col., 2007; McGovern y col., 2020; Nafus y col., 2022). En dicha fórmula, según la bibliografía mencionada, los parámetros de largo recto del caparazón, ancho y altura máxima del caparazón se expresan en mm y el volumen resulta en cm<sup>3</sup>:

$$VC \text{ (cm}^3\text{)} = \frac{\pi \times LRC \times A \times H}{6000}$$

**VC:** volumen del caparazón (cm<sup>3</sup>). **LRC:** largo recto del caparazón (mm). **A:** ancho del caparazón (mm). **H:** altura máxima del caparazón (mm).

Se utilizó el peso corporal (g) y el volumen del caparazón (cm<sup>3</sup>) para obtener el índice de condición corporal (IC), como método no letal apropiado para estimar el estado nutricional de cada individuo, valor que indica indirectamente un mejor aprovechamiento de los recursos energéticos disponibles (Schulte Hostedde y col., 2005). Este índice se calculó utilizando la ecuación enunciada a continuación, según Nagy y col, (2002); Loehr y col., (2007); McGovern y col., (2020):

$$IC \text{ (g/cm}^3\text{)} = \frac{\textit{peso}}{VC}$$

**IC:** índice de condición corporal (g/cm<sup>3</sup>). **peso** (g). **VC:** volumen del caparazón (cm<sup>3</sup>).

Para la inspección del estado sanitario, se contó con la colaboración del personal veterinario del Parque de la Biodiversidad, quienes determinaron una serie de variables a tomar en cuenta y nos instruyeron en cómo llevar a cabo ese registro en el resto de las instituciones, donde se realizó mediante observación directa y análisis de las fotografías

tomadas. Se determinó el estado general de salud mediante el registro de variables tales como las condiciones externas del caparazón y extremidades, la presencia/ausencia de ectoparásitos, y la presencia de lesiones, entre otros, siguiendo los protocolos propuestos por la institución. Los procedimientos de manejo de los individuos para el registro de variables morfológicas, sanitarias y su manipulación para el registro fotográfico fueron evaluados y aprobados previamente por la comisión de CICUAL de IIByT UNC (Acta N° 16-2021).

#### *Habitáculo modelo para resguardar especímenes de Tortuga Chaqueña*

Para proponer un habitáculo modelo, adecuado para crías/subadultos y otro para adultos de la especie de interés se realizó una búsqueda bibliográfica exhaustiva, siguiendo los lineamientos de las guías de la UICN para la disposición de los animales confiscados (UICN, 2002) y la disposición de especímenes comercializados ilegalmente y confiscados (CITES, CoP17, Johannesburgo, 2016). Además, se utilizó información disponible de otras especies de tortugas afines con requerimientos similares tales como la Tortuga del Desierto (*Gopherus agassizii*).

#### *Evaluación de la adecuación funcional de los habitáculos actuales y potenciales de ser utilizados para el resguardo de la Tortuga Chaqueña: Caso de estudio del Parque de la Biodiversidad*

Dadas las condiciones sanitarias vigentes por COVID19 al momento del desarrollo del presente trabajo, y debido a la mayor cercanía y accesibilidad, los datos que se describen a continuación pudieron ser registrados únicamente en el Parque de la Biodiversidad y en un único momento del año (marzo de 2021), tomando a dicha institución como un caso de estudio en el cual aplicar los criterios definidos para un habitáculo modelo de resguardo para Tortuga Chaqueña. Para desarrollar este objetivo, en seis espacios distintos de la institución sugeridos por las autoridades a cargo (Fig. 2), se estimaron las siguientes variables de infraestructura y ambientación:

**(1) Tamaño y forma de los habitáculos**, utilizando la planimetría del parque. El tamaño es una variable de interés, ya que habitáculos de mayor tamaño suelen asociarse a una mejor condición corporal, y a un repertorio comportamental más amplio en reptiles (Wilkinson, 2015).

**(2) Cobertura arbórea:** estimada a través de un densímetro forestal (spherical densiometer) (Strickler, 1959), en cuatro puntos equidistantes del habitáculo. En cada uno de estos puntos se hicieron cuatro registros, orientados a cada punto cardinal, y luego se obtuvo un valor promedio de los 4 registros por punto evaluado. Los resultados fueron expresados en términos de porcentaje. Además, se realizó una identificación de las especies vegetales nativas arbóreas presentes en los habitáculos (Demaio y col., 2015), así como un análisis de su potencial utilidad (como alimento, refugio, sombra, etc.) para la especie.

**(3) Proporción de sol y sombra:** Se evaluó la insolación que reciben los habitáculos entre las horas de observación, en el mes de mayo. Se realizó una observación por hora, registrando el porcentaje promedio del habitáculo sobre el cual incide la luz solar, en un periodo de entre las 9:00 y las 16:00hs. Esta franja horaria se eligió en función de trabajos precedentes que demostraron que es el periodo de mayor actividad para la especie en condiciones semicontroladas en un estudio desarrollado en el ex-Zoológico de Córdoba (actual Parque de la Biodiversidad) (según Buteler y col., 2016). La cobertura arbórea y la proporción de sol y sombra son variables de importancia para la especie, ya que tienen un efecto sobre la temperatura del habitáculo, y por ende en la temperatura corporal de estos animales, incidiendo sobre el uso del espacio en el habitáculo (Buteler y col., 2022) en otras respuesta comportamentales y fisiológicas asociadas a la termorregulación en reptiles.

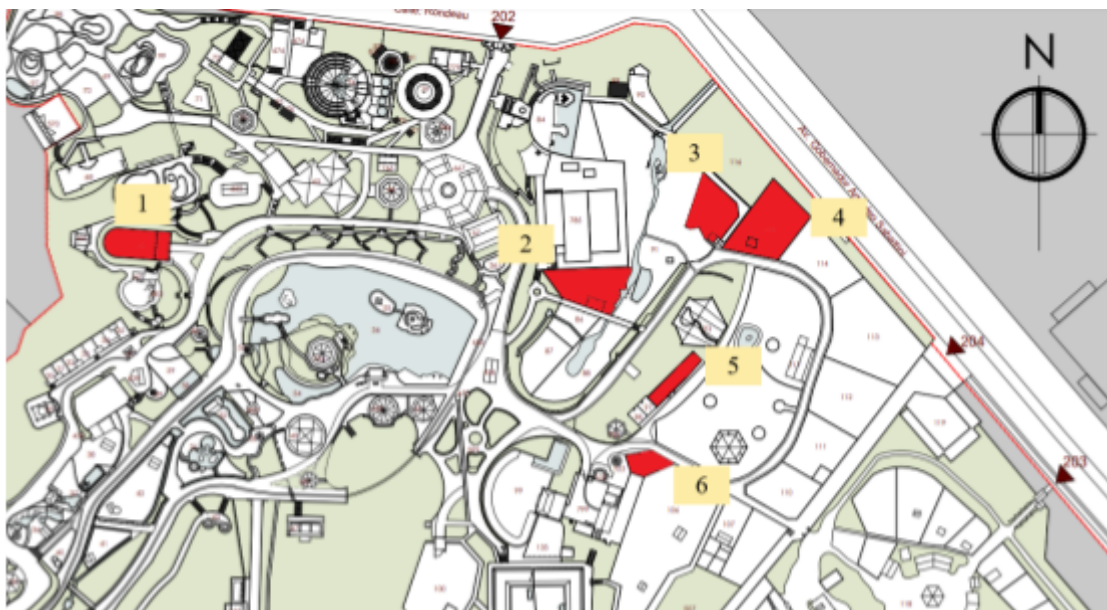
**(4) Características del suelo:** se estimó la densidad aparente del suelo mediante el método del cilindro (Rojas y Peña, 2012; Villaseñor Ortiz, 2016), en donde se emplearon un cilindro metálico de volumen conocido y un martillo para extraer una muestra de suelo (Fig. 3). La muestra obtenida fue resguardada en papel aluminio para trasladar al laboratorio, donde fue posteriormente secada en una estufa a 100°C por 24 horas, registrando su peso posterior a dicho tratamiento. En cada habitáculo se tomaron diez muestras de suelo. El peso seco registrado en las muestras de suelo fue utilizado para calcular la densidad aparente del suelo, mediante la siguiente fórmula (Rojas y Peña, 2012; Villaseñor Ortiz, 2016):

$$\text{Densidad aparente (g/cm}^3\text{)} = \frac{\text{peso seco}}{\text{volumen del cilindro}}$$



Considerando que la variable suelo es de interés para valorar la potencialidad de promover comportamientos de excavación, siendo este un comportamiento de gran importancia para termorregulación y oviposición (Ruby y Niblick, 1994; Case y col., 2005), se estimó la cantidad de suelo expuesto en relación con la de suelo cubierto por vegetación herbácea, expresando los resultados en términos de porcentaje.

**(5) Disponibilidad de refugios:** se estimó la cantidad de elementos que proveen refugios y una aproximación de la cantidad de tortugas que puedan albergar cada uno, así como la calidad de los mismos, teniendo en cuenta el material del cual están contruidos y cuánto se acercan a un refugio “ideal/adequado” según bibliografía.



**Figura 2.** Sección del plano del Parque de la Biodiversidad de Córdoba (facilitado por la institución). En rojo, los hábitculos analizados.



**Figura 3.** Extracción de una muestra de suelo utilizando el método del cilindro (Rojas y Peña, 2012; Villaseñor Ortiz, 2016) en el Parque de la Biodiversidad, en abril de 2021. Fotografía tomada por Constanza García Capocasa

### *Análisis estadístico de los datos*

El diseño experimental de este estudio fue exploratorio y principalmente, observacional y descriptivo considerando a cada institución como un bloque que aportó animales con diferentes atributos, origen, e historia de manejo, entre otras variables. Por lo tanto, el énfasis estuvo en el análisis estadístico descriptivo y multivariado, a los fines de intentar identificar posibles fuentes de variación que pudieran afectar la adecuación, el estado de bienestar, y salud de los animales. Se realizó una prueba no paramétrica de Wilcoxon para: **(1)** muestras apareadas para determinar si existen diferencias significativas entre las variables morfométricas tomadas in situ y las estimadas con el programa ImageJ, y **(2)** muestras independientes para determinar si existen diferencias significativas entre variables morfométricas de machos y hembras, y entre adultos y crías/subadultos. Por último, se realizó un análisis de la varianza no paramétrico Kruskal-Wallis para comparar

la densidad aparente del suelo de los distintos hábitculos analizados en el Parque de la Biodiversidad.

Para el análisis de los datos se utilizó el programa de estadística INFOSTAT 1.0 (2014). En todo el texto se presentan los valores promedio  $\pm$  desvío estándar. Un valor de  $P < 0.05$  se tomó como representante de diferencias significativas.

