



**Universidad de Buenos Aires
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales
Maestría en Conservación de la Biodiversidad**

**Efecto de la herbivoría por *Axis axis* sobre
plántulas de *Butia yatay* en el Parque
Nacional El Palmar**

**Tesis presentada para optar al título de Magister de la
Universidad de Buenos Aires en Conservación de la
Biodiversidad**

María Eugenia Martin

Director de tesis: Fernando Biganzoli
Lugar de trabajo: Departamento de Métodos Cuantitativos y
Sistemas de Información, Facultad de Agronomía, UBA.

Buenos Aires, 19 de marzo de 2024

AGRADECIMIENTOS

A mi familia y amigas por apoyarme y acompañarme en cada una de las instancias de la maestría, y por escucharme hablar horas y horas del Parque Nacional El Palmar.

A mi gran amiga Melina Faingerch por las largas charlas, apoyo y correcciones constantes en el trabajo, pero sobre todo por su cálida amistad.

A Aristobulo Maranta, Guillermo Treboux y todo el equipo del Parque Nacional El Palmar por acompañarnos durante los 18 meses y brindarnos un espacio en cada uno de los viajes realizados.

A los ayudantes Lucía Mochi, Lucía Robledo, Julián Arrighetti, Natalia Gómez Arenas, Marcos Romero, Tomás Barea Johann y Dante Borzone por brindar su tiempo y compromiso en las tareas a campo.

A William Batista por su apoyo y revisión de este proyecto.

A Fernando Biganzoli principalmente por confiar en mí. Por el acompañamiento, la paciencia y las enseñanzas en cada una de las etapas de esta tesis. Gracias por compartir los largos y arduos viajes hacia el parque, pero sobre todo por su dedicación y compromiso siempre de manera afectuosa y comprometida.

ÍNDICE

1. Resumen	7
2. Abstract	9
3. Introducción	11
3.1 Áreas protegidas	11
3.2 Argentina	13
3.3 Parque Nacional El Palmar	14
3.4 <i>Butia yatay</i>	15
3.5 Métodos de control de especies exóticas	17
4. Objetivos e hipótesis de trabajo	22
5. Metodología	22
5.1 Cámaras trampa	23
5.2 Experimento manipulativo	25
6. Resultados	26
6.1 Cámaras trampa	26
6.2 Experimento manipulativo	31
7. Discusión	34
8. Bibliografía	37

1. Resumen

El Parque Nacional El Palmar protege la mayor población remanente de la palmera *Butia yatay*. Entre las amenazas actuales para esta población, aparecen los animales exóticos invasores como el jabalí (*Sus scrofa*) y el ciervo axis (*Axis axis*) que consumen los frutos y las plántulas de las palmeras. Desde 1983 se intentaron diferentes métodos de control hasta llegar al actual “Plan de control de mamíferos exóticos invasores en el Parque Nacional El Palmar” que redujo sustancialmente la densidad de jabalíes. Sin embargo, la población de ciervos axis no disminuyó y podría potenciarse su efecto sobre las plántulas de *B. yatay*. El objetivo de este trabajo fue evaluar los efectos de la herbivoría por ciervo axis y otros herbívoros sobre la supervivencia, crecimiento y desarrollo de las plántulas de *B. yatay* en el Parque Nacional El Palmar. Para ello realizamos dos estudios, uno observacional para cuantificar la densidad de herbívoros en las cercanías de plántulas, y otro experimental para cuantificar el efecto de los herbívoros. Para el primer estudio, instalamos 4 cámaras trampa durante 81 días consecutivos en sitios cercanos a las plántulas utilizadas en el siguiente estudio. Encontramos que el ciervo axis fue el mamífero herbívoro con mayor tamaño, con mayor cantidad de individuos en el mismo momento, mayor tiempo de permanencia en el sitio y además mostró que la mayoría del tiempo estuvo pastoreando, lo que sugiere que constituye una presencia importante en el sitio de estudio. El segundo herbívoro en abundancia fue el carpincho, hecho llamativo dada la distancia al curso de agua más cercano. Para el experimento, seleccionamos plántulas de palmera en el estadio de hoja simple y protegimos una fracción de ellas con jaulas que permiten el acceso a herbívoros pequeños (mulitas, ratones y herbívoros no mamíferos) pero excluyen a los herbívoros grandes y medianos. Durante 18 meses registramos trimestralmente la supervivencia, cantidad y longitud de hojas, signos de herbivoría o daño apical y estadio de desarrollo de las plántulas. No encontramos diferencias significativas entre tratamientos en el número de hojas producidas ni en la tasa de desarrollo de las plántulas al estado de hojas divididas. En todo el experimento sólo murió una plántula de *B. yatay*, por lo que no se pudo evaluar el efecto de la herbivoría sobre la supervivencia en el corto plazo. Sin embargo, la diferencia de longitud de las hojas (tejido fotosintético) y la proporción de hojas dañadas entre las plántulas protegidas y las expuestas, sugiere que la herbivoría podría comprometer la supervivencia de las plántulas y, en consecuencia, la regeneración de las palmeras a largo plazo. Dado que el ciervo axis fue el herbívoro más abundante, su impacto se debería sumar al del resto de los herbívoros nativos, por lo que aún si