## **Resultados**

### *Caracterización de los individuos de Tortuga Chaqueña*

De manera conjunta en el Parque de la Biodiversidad de Córdoba, el Parque Fitozoológico Tatú Carreta y el Parque Ecológico Urbano se estudiaron un total de 232 individuos: 73 crías/subadultos y 159 adultos. En el Parque de la Biodiversidad se evaluaron un total de 98 individuos, de los cuales 73 eran crías/subadultos y 25 eran adultos. En el Parque Ecológico Urbano se evaluaron 98 individuos adultos, y en el Fitozoológico Tatú Carreta, 36 adultos. Del total de crías/subadultos estudiadas, una (1.4%) no sobrevivió el invierno. Dentro del grupo de adultos evaluados, la proporción de hembras (♀) fue de 0,65, y la de machos (♂) de 0,35 (proporción ♀:♂ de 1,89:1). Las crías/subadultos alojadas en el Parque de la Biodiversidad ingresaron a dicha institución a principios de 2021. En el caso de los adultos para todas las instituciones involucradas se desconoce en qué momento ingresaron a las instituciones y cuál es lugar de origen.

En las Tablas 1-3 se resumen las variables morfométricas de los individuos, categorizados de acuerdo a diferentes atributos evaluados (edad, sexo) y según su institución de procedencia (Tablas 6-8 en Anexo I). En la Tabla 1, se incluyen tanto las medidas obtenidas *in situ* como aquellas obtenidas a partir del programa ImageJ para adultos de todas las instituciones. Se observaron diferencias significativas entre las medidas reales y aquellas obtenidas utilizando el programa, para todas las variables consideradas ( $p < 0,05$ ). Se observó una tendencia a la sobreestimación de los valores por parte del programa utilizado.

**Tabla 1** - Resumen de variables morfométricas promedio de individuos\* de Tortuga Chaqueña (*Chelonoidis chilensis*) adultos alojados en el Parque de la Biodiversidad, Parque Fitozoológico Tatú Carreta y Parque Ecológico Urbano, tomadas entre marzo y octubre de 2021.

Variable	n		Media		D.E		Min		Max		p
	s/I	c/I	s/I	c/I	s/I	c/I	s/I	c/I	s/I	c/I	
Largo curvo caparazón (cm)	74	74	23,81	23,81	4,16	4,16	14,50	14,50	33,10	33,10	-
Largo recto caparazón (cm)	81	140	18,53	20,98	3,28	4,56	11,90	11,90	27,40	32,80	<0,0001
Ancho caparazón (cm)	90	149	14,42	15,90	2,29	2,97	10,10	10,10	21,20	23,70	<0,0001
Alto máx. caparazón (cm)	75	134	9,23	11,38	1,30	2,81	6,90	6,90	12,40	18,90	<0,0001
Longitud máx. plastrón (cm)	79	138	17,97	20,70	3,27	4,54	12,10	12,10	28,00	31,90	<0,0001
Longitud central plastrón (cm)	82	141	16,00	18,39	2,76	4,02	11,00	11,00	23,10	28,50	<0,0001
Ancho cabeza (cm)	95	151	3,21	3,48	0,48	0,65	2,20	2,20	4,90	6,00	<0,0001
Peso (g)	158	158	1515,89	1515,89	698,73	698,73	340,00	340,00	4200,00	4200,00	-
Índice de condición corporal (g/cm <sup>3</sup> )	75	134	1,10	0,78	0,21	0,32	0,86	0,31	2,50	1,73	<0,0001

\*Los valores registrados se obtuvieron de hembras (n=102) y machos (n=54) adultos.

s/I: valores de las variables, sin incluir las estimaciones con el programa ImageJ. c/I: valores de las variables, incluyendo las estimaciones con el programa ImageJ.

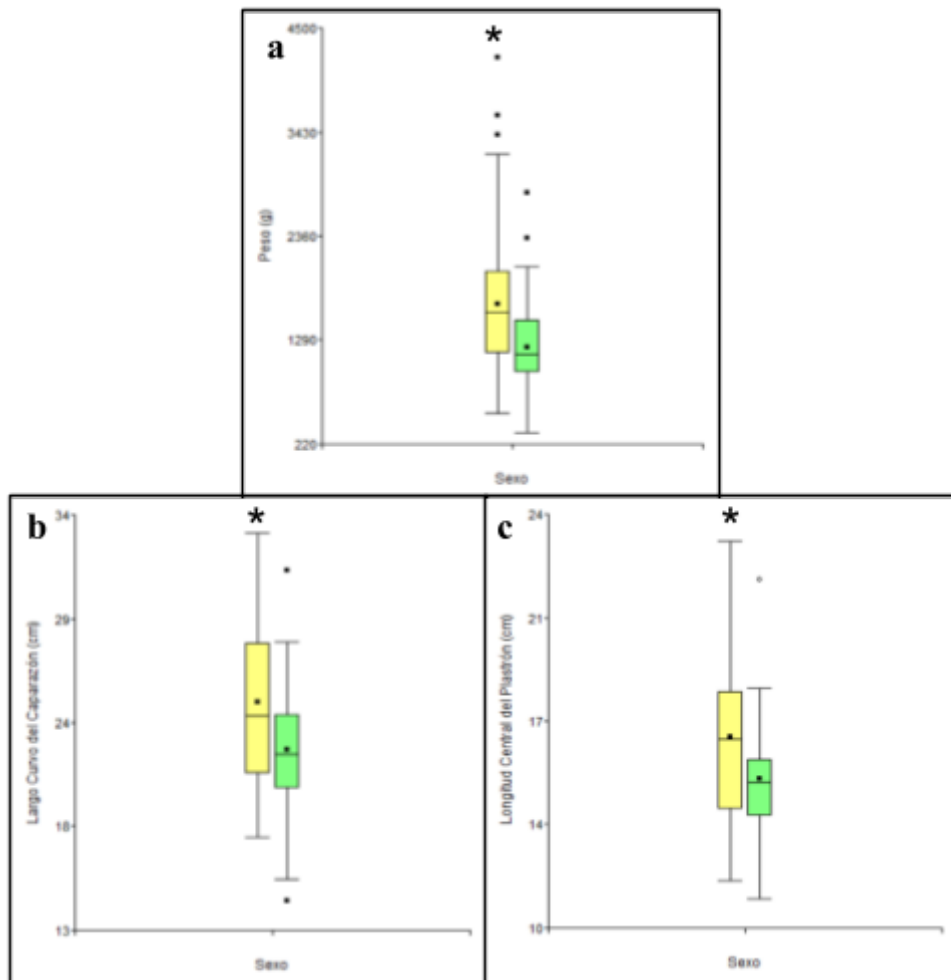
El p valor indica si existen (p<0,05) o no (p>0,05) diferencias significativas entre dichos valores; obtenido mediante una prueba no paramétrica de Wilcoxon para muestras apareadas. Se observaron diferencias significativas para todas las variables analizadas

**Tabla 2** - Resumen de variables morfométricas promedio de individuos adultos machos y hembras de Tortuga Chaqueña (*Chelonoidis chilensis*) resguardados en el Parque de la Biodiversidad, Parque Fitozoológico Tatú Carreta y Parque Ecológico Urbano, tomadas entre marzo y octubre de 2021.

Variable	Macho	Hembra	p
Largo curvo caparazón (cm)	$\bar{x} \pm DE: 22,13 \pm 3,59$ rango: 14,50-31,20 n=25	$\bar{x} \pm DE: 24,56 \pm 4,13$ rango: 17,70-33,10 n=46	0,0307
Largo recto caparazón (cm)	$\bar{x} \pm DE: 17,53 \pm 2,87$ rango: 11,90-25,90 n=24	$\bar{x} \pm DE: 19,02 \pm 3,40$ rango: 13,20-27,40 n=55	0,0804
Ancho caparazón (cm)	$\bar{x} \pm DE: 13,75 \pm 1,66$ rango: 10,50-18,20 n=28	$\bar{x} \pm DE: 14,70 \pm 2,50$ rango: 10,10-21,20 n=61	0,1087
Alto máx. caparazón (cm)	$\bar{x} \pm DE: 8,85 \pm 0,98$ rango: 7,20-11,50 n=21	$\bar{x} \pm DE: 9,37 \pm 1,40$ rango: 6,90-12,40 n=53	0,1517
Longitud máx. plastrón (cm)	$\bar{x} \pm DE: 17,25 \pm 3,52$ rango: 12,10-28,00 n=24	$\bar{x} \pm DE: 18,31 \pm 3,16$ rango: 13,10-25,70 n=54	0,1032
Longitud central plastrón (cm)	$\bar{x} \pm DE: 15,05 \pm 2,19$ rango: 11,00-21,80 n=26	$\bar{x} \pm DE: 16,47 \pm 2,92$ rango: 11,60-23,10 n=55	0,0479
Ancho cabeza (cm)	$\bar{x} \pm DE: 3,18 \pm 0,53$ rango: 2,20-4,50 n=28	$\bar{x} \pm DE: 3,20 \pm 0,44$ rango: 2,40-4,90 n=64	0,6421
Peso (g)	$\bar{x} \pm DE: 1219,63 \pm 457,35$ rango: 340,00-2800,00 n=54	$\bar{x} \pm DE: 1653,47 \pm 718,26$ rango: 540,00-4200,00 n=101	0,0001
Índice de condición corporal (g/cm <sup>3</sup> )	$\bar{x} \pm DE: 1,07 \pm 0,12$ rango: 0,86-1,27 n=21	$\bar{x} \pm DE: 1,12 \pm 0,24$ rango: 0,89-2,50 n=53	0,5731

\*Los valores registrados se obtuvieron de hembras (n=102) y machos (n=54) adultos. El **p** valor indica si existen (p<0,05) o no (p>0,05) diferencias significativas entre dichos valores; obtenido mediante una prueba no paramétrica de Wilcoxon.

Las hembras presentaron valores significativamente más elevados en sus promedios de peso (Fig. 4a), LCC (Fig. 4b) y LCP (Fig. 4c) respecto de los promedios registrados en machos ( $p < 0,05$ ; prueba no paramétrica de Wilcoxon).



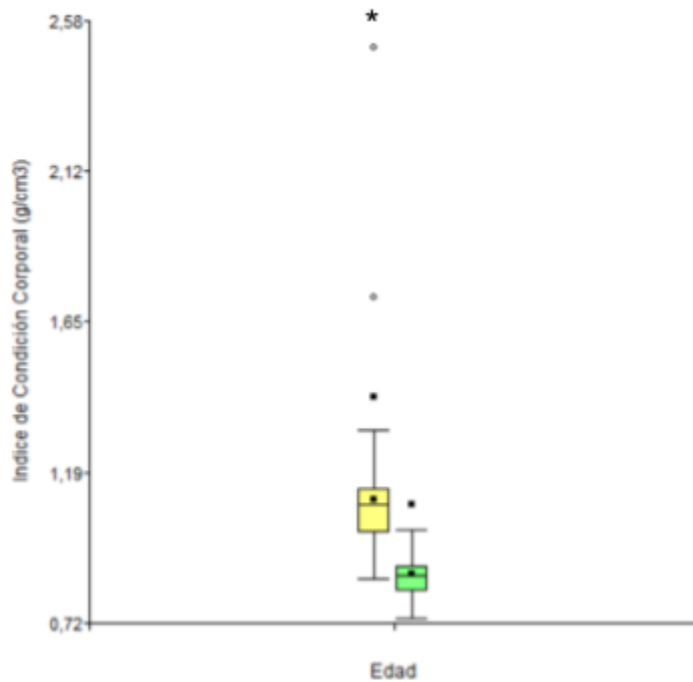
**Figura 4.** Variables morfométricas de adultos de Tortuga Chaqueña (*Chelonoidis chilensis*) hembras (amarillo) y machos (verde) en donde se obtuvieron diferencias significativas. (a) Peso. (b) Largo curvo del caparazón. (c) Longitud central del plastrón. Los asteriscos (\*) indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) obtenidas mediante una prueba no paramétrica de Wilcoxon.

**Tabla 3** - Resumen de medidas morfométricas promedio de individuos de Tortuga Chaqueña (*Chelonoidis chilensis*) crías y subadultos alojados en el Parque de la Biodiversidad, tomadas entre marzo y junio de 2021.

<b>Variable</b>	<b>n</b>	<b>Media</b>	<b>D.E</b>	<b>Min</b>	<b>Max</b>
Largo curvo caparazón (cm)	72	8,35	1,94	5,20	15,50
Largo recto caparazón (cm)	72	6,33	1,49	4,9	12,4
Ancho caparazón (cm)	72	6,01	1,18	4,8	10,9
Alto máx. caparazón (cm)	46	3,38	0,94	2,5	6,2
Longitud máx. plastrón (cm)	72	6,08	1,46	4,8	11,5
Longitud central plastrón (cm)	72	5,66	1,32	4,3	10,7
Ancho cabeza (cm)	72	1,22	0,26	0,9	2,4
Peso (g)	72	67,77	64,54	32,11	380
Índice de condición corporal (g/cm <sup>3</sup> )	46	0,87	0,07	0,74	1,09

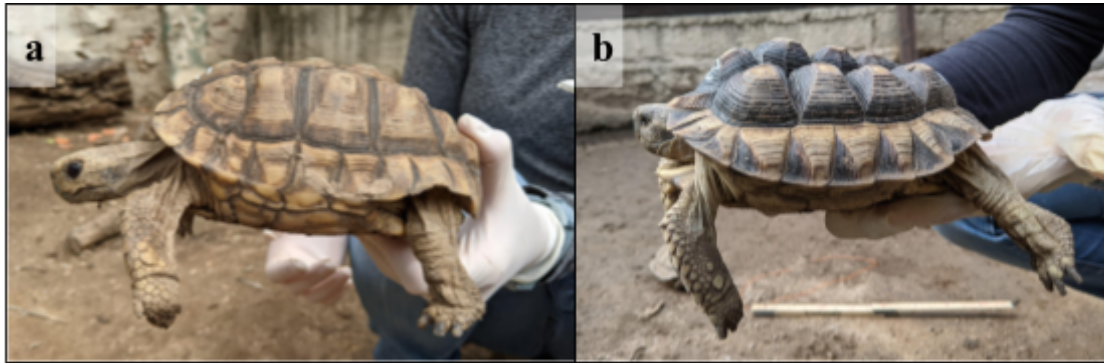
Mediante una prueba no paramétrica de Wilcoxon se encontró que el IC promedio en individuos adultos fue significativamente mayor al IC promedio registrado en crías/subadultos (Fig. 5).



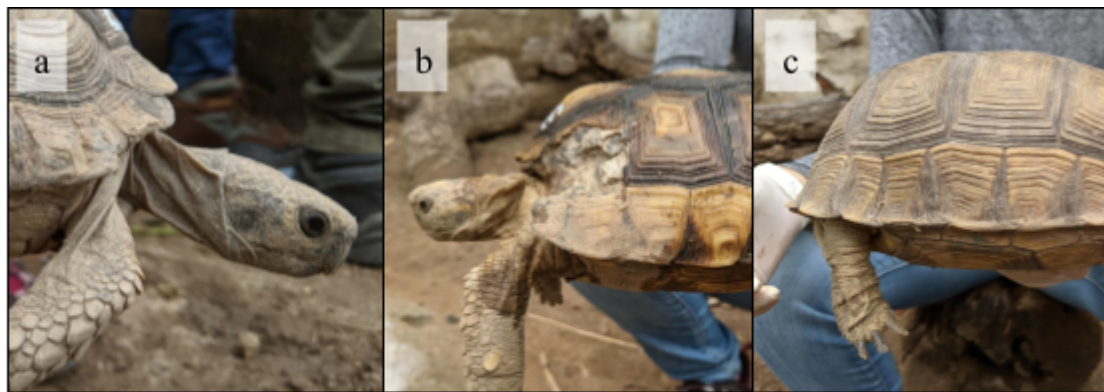


**Figura 5.** Índice de condición corporal (IC) de individuos de Tortuga Chaqueña (*Chelonoidis chilensis*) adultos (amarillo) y crías/subadultos (verde). El asterisco (\*) indica diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) obtenidas mediante una prueba no paramétrica de Wilcoxon.

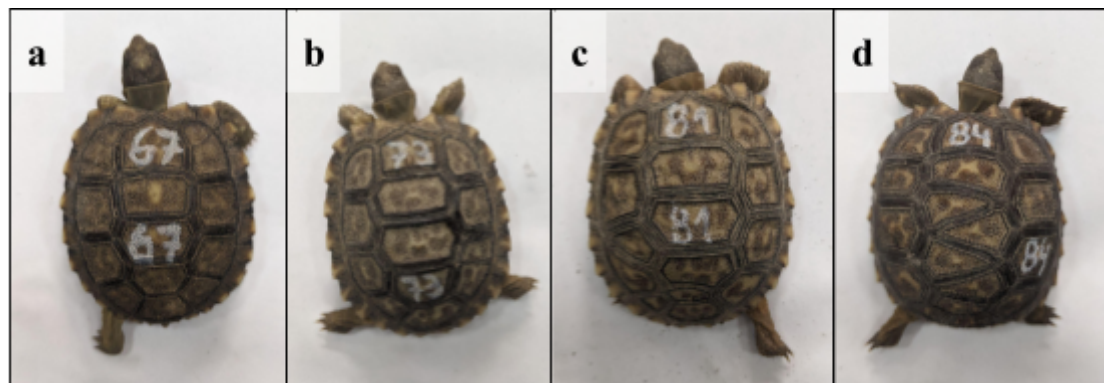
En cuanto al estado sanitario de las tortugas, se tomó registro de las afecciones más frecuentes determinadas mediante observación directa y análisis de las fotografías identificatorias (Tabla 4). En relación a las características del caparazón, se identificaron una alta proporción de individuos adultos con traumatismos en el caparazón y plastrón (Fig. 7b), distintos grados de piramidismo (Fig. 6a y b), y plastrón y caparazón blandos. Se sobrecrecimiento de garras en casi el 50% de los adultos analizados (Fig. 7c). En el caso de las crías y subadultos, las afecciones más frecuentemente observadas fueron el plastrón y caparazón blandos (Tabla 6). Se observó también blefaritis bilateral en algunos individuos, así como lesiones y alteraciones en el patrón de escudos del caparazón (Fig. 8a, b, c y d).



**Figura 6.** Enfermedad metabólica ósea (EMO) como causa del piramidismo en individuos adultos de Tortuga Chaqueña (*Chelonoidis chilensis*) resguardados en instituciones de recepción de fauna de Córdoba en 2021. Piramidismo leve en el individuo número 32 (a) y marcado en el individuo número 29 (b).



**Figura 7.** Afecciones observadas en individuos adultos de Tortuga Chaqueña (*Chelonoidis chilensis*) resguardados en instituciones de recepción de fauna de Córdoba en 2021. (a) Sobrecrecimiento de la ranfoteca en el individuo número 33. (b) Traumatismo en el primer escudo costal izquierdo y en los primeros escudos marginales izquierdos en el caparazón en el individuo número 36. (c) Sobrecrecimiento de garras del miembro posterior derecho en el individuo número 38.



**Figura 8.** Individuos crías de Tortuga Chaqueña (*Chelonoidis chilensis*), alojados en el Parque de la Biodiversidad en 2021, con alteraciones en el patrón de escudos del caparazón. (a) Primer escudo costal izquierdo y derecho divididos. (b) Tercer escudo costal derecho presenta asimetría. (c) Escudo vertebral adicional, dos escudos costales izquierdos adicionales. (d) Escudos vertebrales con patrón irregular.

**Tabla 4** - Tipos de afecciones observadas y sus porcentajes de incidencia en individuos crías/subadultos y adultos de Tortuga Chaqueña (*Chelonoidis chilensis*) resguardados en el Parque de la Biodiversidad de Córdoba, Parque Fitozoológico Tatú Carreta y Parque Ecológico Urbano, en 2021.

Afección	Porcentaje (crías/ subadultos) (n=73)	Porcentaje (adultos) (n=159)
Caparazón blando	30%	4%
Plastrón blando	30%	4%
Sobrecrecimiento de garras	0%	48%
Traumatismo en caparazón/plastrón	3%	27%
Piramidismo	0%	19%
Falta de garra(s)	0%	18%
Sobrecrecimiento de ranfoteca	0%	28%
Alteración del patrón de escudos del caparazón	5%	0%
Blefaritis bilateral	4%	ND*
Falta de falanges	3%	ND
Ectoparásitos (garrapatas)	1%	0%
Lesión en ojo	1%	0%

\*ND: No hay datos.

#### *Habitáculo modelo para resguardar especímenes de Tortuga Chaqueña*

Los criterios que mejor definen en líneas generales un habitáculo para resguardar este tipo de reptiles, se incluyen en lo propuesto por Miller (2012). Este autor define como imprescindible poder disponer de las siguientes características resumidas en el listado y que, incluyendo otras fuentes bibliográficas, son desarrolladas con mayor detalle en apartados posteriores:

- Proveer un espacio lo suficientemente grande para proporcionar un gradiente térmico. Un gradiente de temperatura idóneo no puede darse en habitáculos

menores a 61 cm de largo por 30,5 cm de ancho, para ningún reptil bajo cuidado humano ó en condiciones controladas o semicontroladas de resguardo. Para adultos de Tortuga Chaqueña en particular, se ha encontrado que el rango preferido de temperatura se da entre 22°C y 37°C (Buteler y col., 2022).