consumiera menos que un herbívoro nativo, su efecto puede ser determinante para definir el destino de los individuos en los primeros estadios de desarrollo de la palmera *Butia yatay*. Además, la gran abundancia de carpinchos en este palmar, resalta la necesidad de estudiar el efecto de esta especie nativa que aumentó notablemente su número y extensión en los últimos años.

Palabras clave: *Butia yatay* - *Axis axis* - Conservación - Parque Nacional El Palmar.

2. Abstract

Effect of herbivory by *Axis axis* on *Butia yatay* seedlings in El Palmar National Park.

El Palmar National Park protects the largest remaining population of the *Butia yatay* palm. Current threats to this population include invasive exotic animals such as the wild boar (*Sus scrofa*) and the axis deer (*Axis axis*) that consume the fruits and seedlings of the palm trees. Since 1983, different control methods have been tried until the current 'Plan de control de mamíferos exóticos invasivos en el Parque Nacional El Palmar', which substantially reduced the density of wild boar. However, the axis deer population did not decrease and their effect on *B. yatay* seedlings could be enhanced. The aim of this study was to evaluate the effects of herbivory by axis deer and other herbivores on the survival, growth and development of *B. yatay* seedlings in El Palmar National Park. We conducted two studies, an observational study to quantify the density of herbivores in the vicinity of seedlings, and an experimental study to quantify the effect of herbivory. For the first study, we installed 4 camera traps for 81 consecutive days in sites close to the seedlings used in the following study. We found that axis deer were the largest herbivorous mammal, with the largest number of individuals at the same time, the longest time spent at the site and also showed that most of the time they were grazing, suggesting that they are an important presence at the study site. The second most abundant herbivore was the capybara, a striking fact given the distance to the nearest watercourse. For the experiment, we selected palm seedlings at the single-leaf stage and protected a fraction of them with cages that allow access to small herbivores (mulitas, mice and non-mammalian herbivores) but exclude large and medium-sized herbivores. During 18 months we recorded quarterly survival, number and length of leaves, signs of herbivory or apical damage and developmental stage of seedlings. We found no significant differences between treatments in the number of leaves produced or in the rate of seedling development to the split-leaf stage. Only one *B. yatay* seedling died in the whole experiment, so the effect of herbivory on short-term survival could not be assessed. However, the difference in leaf length (photosynthetic tissue) and the proportion of damaged leaves between protected and exposed seedlings suggests that herbivory could compromise seedling survival and, consequently, palm regeneration in the long term. Given that the axis deer was the most abundant herbivore, its impact should be added to that of the rest of the native herbivores, so that even if it consumed less than a native herbivore, its effect may be decisive in defining the fate of individuals in the early stages of development of the *Butia yatay* palm. Furthermore, the great abundance of capybaras in this palm grove highlights the need to study the effect of this native species, which has increased

notably in number and extension in recent years.