- En caso de estar resguardados en condiciones totalmente controladas (habitáculos interiores), es necesario disponer de luz de espectro completo (incluyendo UVA y UVB), de buena calidad y con un fotoperiodo adecuado para la especie. Si bien no se dispone del dato para la Tortuga Chaqueña, en *Gopherus agassizii* (especie afín a la estudiada) el fotoperíodo establecido para el resguardo en condiciones controladas es de 12,5 horas de luz (6:00h a 18:30h) y 11,5 horas de oscuridad (Daly, 2017). Idealmente se debería contar con acceso a la luz solar natural al aire libre (la luz solar a través de las ventanas de vidrio no es de espectro completo). A su vez, debería contar con un gradiente de iluminación para que los animales puedan elegir diferentes intensidades de luz.
- Disponer de agua fresca en todo momento, para beber y bañarse.
- Contar con buena ventilación y drenaje.
- Evitar que los animales escapen del habitáculo.
- Contar con refugios, a lo largo del gradiente térmico, en donde el animal pueda sentirse seguro y/o utilizarlo en respuesta a cambios en las condiciones climáticas predominantes a fin de poder regular su temperatura.
- Aproximarse al entorno natural de la especie para fomentar comportamientos naturales o deseables como nadar, tomar sol, excavar, buscar comida, o cualquier otra actividad necesaria para el bienestar del animal.

Tomando en consideración que existe poca información acerca de las condiciones ideales de resguardo bajo cuidado humano para la Tortuga Chaqueña (*Chelonoidis chilensis*), incluyendo el trabajo realizado en la especie por Buteler y col. (2022). También se incluyeron recomendaciones basadas en los requerimientos generales mencionados para reptiles y para la Tortuga del Desierto, *Gopherus agassizii*, ya que la especie tiene características similares a la Tortuga Chaqueña, como son el tipo de ambiente en el que habita y el tamaño de los individuos.

Habitáculos para crías/subadultos de Tortuga Chaqueña (*Chelonoidis chilensis*)

Las crías pueden ser mantenidas al aire libre, o bien en interiores por los primeros uno a tres años de vida, siempre y cuando las instalaciones puedan cumplir con los requerimientos necesarios, según lo descrito por Johnson y col. (2001) para *Gopherus agassizii*. Al respecto, para dicha especie se ha demostrado que una densidad de 0,10–0,13 tortugas/m<sup>2</sup> es adecuada para el mantenimiento de una apropiada condición corporal y de una alta tasa de supervivencia en tortugas juveniles mantenidas en condiciones de temperatura no controladas (McGovern, y col., 2020). En el caso de que se mantengan en condiciones de temperatura controladas, puede aumentarse la densidad a 4,81 tortugas/m<sup>2</sup> (McGovern y col., 2020). Estas densidades se han utilizado para tortugas recién nacidas, con un promedio del largo central del caparazón de 45,2 mm y un peso promedio de 20,8g. Si se trata de individuos de mayor tamaño se debería utilizar una densidad menor, aunque estos datos no están disponibles en la bibliografía. Motivo por el cual, para modificar la densidad de los animales respecto a estas sugerencias, sería apropiado realizar registros regulares del comportamiento social y alimenticio, entre otros, cuando sean resguardados a densidades mayores o menores a las sugeridas en la bibliografía para poder esclarecer si los patrones de comportamiento revelan un adecuado o inadecuado estado de bienestar. En dichas oportunidades se deberá intentar identificar posibles cambios que revelen una potencial amenaza a su bienestar particularmente en condiciones semicontroladas como las de los zoológicos y parques analizados, a fin de generar estrategias de manejo apropiadas.

El sustrato utilizado para las tortugas debería ser particulado no compactado, como tierra o arena, o una mezcla de ambas para permitir comportamientos de excavación, de acuerdo con lo expuesto por Ruby y Niblick (1994) para *Gopherus agassizii* y para tortugas en general por Wilkinson (2015). El alimento deberá proveerse en una superficie lisa, como platos de papel o bloques de concreto (utilizados en *Gopherus agassizii* por McGovern y col., 2020), para evitar que los animales ingieran el sustrato particulado (Miller, 2012).

Miller (2012) establece que un habitáculo para reptiles debe contar con refugios, preferentemente individuales, ubicados a lo largo del gradiente de temperatura. Pueden construirse, por ejemplo, a partir de tubos de PVC cortados longitudinalmente como los utilizados para *Gopherus agassizii* por Daly, y col. (2018) y por McGovern y col. (2020).

#### Habitáculos para adultos de Tortuga Chaqueña (*Chelonoidis chilensis*)

Para individuos adultos, la recomendación es que el habitáculo se ubique al aire libre según lo expuesto por Johnson y col. (2001) para *Gopherus agassizii*. Debería contar con sustrato particulado, no compactado para permitir comportamientos de excavación y oviposición, descrito para *Gopherus agassizii* por Ruby y Niblick (1994) y para quelonios en general por Wilkinson (2015). No hay datos en la bibliografía acerca de la densidad adecuada para individuos adultos de Tortuga Chaqueña bajo cuidado humano, pero para quelonios en líneas generales se recomienda que menos del 25% del habitáculo esté ocupado por los animales (Wilkinson, 2015). En su hábitat natural se han registrado densidades de 0,027 y 0,036 tortugas/ha (Gatica y col., 2021), por lo que la densidad de animales mantenidos en un habitáculo debería acercarse lo más posible a dichos valores. A tener en cuenta, son los resultados obtenidos por Buteler y col. (2022) en su estudio de adecuación y uso del espacio por Tortuga Chaqueña en cautiverio, quienes registraron comportamientos agonistas, incluso con densidades menores a la sugeridas por Wilkinson (2015). Consecuentemente, se debe contemplar el mayor tamaño posible al albergar juntos a numerosos individuos adultos de diferentes características morfométricas, con el fin de disminuir la potencialidad de ocurrencia de interacciones agonistas. Asimismo, como en casos anteriores, se recomienda realizar un registro regular de comportamientos sociales, alimenticios, reproductivos, entre otros observados en condiciones semicontroladas o controladas, que permitan detectar cambios que revelen indicadores no deseados del estado de bienestar, como, por ejemplo, restricción o reducción en el acceso al alimento o alta frecuencia de comportamiento agonista, entre otros. El uso de refugios es útil en este sentido ya que permite a los animales esconderse y evitar comportamientos agonistas, aumentando el tamaño efectivo del habitáculo según lo descrito por Oonincx y van Leeuwen (2017) para reptiles. Para reptiles estos refugios deben ser preferentemente individuales, y estar distribuidos a lo largo del gradiente térmico (Miller, 2012). Johnson y col. (2001) describen un refugio para *Gopherus agassizii* adultos cuyas paredes se construyen con ladrillos, y los techos con madera u otro material resistente liso, cubierto de plástico para evitar que se moje. Dicho refugio luego se debe cubrir con un mínimo de 20 centímetros de tierra para mejorar la insulación (Johnson y col. 2001).

Al igual que sucede con las crías, el alimento se debe proporcionar en una superficie lisa, como platos de papel o bloques de concreto (utilizados en *Gopherus agassizii* por McGovern y col., 2020), para evitar que los animales ingieran el sustrato particulado (Miller, 2012). Richard, 1999 en Tortugas Chaqueñas en vida silvestre informó

que el período trófico o de alimentación casi diaria de la tortuga abarcaría desde agosto hasta abril del siguiente año. Estos antecedentes deberán tomarse en consideración para posibles cambios en el comportamiento de alimentación que puedan ocurrir en condiciones controladas o semicontroladas.

Las variables mencionadas deben ser necesariamente consideradas a la hora de diseñar un habitáculo para la Tortuga Chaqueña, asegurando el cumplimiento de los “Cinco Dominios” (Mellor y col., 2015; Mellor, 2017). Tomando el modelo de los “Cinco Dominios” como herramienta, podemos valorar la importancia de las características ambientales y de manejo que han sido mencionadas de acuerdo con su potencial impacto sobre el bienestar de estos animales (Mellor y col., 2015; Mellor, 2017). Una temperatura adecuada, por ejemplo, aportaría a las experiencias positivas relacionadas con el dominio “entorno” del bienestar animal, ofreciendo seguridad y comodidad a los animales (relacionado con el dominio “mental”), y tendría un efecto también en el dominio “conducta”, ya que estos animales regulan su temperatura corporal moviéndose a lugares con mayor o menor temperatura de acuerdo con necesidades comportamentales y fisiológicas que precisan cumplir y que pueden variar temporal y espacialmente dentro del habitáculo, así como también se ven afectadas por los atributos del individuo (sexo y edad, entre otros). De la misma manera, un tamaño apropiado (asociado al dominio “entorno”) promovería comportamientos positivos del dominio “conducta”, al permitirles a los animales desplazarse y explorar el habitáculo, y evitaría comportamientos negativos como las interacciones agonistas, que si bien su ocurrencia puede ser natural en la especie, los ambientes artificiales creados pueden incrementar la frecuencia e intensidad de los comportamientos agonistas que ocurren, generando consecuencias negativas sobre el bienestar. Consecuentemente, un tamaño no adecuado del habitáculo podría generar consecuencias en los 5 dominios considerados. Una adecuada intensidad de luz, relacionada con el dominio “entorno”, también podría aportar al dominio “salud física” ya que las tortugas precisan de la radiación solar para producir vitamina D (Tracchia, 2018). La disponibilidad de agua en todo momento aportaría al dominio “nutrición” y al “mental”, al disminuir los sentimientos negativos de sed. La buena ventilación y drenaje aportarían al dominio “entorno”. La presencia de refugios especie-específicos con su forma y tamaño adecuados, además de aportar al dominio “entorno”, promovería sentimientos de seguridad, del dominio “mental”.

*Evaluación de la adecuación funcional de los hábitáculos actuales y potenciales de ser utilizados para el resguardo de la Tortuga Chaqueña: Caso de estudio del Parque de la Biodiversidad*

En el Parque de la Biodiversidad de Córdoba, se analizaron seis hábitáculos posibles para la reubicación de los individuos de Tortuga Chaqueña alojados, resumiendo en la Tabla 5 el detalle de las variables estudiadas.

**Tabla 5** - Resumen de las variables estudiadas en 6 hábitáculos del Parque de la Biodiversidad de Córdoba en marzo-abril de 2021.

Sitio	Tamaño	Cobertura vegetal herbácea (%)	Cobertura arbórea (%)	Especies vegetales arbóreas	Porcentaje del hábitáculo con incidencia del sol	Densidad aparente del suelo (g/cm <sup>3</sup> )
1	200m <sup>2</sup>	100	1- 61,36	-	9:00: 10%	1,47±0,06
			2- 81,12		10:00: 20%	
			3- 46,80		11:00: 35%	
			4- 37,44		12:00: 40%	
					13:00: 45%	
					14:00: 30%	
	Promedio±DE : 56,68±9,52	15:00: 35%	16:00: 20%			
2	150m <sup>2</sup>	10	1- 22,88	- Algarrobo blanco ( <i>Prosopis alba</i> *) - Tala ( <i>Celtis ehrenbergiana</i> ) - Tumiñico ( <i>Lycium cestroides</i> )	9:00: 50%	1,51±0,06
			2- 39,52		10:00: 55%	
			3- 50,96		11:00: 65%	
			4- 49,92		12:00: 75%	
					13:00: 75%	
					14:00: 70%	
	Promedio±DE : 40,82±6,51	15:00: 70%	16:00: 50%			
3	280m <sup>2</sup>	85	1- 60,32	-	9:00: 0%	1,32±0,06
			2- 41,6		10:00: 35%	
			3- 0,00		11:00: 45%	
			4- 7,28		12:00: 65%	
					13:00: 85%	
					14:00: 90%	
	Promedio±DE : 27,30±14,26	15:00: 95%	16:00: 100%			
4	550m <sup>2</sup>	50	1- 99,84	- Algarrobo blanco ( <i>Prosopis alba</i> *) - Tala ( <i>Celtis ehrenbergiana</i> )	9:00: 5%	1,60±0,07
			2- 74,88		10:00: 15%	
			3- 54,08		11:00: 25%	
			4- 23,92		12:00: 30%	
					13:00: 35%	



			Promedio±DE : 63,18±16,09		14:00: 30% 15:00: 35% 16:00: 25%	
<b>5</b>	135m <sup>2</sup>	90	1- 75,92 2- 65,52 3- 73,84 4- 68,64 Promedio±DE : 70,98±2,38	- Chañar ( <i>Geoffroea decorticans</i> ) - Tala ( <i>Celtis ehrenbergiana</i> )	9:00: 7% 10:00: 25% 11:00: 35% 12:00: 30% 13:00: 20% 14:00: 15% 15:00: 12% 16:00: 15%	1,30±0,08
<b>6</b>	135m <sup>2</sup>	0	1- 87,36 2- 49,92 3- 66,56 4- 81,12 Promedio±DE : 71,24±8,34	- Chañar ( <i>Geoffroea decorticans</i> )	9:00: 10% 10:00: 30% 11:00: 30% 12:00: 25% 13:00: 20% 14:00: 20% 15:00: 25% 16:00: 15%	1,66±0,07

\*Ahora *Neltuma alba* (Hughes y col., 2022)

De las especies vegetales arbóreas identificadas en diferentes hábitculos analizados (Demaio y col., 2015), todas sirven como proveedoras de sombra, y algunas (como el Tala, *Celtis ehrenbergiana*) pueden ser aprovechadas como alimento (Varela y Bucher, 2002). Debido a que estos espacios no estaban adecuados específicamente para las tortugas, ninguno de ellos contaba con refugios apropiados para la especie, con la excepción de algunos arbustos.

En cuanto a la densidad aparente del suelo, se observaron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre algunos de los sitios. Específicamente, se obtuvieron menores valores de densidad aparente en los sitios **3** y **5** respecto de los sitios **4** y **6** (mediante análisis de la varianza no paramétrica de Kruskal Wallis).

## **Discusión**

Los resultados obtenidos en este estudio a partir del inventario y caracterización de individuos de Tortuga Chaqueña (*Chelonoidis chilensis*) en tres instituciones de la provincia de Córdoba permitieron cumplir con los objetivos planteados. Este trabajo ha permitido contribuir por primera vez con, **(1)** obtener parámetros indicadores del estado nutricional/de salud de Tortuga Chaqueña, a través del índice de condición corporal (Nagy y col., 2002; Loehr y col., 2007; Hofmeyr y col., 2017); **(2)** brindar una base de datos de aspectos morfométricos y nutricionales, así como herramientas para la identificación de los animales que pueden contribuir a la trazabilidad y manejo de los mismos, con aportes al bienestar individual y potencialmente a la conservación de la especie, y, por último, **(3)** realizar recomendaciones generales de utilidad para la construcción o modificación de instalaciones de habitáculos adecuados para el resguardo permanente o transitorio de la Tortuga Chaqueña en condiciones semicontroladas de los centros de recepción para asegurar un adecuado bienestar. El trabajo brinda, además, información actualizada para ser utilizada por las instituciones provinciales con incumbencia en el manejo de fauna silvestre (Ej. Secretaría de Ambiente de la Provincia de Córdoba).

El número de individuos de Tortuga Chaqueña relevados en tres instituciones es significativamente mayor que cualquier otro reptil autóctono o exótico alojado en estos y otros centros de la provincia (datos brindados por la Secretaría de Ambiente de Córdoba). Dado que estas tortugas provienen del tráfico ilegal de fauna y el mascotismo, el alto número relevado es coherente con lo previamente expuesto acerca de cómo estos son los reptiles vivos más comercializados en el país y confirman lo sugerido en los antecedentes que dieron origen a nuestro trabajo (López y col., 2010; Prado y col., 2012). Se conoce por estudios previos que la clase etaria más comercializada es la de cría/subadulto (Richard, 2010; Vallejo Claire, 2021), esto es conforme con dos decomisos de 72 crías que ingresaron durante nuestros primeros meses de trabajo a principios del año 2021 al Parque de la Biodiversidad. No obstante, el plantel permanente de las instituciones relevadas fue en su mayoría de individuos adultos (159 tortugas adultas en total). En estos casos, se desconocen datos previos de ingreso de tortugas en las instituciones analizadas, por lo que no podemos discriminar con certeza si el ingreso de crías en el año de estudio fue circunstancial. De acuerdo a lo informado por personal de los centros de rescate y por Secretaría de Ambiente de la Provincia de Córdoba, históricamente ha sido más frecuente el ingreso de individuos adultos, lo que sugeriría largos períodos de tenencia ilegal. La

aparición de dos grandes decomisos de crías/subadultos de esta especie, podría explicarse por un incremento en los sistemas de control de la Provincia de Córdoba en los últimos años debido al contexto legal particular de nuestra provincia (Ley Provincial 7343/85 - Decreto 1751/11) y la creación de entidades como la Policía y Patrulla Ambiental, comience a ser más frecuente el decomiso de crías por sobre los adultos, lo cual evitaría el período de mascotismo en hogares particulares posterior a la venta de estos animales. En un panorama alentador, el ingreso de crías podría permitir valorar la potencialidad de reintroducción de las mismas luego de un período de readaptación biológica y vigilancia sanitaria apropiada, ya que las crías tienen mayor plasticidad fenotípica y respuestas más rápidas a intervenciones de manejo (Daly, 2017; Daly y col., 2018, McGovern y col., 2020). Asimismo, quedan interrogantes sobre el destino de numerosos ejemplares que son mascotizados y de los cuales, al ser un hecho ilícito, no hay información disponible sobre su trazabilidad. En cuanto a la proporción de sexos, la mayor proporción de hembras (observado en todas las instituciones) se puede deber a que sean más fáciles de atrapar, o que simplemente sean más abundantes y puedan explicarse por aspectos de la reproducción en la naturaleza y la potencialidad de exponer más a la captura a las hembras que a los machos. No obstante, no existen datos actuales que permitan arrojar luz a este interrogante.

Los datos morfométricos promedio de los individuos adultos de Tortuga Chaqueña obtenidos en este estudio coinciden con lo expuesto en la bibliografía, en donde se indica que las hembras son más grandes que los machos (Cabrera, 2015). Si bien no todas las variables medidas fueron significativamente mayores en las hembras que en los machos, en general los individuos más grandes relevados fueron hembras (con excepción del LMP, los valores máximos de las variables restantes corresponden a individuos hembra). Se tiene que considerar la heterogeneidad del grupo bajo estudio, en cuanto a edad, desconocimiento del tiempo y formas de manejo de permanencia en las instituciones y lugares de procedencia como fuentes de variabilidad que no pueden ser descriptas con precisión debido a la carencia de información al respecto. Es importante destacar que, reconociendo que los individuos que ingresan a los centros de recepción de la provincia se transforman en patrimonio ecológico provincial de la ciudadanía, nuestro trabajo le brindará a la Secretaría de Ambiente una primera base de datos digitalizados, identificatorios y morfométricos de individuos de Tortuga Charqueña presentes en 3 centros de recepción de fauna, constituyendo un punto de partida para la institución cuya injerencia refiere al control y fiscalización de fauna silvestre en estos establecimientos.

Dentro de las características registradas en el estudio, el índice de condición corporal es una variable de utilidad para determinar los recursos energéticos disponibles, de manera no invasiva (Schulte-Hostedde y col., 2005), siendo un parámetro de manejo utilizado para otras especies de tortugas (ej. Nagy y col., 2002; Hofmeyr y col., 2017). Para la Tortuga Chaqueña, los datos aquí obtenidos son los primeros valores de referencia para la especie, ya que no existen en la bibliografía, y por ende no pudieron ser comparados con datos propios de la especie en otros trabajos. Sin embargo, servirán de referencia para estudios futuros y/o podrán ser tomados como punto de partida en estudios llevados a cabo en nuevos individuos que ingresen o bien en poblaciones silvestres. A futuro, sería importante poder establecer un valor óptimo de IC para la especie a fin de tener de referencia y así poder evaluar el estado nutricional de todos los ejemplares de Tortuga Chaqueña que se encuentran bajo cuidado humano y sugerir medidas de manejo correctivas en situaciones que lo requieran. Para esto, en el futuro sería conveniente calcular el IC de las tortugas en dos momentos del año (pre y post brumación), como puntos inflexión anual para la especie y establecer el mayor valor de IC obtenido como “óptimo” para ese individuo, obteniendo luego un promedio de los valores óptimos de la población que se esté estudiando, tomando como punto de partida la metodología utilizada por Nagy y col. 2002. Se sugiere en el Anexo II una planilla para el registro de las variables necesarias para el cálculo del IC en distintos momentos del año, con el fin de establecer un óptimo para la especie, en condiciones semicontroladas y bajo cuidado humano. Poder contribuir con esta información, constituye además una posible herramienta de control/monitoreo de cada institución y/o de las entidades de control y fiscalización como es la Secretaría de Ambiente de la Provincia, que se sumará a la base de datos digitalizada antes mencionada. Además, sería de interés realizar este procedimiento tanto en crías/subadultos como en adultos, dado que en este estudio los valores de IC de las crías resultaron significativamente menores que los de los adultos. Esto difiere de lo que se observó en otra especie de tortuga (*Gopherus agassizii*), en donde los valores de IC entre crías y adultos no fueron significativamente distintos (Nagy y col., 2002). Esta diferencia podría haberse dado, en la Tortuga Chaqueña, debido a que las crías habían ingresado a la institución recientemente, a diferencia de los individuos adultos que tenían un periodo previo, aunque desconocido con exactitud, dentro de las instituciones relevadas. Además, las tortugas analizadas por Nagy y col. (2002) eran animales silvestres, cuyas medidas fueron obtenidas por el método de captura y recaptura en distintos momentos del año y en

distintos sitios de su distribución natural. Por lo cual, las fuentes de variación que explicarían la condición de las Tortugas Chaqueñas evaluadas en el estudio, difieren ampliamente de las evaluadas por los autores.