Key words: *Butia yatay* - *Axis axis* - Conservation - El Palmar National Park.

3. Introducción

3.1 Áreas protegidas

Un área protegida es un “área geográficamente definida que ha sido designada o regulada y es administrada a fin de alcanzar objetivos específicos de conservación” (CDB 1992, Ley N° 24.375, 1994). Las áreas protegidas proporcionan servicios ecosistémicos esenciales y constituyen un instrumento fundamental para preservar la diversidad biológica (APN 2007). Estas áreas se rigen por un plan de gestión donde se establecen los objetivos de conservación, las estrategias a aplicar y las investigaciones requeridas (APN 2022). Las áreas protegidas surgen de una compleja interacción de motivaciones vinculadas con los beneficios sociales percibidos, como la preservación temprana de características icónicas del paisaje o sobre la importancia de conservar la naturaleza y la biodiversidad (Baldi 2020). Las áreas protegidas pueden ser utilizadas como sistemas de referencia para obtener información acerca del manejo de diferentes recursos, debido a la posibilidad de comparar las tendencias entre los ecosistemas dentro de las áreas protegidas y sus entornos inmediatos sometidos a distintos usos (Roldán *et al.* 2010, Altesor *et al.* 2011).

La gestión de las áreas protegidas ha evolucionado debido a los cambios en los paradigmas de la conservación que sirvieron de base para la creación de las diferentes áreas naturales protegidas que actualmente conocemos (Caruso 2015). Se puede señalar una serie de posturas que acontecieron a lo largo del tiempo, que establecen las diferentes bases teóricas de la conservación de la naturaleza, las cuales afectaron a la creación y manejo de las áreas protegidas en el mundo y en la Argentina en particular (Migale 2011). Los primeros acercamientos hacia la creación de áreas protegidas surgen en 1903 luego de la donación de 7500 hectáreas de tierra de Francisco P. Moreno al Estado Nacional. En 1922 se estableció el primer parque nacional, denominado Parque Nacional del Sud, futuro Parque Nacional Nahuel Huapi (Morea 2014). Desde ese entonces las áreas protegidas han pasado por diferentes posturas de manejo, las que son resumidas a continuación.

- *Enfoque preservacionista*. Desde 1934 a 1944 se asociaba a la conservación de lugares sin o con mínima intervención humana, donde la idea principal era conservar la belleza escénica en áreas de bajo interés económico. Esta corriente aplicó el criterio museístico —de observación y no intervención— y las zonas montañosas o los paisajes monumentales son ejemplos característicos de ella. Una crítica a este enfoque fue que las regiones costeras y de humedales no eran

consideradas por no poseer espacios de belleza deslumbrantes (Caruso 2015). Algunos de los parques que se crearon bajo este enfoque son el Parque Nacional Nahuel Huapi y el Parque Nacional Iguazú en 1934.

- *Enfoque del equilibrio*. Además de modificarse los objetivos de conservación de las áreas protegidas a lo largo de los años, también se modificaron las estrategias de manejo de las mismas (Van Dyke 2008). Caruso (2015) considera esta postura como surgida entre los años 20 y 30 del siglo XX y predominante hasta la década del 70. Se origina del auge de las ciencias ecológicas y convivió con el “*Enfoque Preservacionista*” ya mencionado. Los objetivos de las áreas protegidas se ampliaron para incluir, además de su belleza escénica, la conservación de la biodiversidad del territorio representado. Este enfoque se centraba principalmente en la noción de equilibrio ecológico y partía de la premisa de que los sistemas ecológicos poseen un punto estable y que además se autorregulan funcional y estructuralmente. La planificación y estrategia adoptada para la gestión de áreas protegidas se basaba en la protección y vigilancia de las mismas, es decir, un manejo no intervencionista, donde la naturaleza es concebida como un sistema cerrado y en equilibrio, donde las perturbaciones y el cambio constituyen eventos excepcionales (Meffe y Carrol 1997). En este enfoque se comienza a considerar a los humedales y los ambientes costeros como áreas a ser protegidas. A su vez, se implementan políticas de índole ambiental y de ordenamiento territorial (Acerbi y Bachmann 1999).