Dentro de las afecciones sanitarias más frecuentes en tortugas se encontraron la enfermedad metabólica ósea (EMO), tanto para quelonios en general (Mautino y Page, 1993) como para Tortuga Chaqueña (Tracchia, 2018). De acuerdo con la bibliografía consultada (Mautino y Page, 1993; Tracchia, 2018), esta enfermedad estaría ocasionada en tortugas por un desbalance en la relación calcio-fósforo en la dieta de los animales (ya sea por deficiencia de calcio, por exceso de fósforo o por falta de vitamina D) que causa un crecimiento anormal del caparazón formando pirámides (Fig. 4), en donde los escudos dorsales crecen más rápido en expansión y en altura en relación a los escudos laterales o del puente del caparazón. Además, puede causar reblandecimiento del caparazón y plastrón, siendo estas deformaciones que pueden resultar irreversibles, y también cambios de coloración del caparazón y de la piel en Tortuga Chaqueña (Tracchia, 2018). Otras afecciones comunes en tortugas incluyen la blefaritis y blefaroconjuntivitis, que refieren a una hinchazón o edema del párpado, y cuyas causas comprenden traumatismos, infecciones bacterianas y deficiencia de vitamina A (Holt y col, 1979, Mautino y Page, 1993, Bayón y col, 1999). También son comunes en tortugas los traumatismos en el caparazón (Fig. 5), plastrón y extremidades (descrito en Tortuga Chaqueña por Tracchia, 2018), la presencia de ectoparásitos como garrapatas y el sobrecrecimiento de la ranfoteca y de las garras (Fig. 5) (Holt y col, 1979, Mautino y Page, 1993, Tracchia, 2018). Frecuentemente se encuentran también enfermedades del tracto respiratorio, que pueden ser evidenciadas por factores como secreciones nasales y oculares observadas en los individuos evaluados y respiración oral, entre otras (Mader, 1996, Tracchia, 2018). En cuanto al estado sanitario de las tortugas analizadas, se desconoce cuáles de las afecciones se desarrollaron dentro de la institución y cuáles podrían haber surgido previo al ingreso de los individuos, lo cual acentúa la importancia de llevar un registro individual al ingreso y un monitoreo posterior de los individuos para poder identificar el momento en el que surgen estos problemas, las potenciales causas y la definición de un tratamiento adecuado. En algunos de los casos de los mencionados, la causa de las afecciones se atribuirían a un déficit nutricional, que potencialmente con un cambio en el manejo de estos animales puede mejorar.

Por otro lado, el sistema de marcaje e identificación individual con fibras utilizado en el estudio, resultaron ser útiles en el periodo de observaciones realizado y, además, las marcas colocadas perduraron al menos dos meses sin tener que ser renovadas. El uso de estas marcas es de suma importancia para mejorar la trazabilidad de estos animales, ya que brinda la posibilidad de seguimiento e identificación individual, con reducida manipulación del animal. Si bien su implementación requiere que se capture nuevamente al individuo en más de una oportunidad a lo largo del año, resulta un método menos invasivo que otros métodos de marcaje recomendados en la bibliografía tales como la perforación o realización de muescas en las placas marginales del caparazón (Cagle, 1939). Incluso, para individuos con potencialidad de ser reintroducidos, esta modalidad de marcaje no generaría un impacto a largo plazo y/o irreversible de la marca utilizada.

Respecto al registro de variables de manera directa o mediante una aproximación fotográfica utilizando el programa ImageJ, se encontraron diferencias significativas entre los valores de las medidas morfométricas obtenidos con ambos métodos. Cabe destacar que esta diferencia obtenida pudo deberse a un error en la toma de las fotografías y no al uso del programa en sí mismo. La falta de tiempo que se suscitó en las campañas de campo y debido a las restricciones de movilidad, ocasionó que las jornadas de trabajo fueran muy extensas y generarán la falta de tiempo de horas luz para tomar las medidas de la gran cantidad de individuos presentes. Como se mencionó, no se contó con la oportunidad de regresar a la institución. Esto ocurrió en una de las instituciones que más animales resguardaba (PEU, n=98) y las variables LRC, LCC, A, H, LMP, LCP y AC no pudieron medirse. Por ende, no se pudo elaborar un protocolo adecuado para asegurar una estimación más acertada de las variables morfométricas. En la literatura existen ejemplos en donde el uso del programa ImageJ resulta beneficioso en otras tortugas (Moldowan y col. 2016; Stevens y col, 2018), aunque se utiliza siempre este método como complemento al registro directo con calibre. Consecuentemente, y en base a la experiencia desarrollada en nuestro estudio, la recomendación sería que, siempre que sea posible, los datos se tomen utilizando los elementos necesarios para el registro directo, en este caso calibre. Así mismo, en el caso de ser necesario, se elabore un protocolo más adecuado de toma de fotografías para poder luego ser analizadas con el programa ImageJ. No obstante, el uso del registro fotográfico en sí mismo, permite no solo una identificación del individuo, sino, además, identificar afecciones sanitarias y aspectos fenotípicos que pueden ser revisados en detalle y con posterioridad a la manipulación del animal y ello reduce el tiempo de

sujeción durante su captura, lo que reduciría el estrés al cual es sometido el individuo cuando está bajo cuidado humano.

En cuanto al caso de estudio de los potenciales habitáculos evaluados para Tortuga Chaqueña en el Parque de la Biodiversidad, todos cumplen con el tamaño mínimo sugerido por Wilkinson (2015) para tortugas en general. Sin embargo, y como se mencionó antes, debe contemplarse un área mayor, de manera tal que la densidad de animales se asemeje lo más posible a la observada en la naturaleza (Gatica y col., 2021), ya que incluso cumpliendo con estos lineamientos de tamaño se han observado comportamientos agonistas en individuos adultos de Tortuga Chaqueña (Buteler y col., 2022). Se recomienda, además, que los individuos adultos se resguarden en un habitáculo diferente al de las crías/subadultos, ya que no se ha encontrado en la bibliografía casos en los que se alojen juntos a los distintos grupos etarios y, por lo tanto, se desconoce si se pueden dar comportamientos no deseados como son las interacciones agonistas de los adultos hacia las crías, lo cual incluso puede tener un componente estacional asociado (ej época reproductiva vs no reproductiva). Si bien no existen en la bibliografía valores óptimos de las variables registradas para estos espacios, se sabe que todas son importantes para el bienestar de las tortugas y se deberían tener en cuenta al momento de elegir un habitáculo. En este caso, por ejemplo, se podrían recomendar los habitáculos 2, 4 y 5 sobre los demás ya que cuentan con vegetación (como es el Tala, *Celtis ehrenbergiana*) que la Tortuga Chaqueña puede aprovechar como alimento (Varela y Bucher, 2002) lo cual generaría beneficios desde el punto de vista nutricional y comportamental. Asimismo, se podría recomendar el habitáculo número 4 debido a que cuenta con el mayor tamaño de todos; no obstante, en este caso, tiene una de las menores incidencias de sol lo cual debería intentar resolverse previo al traslado de los animales a dicho habitáculo. Sería interesante realizar pruebas experimentales en donde se midan variables asociadas al bienestar de estos animales para establecer, por ejemplo, cuál es el mejor valor de cobertura arbórea, o incidencia del sol para esta especie, entre otras variables de interés que permitan mejorar las estrategias de su manejo en instituciones de resguardo. Debido a que ninguno de los espacios analizados estaba adecuado específicamente para la Tortuga Chaqueña, ninguno contaba, por ejemplo, con el tipo de refugio sugerido para especies afines como *Gopherus agassizii* (Johnson y col., 2001; McGovern y col., 2020). Razón por la cual, cualquier de los habitáculos analizados que se contemple para resguardar esta especie deberá sufrir

intervenciones para adecuar lo más posible el espacio a las necesidades de la Tortuga Chaqueña.

Este trabajo contribuyó a aportar información inédita sobre la Tortuga Chaqueña en la provincia de Córdoba, mediante la creación de una base de datos digitalizados con aspectos morfométricos, incluyendo el índice de condición corporal ( $1,10 \pm 0,21$  en adultos y  $0,87 \pm 0,07$  en crías/subadultos) que puede resultar útil a futuro para la estimación del estado nutricional y aspectos sanitarios (afecciones) de individuos de esta especie. Asimismo, se propusieron herramientas que pueden contribuir a la trazabilidad de estos animales dentro y entre instituciones de recepción y de fiscalización como la Secretaría de Ambiente. A la posibilidad del monitoreo continuo de los individuos bajo resguardo se contribuyó, mediante el uso de una técnica de marcaje poco invasiva y el registro de aspectos fenotípicos a través de fotografías. Se pudieron establecer también requerimientos mínimos necesarios para los hábitáculos y el manejo general para resguardar a esta especie en condiciones controladas o semicontroladas a través de una revisión bibliográfica, que las instituciones podrían implementar al momento de diseñar hábitáculos para la Tortuga Chaqueña.



## **Bibliografía**

- Baechli, J., Bellis L. M., García Capocasa M. C., y Busso, J. M. (2021). Activity budget of zoo-housed *Dolichotis patagonum* mates. *Journal of Zoo and Aquarium Research*, 9(1), 14–19.
- Bayón, A., Brotóns N. J., Albert, A., y Talavera, J. (1999). Clínica Veterinaria de Pequeños Animales (Avepa) 19(3), 227-242.
- Berry, K. H., y Christopher, M. M. (2001). Guidelines for the field evaluation of desert tortoise health and disease. *Journal of Wildlife Diseases*, 37(3), 427-450.
- Bertolero, A., Carretero, M., y Llorente, G. (2005). An assessment of the reliability of growth rings counts for age determination in the Hermann's Tortoise *Testudo hermanni*. *Amphibia-Reptilia*, 26(1), 17-23.
- Boletín Oficial de la Provincia de Córdoba. (2021). Resolución N° 103. Disponible en: [https://boletinoficial.cba.gov.ar/wp-content/4p96humuzp/2021/06/1\\_Secc\\_160621.pdf](https://boletinoficial.cba.gov.ar/wp-content/4p96humuzp/2021/06/1_Secc_160621.pdf) (10/10/2022).
- Buteler C, Prystupczuk L, Villarreal D, Lábaque, M. C., y Leynaud G. (2016). Evaluación de Comportamiento y uso del espacio de la Tortuga terrestre (*Chelonoidis chilensis*) como indicadores de adecuación a condiciones de cautiverio. I Congreso Argentino-Paraguayo de Herpetología. Septiembre 2016.
- Buteler, C., Labaque, M. C., y Leynaud, G. C. (2022). Thermal biology of zoo-housed *Chelonoidis Chilensis*: determining the activity pattern and estimating selected and critical maximum temperature. *Herpetological Conservation and Biology*, 17(1), 111-121.
- Cabrera, R. M. (1998). Las Tortugas Continentales de Sudamérica Austral. Talleres gráficos BR Copias. Córdoba, Argentina. ISBN 987-43-+0221-6. 108 pp.
- Cabrera, M. R. (2015). Reptiles del centro de Argentina. 1a edición, Córdoba: Editorial de la UNC. 298 pp.
- Cagle, F. R. (1939). A system for marking turtles for future identification. *Copeia* 1939, 170-173.
- Case, B. C., Lewbart, G. A., y Doerr, P. D. (2005). The physiological and behavioural impacts of and preference for an enriched environment in the eastern box turtle (*Terrapene carolina carolina*). *Applied Animal Behaviour Science* 92(4), 353–365.
- Chebez, J. (2009). Los que se van: Fauna Argentina amenazada. Argentina: Albatros

- Chiapero, F., Ferrari, H. R., Prieto, M. V., García Capocasa, M. C., y Busso, J. M. (2020). Multivariate analyses of the activity pattern and behavior of the lesser anteater on open and closed days at Córdoba Zoo, Argentina. *Journal of Applied Animal Welfare Science*, 24(1), 83-97.
- Chiapero, F., Ferrari, R. H., Guglielmetti, A., García Capocasa, M. C., y Busso, J. M. (2020). Visitors' perceptions of zoo-housed lesser anteater (*Tamandua tetradactyla*) welfare: Observation plays a larger role than a brief informative talk. *Zoo Biology*, 40(1), 33-43.
- Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres, apéndices. Disponible en <https://cites.org/esp/app/appendices.php> (11/02/2021).
- Daly, J. A. (2017). Indoor rearing as a component of head-starting the Mojave Desert Tortoise (*Gopherus agassizii*). M.Sc. Thesis, University of Georgia, Athens, Georgia, USA. 97 p.
- Daly, J. A., Buhlmann, K. A., Todd, B. D., Moore, C. T., Peadar, J. M., y Tuberville, T. D. (2018). Comparing growth and body condition of indoor-reared, outdoor-reared, and direct-released juvenile Mojave Desert Tortoises. *Herpetological Conservation and Biology*, 13, 622–633.
- Demaio, P., Karlin, U. O., y Medina, M. (2015). Árboles nativos de Argentina. Tomo 1: Centro y Cuyo. Ecoval, Córdoba, Argentina.
- Douglass, J. F., y Layne, J. N. (1978). Activity and thermoregulation of the gopher tortoise (*Gopherus polyphemus*) in southern Florida. *Herpetologica*, 34(4), 359-374.
- Eguizabal, G., Palme, R., Villarreal, D., Dal Borgo, C., Di Rienzo, J., y Busso, J. M. (2013). Assessment of adrenocortical activity and behavior of the collared anteater (*Tamandua tetradactyla*) in response to food-based environmental enrichment. *Zoo Biology*, 32, 632-640.
- Freiberg, M. A. (1974). The Argentine land tortoise, *Geochelone chilensis*, an endangered species. *Bulletin of the Maryland Herpetological Society*, 10 (2), 39-41.
- Gatica, A., Ochoa, A. C., y Pérez-Iglesias, J. M. (2021). Abundance and activity of *Chelonoidis chilensis* (Gray, 1870) in the Chaco-Monte ecotone of central Argentina region. *Herpetology Notes*, 14, 499-505.
- Gray, J. E. (1870). Notice of a new Chilean tortoise (*Testudo chilensis*). *Proceeding of the scientific meeting of the Zoological Society of London*, 3: 190-191.

- Hofmeyr, M. D., Henen, B. T., y Walton, S. (2017). Season, sex and age variation in the haematology and body condition of geometric tortoises *Psammobates geometricus*. *African Zoology*, 52(1), 21-30.
- Holt, P. E., Cooper, J. E., y Needham, J. R. (1979). Diseases of tortoises: a review of seventy cases. *Journal of Small Animal Practice*, 20(5), 269-286.
- Huey, R. B. (1982). Temperature, physiology, and the ecology of reptiles. 25–91 Gans, C., Pough, F.H., (Eds.), *Biology of the Reptilia*. Academic Press, London.
- Hughes, C. E., Ringelberg, J. J., Lewis, G. P., y Catalano, S. A. (2022). Disintegration of the genus *Prosopis* L.(Leguminosae, Caesalpinioideae, mimosoid clade). *PhytoKeys*, 205, 147-189.
- Jacobson, E. R., Wronski, T. J., Schumacher, J., Reggiardo, C., y Berry, K. H. (1994). Cutaneous dyskeratosis in free-ranging desert tortoises, *Gopherus agassizii*, in the Colorado Desert of southern California. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, 25(1), 68-81.
- Johnson, J. D., Averill-Murray, R. C., y Jarchow, J. L. (2001). Captive care of the desert tortoise, *Gopherus agassizii*. *Journal of Herpetological Medicine and Surgery*, 11(3), 8-15.
- Juri, G. L., Chiaraviglio, M., y Cardozo, G. (2018). Macroevolution of sexual size dimorphism and reproduction-related phenotypic traits in lizards of the Chaco Domain. *BMC evolutionary biology*, 18(1), 1-11.
- Lábaque, M. C., Martella, M. B., Maestri, D. M., Hoyos, L., y Navarro, J. L. (2010). Effect of age and body weight of Greater Rhea (*Rhea americana*) females on egg number, size and composition. *British poultry science*, 51(6), 838-846.
- Labaque, M.C., Kembro, J.M., Luna, A., y Marin, R.H. (2013). Effects of thymol feed supplementation on female Japanese quail (*Coturnix coturnix*) behavioral fear response. *Animal Feed Science and Technology*, 183, 67-72.
- Leche, A., Busso, J.M., Hansen, C., Navarro, J., Marín, R., y Martella, M.B. (2009). Physiological stress in captive Greater rheas (*Rhea americana*): highly sensitive plasma corticosterone response to an ACTH challenge. *General and Comparative Endocrinology* 162(2), 188-191.
- Loehr, V. J., Henen, B. T., y Hofmeyr, M. D. (2004). Reproduction of the smallest tortoise, the Namaqualand speckled padloper, *Homopus signatus signatus*. *Herpetologica*, 60(4), 444-454.

- Loehr, V. J. T., Hofmeyr, M. D., y Henen, B. T. (2007). Annual variation in the body condition of a small, arid-zone tortoise, *Homopus signatus signatus*. *Journal of Arid Environments*, 71(4), 337-349.
- López, A.P, Juliá, J. P., Quiroga, P. A., y Rodríguez, J. S. (2010). Análisis de la base de datos de ingresos de Reptiles a la Reserva Experimental Horco Molle, Universidad Nacional de Tucumán (Tucumán, Argentina). *Acta Zoológica Lilloana*, 54, 93–101.
- Mader, D. R. 1996. *Reptile medicine and surgery*. W. B. Saunders Co., Philadelphia, Pennsylvania, 512 pp.
- Mautino, M., y Page, C. D. (1993). Biology and medicine of turtles and tortoises. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 23(6), 1251-1270.
- McGovern, P. A., Buhlmann, K. A., Todd, B. D., Moore, C. T., Peadar, J. M., Hepinstall-Cymerman, J., ... y Tuberville, T. D. (2020). Comparing husbandry techniques for optimal head-starting of the Mojave desert tortoise (*Gopherus agassizii*). *Herpetological Conservation and Biology*, 15(3), 626-641.
- Mellor, D. J., Hunt, S., y Gusset, M. (eds) (2015) *Cuidando la fauna silvestre: La Estrategia Mundial de Zoológicos y Acuarios para el Bienestar Animal*. Gland: Oficina Ejecutiva de WAZA : 94 pp.
- Mellor, D. J. (2017). Operational details of the five domains model and its key applications to the assessment and management of animal welfare. *Animals*, 7(8), 60.
- Miller, E.A., editor. (2012). *Minimum Standards for Wildlife Rehabilitation*, 4th edition. National Wildlife Rehabilitators Association, St. Cloud, MN. 116 pages.
- Moldowan, P. D., Brooks, R. J., y Litzgus, J. D. (2016). Quantification of cranial and tomiodont dimorphism in Testudines using the Midland Painted Turtle, *Chrysemys picta marginata*. *Zoomorphology*, 135(4), 499-510.
- Nafus, M. G., Daly, J. A., Tuberville, T. D., Klimely, A. P., Buhlmann, K. A., y Todd, B. D. (2022). Habitat use by female desert tortoises suggests tradeoffs between resource use and risk avoidance. *PloS one*, 17(8), e0263743.
- Nagy, K. A., Henen, B. T., Vyas, B. D., y Wallis, I. R. (2002). A condition index for the Desert Tortoise (*Gopherus agassizii*). *Chelonian Conservation and Biology*, 4, 425–429.
- Oonincx, D., y Van Leeuwen, J. (2017). Evidence-Based Reptile Housing and Nutrition. *Veterinary Clinics Of North America: Exotic Animal Practice*, 20(3), 885–898.
- Prado, W. S., Waller, T., Albareda, D. A., Cabrera, M. R., Etchepare, E., Giraudo, A. R., Carman Gonzalez, V., Prosdocimi, L., y Richard, E. (2012). Categorización del estado

- de conservación de las tortugas de la República Argentina. Cuadernos de Herpetología, 26, 375-387.
- Prystupczuk, L., Leynaud, G. C., y Lábaque, M. C. (2019). Evaluating behavior and enclosure use of Zoo-housed broadsnouted Caiman (*Caiman latirostris*): A case study in the Zoo of Córdoba (Argentina). *Herpetological Conservation and Biology* 14(3), 601–614.
- Richard, E. (1999). Tortugas de las regiones áridas de Argentina. Contribución al conocimiento de las tortugas áridas de Argentina (Chelidae y Testudinidae) con especial referencia a los aspectos ecoetológicos, comerciales y antropológicos de las especies del complejo chilensis (*Chelonoidis chilensis* y *Ch. donosobarrosi*) en la provincia de Mendoza. LOLA (Literature of Latin America), Buenos Aires. 200p.
- Richard, E. (2000). Especies silvestres llevadas a cautiverio y colecciones privadas: Una introducción al problema. 260-268. Bertonatti C y J. Corcuera (Eds.) Situación Ambiental Argentina 2000. Fundación Vida Silvestre Argentina, Buenos Aires, Argentina.
- Richard, E., Contreras Zapata, D. I., y Richard Contreras, M. E. (2010). Aportes al conocimiento de las estructuras de tráfico de fauna silvestre de Argentina. I. Relevamiento preliminar de la información y estructura interna del mercado. *UNR Ambiental*, 9 (9), 197-214.
- Rojas, J., y Peña, S. (2012). Densidad Aparente: Comparación de métodos de determinación en Ensayo de rotaciones en siembra directa. Disponible en: [https://inta.gov.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-\\_densidad\\_aparente.pdf](https://inta.gov.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-_densidad_aparente.pdf) (21/04/21)
- Romito, M. L, Parachú Marcó, M. V., y Imhof, A. (2015). Growth and reproduction of *Chelonoidis chilensis* (Reptilia, Testudinidae) in captivity. *Scientia Interfluvius* 6 (1-2), 64-73.
- Rose, P. E., y Roffe, S. M. (2013). A Case Study of Malayan Tapir (*Tapirus indicus*) Husbandry Practice Across 10 Zoological Collections. *Zoo biology*, 32(3), 347-356.
- Rose, P., y Robert, R. (2013). Evaluating the activity patterns and enclosure usage of a little-studied zoo species, the sitatunga (*Tragelaphus spekii*). *Journal of Zoo and Aquarium Research*, 1(1), 14-19.
- Ruby, D. E., y Niblick, H. A. (1994). A behavioral inventory of the desert tortoise: development of an ethogram. *Herpetological Monographs*, 8, 88-102.

- Rueda-Almonacid, J. V., Carr, J. L., Mittermeier, R. A., Rodríguez-Mahecha, J. V., Mast, R. B., Vogt, R. C., ... y Mittermeier, C. G. (2007). Las tortugas y los cocodrilianos de los países andinos del trópico. Serie de guías tropicales de campo, 6, 538 pp.
- Ruete, A., Leynaud, G. C. (2015). Identification of limiting climatic and geographical variables for the distribution of the tortoise *Chelonoidis chilensis* (Testudinidae): a baseline for conservation actions. PeerJ, 1298.
- Sacchi, R., Scali, S., Mangiacotti, M., Sannolo, M., y Zuffi, M. A. (2016). Digital identification and analysis. Reptile Ecology and Conservation A Handbook of Techniques, 59-72.
- Schulte-Hostedde, A. I., Zinner, B., Millar, J. S., y Hickling, G. J. (2005). Restitution of mass-size residuals: validating body condition indices. Ecology, 86(1), 155-163.
- Shine, R. (2005). Life-history evolution in reptiles. Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics, 36, 23-46.
- Stanford, C. B., Iverson, J. B., Rhodin, A. G., Van Dijk, P. P., Mittermeier, R. A., Kuchling, G., ... y Buhlmann, K. A. (2020). Turtles and tortoises are in trouble. Current Biology, 30(12), R721-R735.
- Stevens, L. M., Blob, R. W., y Mayerl, C. J. (2018). Ontogeny, morphology and performance: changes in swimming stability and turning performance in the freshwater pleurodire turtle, *Emydura subglobosa*. Biological Journal of the Linnean Society, 125(4), 718-729.
- Strickler, G. S. (1959). Use of the densiometer to estimate density of forest canopy on permanent sample plots. PNW Old Series Research Notes, 180, 1-5.
- Tortoise & Freshwater Turtle Specialist Group. (1996). *Chelonoidis chilensis*. The IUCN Red List of Threatened Species 1996: e.T9007A12949680. Disponible en: <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.1996.RLTS.T9007A12949680.en>. (09/02/2021).
- Tracchia, A. C. (2018). Medicina en quelonios y otros reptiles. 1a ed ampliada. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Universidad Maimónides; Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Ediciones Fundación Azara.
- UICN (2002). Guías de la UICN para la disposición de animales confiscados. Disponible en <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2002-004-Es.pdf> (30/04/21).

- Vallejo Claire, P. G. (2021). Diagnóstico de uso y vías de comercialización de la tortuga terrestre (*Chelonoidis chilensis*) como línea base para la implementación de acciones de conservación en el centro de Argentina. Maestría. Universidad Nacional de Córdoba.
- Varela, O. R., y Bucher, E. H. (2002). Seed Dispersal by *Chelonoidis chilensis* in the Chaco Dry Woodland of Argentina. *Journal of Herpetology*, 36(1), 137-140.
- Villaseñor Ortiz, D. (2016). Fundamentos y procedimientos para análisis físicos y morfológicos del suelo. Ecuador, Machala: Universidad Técnica de Machala.
- Wilkinson, S. L. (2015). Reptile Wellness Management. *Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice*, 18, 281-304.
- Zacarías, G. G., Díaz Gómez, J. M., y De La Fuente, M. S. (2016). Biología, Ecología, Paleontología y Filogenia de nuestra tortuga Chaqueña (*Chelonoidis chilensis*). *Temas de Biología y Geología del NOA*, 6(1), 8-21.

## **ANEXO I**

**Tabla 6** - Resumen de medidas morfométricas promedio de individuos\* de Tortuga Chaqueña (*Chelonoidis chilensis*) adultos alojados en el Parque de la Biodiversidad, tomadas entre marzo y abril de 2021.

<b>Variable</b>	<b>n</b>	<b>Media</b>	<b>D.E</b>	<b>Min</b>	<b>Max</b>
Largo curvo caparazón (cm)	23	23,08	4,21	14,50	32,60
Largo recto caparazón (cm)	6	14,57	2,25	11,90	17,30
Ancho caparazón (cm)	15	13,00	1,29	10,50	14,70
Alto máx. caparazón (cm)	0	-	-	-	-
Longitud máx. plastrón (cm)	4	13,78	2,13	12,10	16,70
Longitud central plastrón (cm)	8	13,61	1,87	11,00	16,40
Ancho cabeza (cm)	22	3,20	0,56	2,20	4,50
Peso (g)	24	1485,00	852,14	340,00	4150,00
Índice de condición corporal (g/cm <sup>3</sup> )	0	-	-	-	-

\*Los valores registrados se obtuvieron de hembras (n=12) y machos (n=11) adultos.

**Tabla 7** - Resumen de medidas morfométricas promedio de individuos\* de Tortuga Chaqueña (*Chelonoidis chilensis*) adultos alojados en el Parque Fitozoológico Tatú Carreta, tomadas entre marzo y octubre de 2021.

<b>Variable</b>	<b>n</b>	<b>Media</b>	<b>D.E</b>	<b>Min</b>	<b>Max</b>
Largo curvo caparazón (cm)	12	25,73	4,10	17,90	32,00
Largo recto caparazón (cm)	36	19,29	3,05	13,20	27,40
Ancho caparazón (cm)	36	14,88	2,32	10,90	21,20
Alto máx. caparazón (cm)	36	9,38	1,23	7,50	12,40
Longitud máx. plastrón (cm)	36	18,26	2,61	13,80	25,00
Longitud central plastrón (cm)	36	16,57	2,45	12,50	22,50
Ancho cabeza (cm)	35	3,16	0,37	2,50	4,20
Peso (g)	36	1673,06	795,86	660,00	4200,00
Índice de condición corporal (g/cm <sup>3</sup> )	36	1,14	0,26	0,86	2,50

\*Los valores registrados se obtuvieron de hembras (n=27) y machos (n=9) adultos.



**Tabla 8** - Resumen de medidas morfométricas promedio de individuos\* de Tortuga Chaqueña (*Chelonoidis chilensis*) adultos alojados en el Parque Ecológico Urbano, tomadas en abril de 2021.

<b>Variable</b>	<b>n</b>	<b>Media</b>	<b>D.E</b>	<b>Min</b>	<b>Max</b>
Número de hembras	63	-	-	-	-
Número de machos	34	-	-	-	-
Largo curvo caparazón (cm)	39	23,65	4,07	17,70	33,10
Largo recto caparazón (cm)	39	18,44	3,23	13,80	26,70
Ancho caparazón (cm)	39	14,53	2,40	10,10	20,30
Alto máx. caparazón (cm)	39	9,10	1,37	6,90	11,50
Longitud máx. plastrón (cm)	39	18,13	3,66	13,10	28,00
Longitud central plastrón (cm)	38	15,97	2,96	11,60	23,10
Ancho cabeza (cm)	38	3,26	0,52	2,40	4,90
Peso (g)	98	1465,71	614,45	540,00	3400,00
Índice de condición corporal (g/cm <sup>3</sup> )	39	1,08	0,15	0,87	1,73

\*Los valores registrados se obtuvieron de hembras (n=63) y machos (n=34) adultos.

## ANEXO II

### **Planilla para el monitoreo de individuos de Tortuga Chaqueña (*Chelonoidis chilensis*) a instituciones de resguardo de fauna**

#### Información general

Fecha del registro: \_\_\_\_\_

Institución: \_\_\_\_\_

Localidad: \_\_\_\_\_

Número de identificación o rasgos distintivos (marcar en el diagrama): \_\_\_\_\_

#### Datos generales

Clase etaria:  Cría/Subadulto  Adulto

Sexo:  H  M  Indefinido

#### Medidas morfométricas

Largo recto del caparazón (cm): \_\_\_\_\_

Ancho del caparazón (cm): \_\_\_\_\_

Altura máxima del caparazón (cm): \_\_\_\_\_

Peso (g): \_\_\_\_\_

#### Cálculos

$$VC (cm^3) = \frac{\pi \times LRC(mm) \times A(mm) \times H(mm)}{6000}$$

VC: volumen del caparazón (cm<sup>3</sup>), LRC: largo recto del caparazón (mm), A: ancho del caparazón (mm), H: altura máxima del caparazón (mm).

Volumen del caparazón (cm<sup>3</sup>): \_\_\_\_\_

$$IC(g/cm^3) = \frac{peso}{VC}$$

IC: índice de condición corporal (g/cm<sup>3</sup>), peso (g), VC: volumen del caparazón (cm<sup>3</sup>)

Índice de condición corporal (g/cm<sup>3</sup>): \_\_\_\_\_