- *Enfoque Desarrollista*. Como consecuencia del manejo no intervencionista, las áreas protegidas comenzaron a desarrollarse como islas de biodiversidad desconectadas de la actividad humana (Sepúlveda *et al.* 1997, Bilenca y Miñarro 2004, Baldi 2020) lo que compromete la conectividad de los ecosistemas a conservar (Rudnik *et al.* 2012). Esto, frecuentemente, puso a las áreas protegidas en alto riesgo de invasión por especies no nativas y a regímenes de disturbios alterados en relación con los naturales (Ladle y Whittaker 2011) debido a que la variación de los flujos de energía y materia necesitaría ser compensada con la intervención activa en los ecosistemas (Clewel y Aronson 2013). El manejo conservacionista basado en la no intervención llevó a cuestionar la aplicación de la teoría del “*Equilibrio Ecológico*” mencionada anteriormente. En este escenario surge este nuevo paradigma que se diferencia del no intervencionista dado que requiere investigaciones in situ que permitan entender los detalles particulares de la estructura y la dinámica de los ecosistemas incluidos en las áreas protegidas. Estas investigaciones contribuyen a la definición de los objetivos de conservación y al diseño de intervenciones eficaces. En este paradigma la gestión debe estar basada

no solo en principios ecológicos generales, sino también en las características particulares de los ecosistemas en estudio (Van Dyke 2008, Dudley *et al.* 2018). La conservación intervencionista articula, para el manejo de las áreas protegidas, acciones orientadas a la restauración y a la conservación, es decir, impulsa un plan de manejo intervencionista completo y complementario frente a la problemática de la degradación y pérdida de ecosistemas (Young 2000, Greipsson 2011). A su vez, permite el abordaje de la conservación de los recursos naturales permitiendo la satisfacción de necesidades y de bienestar tanto de las sociedades actuales como de las futuras (Caruso 2015).

- *Enfoque del desequilibrio o No equilibrio.* Según este enfoque, los sistemas ecológicos se encuentran en equilibrio sólo en situaciones excepcionales, debido a que materia y energía están en intercambio con el entorno. Este enfoque plantea que las áreas protegidas no serán unidades efectivas de conservación si únicamente se centra la atención en interrumpir las intervenciones antrópicas (Meffe y Carrol 1997). De este enfoque se destacan las premisas que establecen que: *“una reserva no podrá ser conservada sin considerar sus alrededores, la conservación de estas unidades no se mantendrá por sí sola; y que las áreas protegidas tendrán que afrontar disturbios naturales y sociales mediante los que cambiará su estado inicial”* (Caruso 2015). El cambio de paradigma y la resignificación de la preservación de las áreas protegidas conduce primordialmente a la necesidad de conservar, al menos, una porción significativa de todos los ambientes presentes en el territorio nacional y donde no solo se protegen especies, sino que también se preserva el funcionamiento integral de los ecosistemas incluidos (Acerbi y Bachmann 1999). Por último, cabe destacar que según Sepúlveda (1997), para que las reservas naturales funcionen como un sistema de alerta frente a posibles amenazas lo que debe protegerse no es la «fotografía» de las especies y ecosistemas —como postula el paradigma del equilibrio— sino el complejo proceso de interacciones entre los organismos y su ambiente, a partir del cual se desarrolla la capacidad de adaptación evolutiva. No alcanza únicamente con colocar un candado en las áreas silvestres protegidas y dejar que la naturaleza simplemente siga su curso.

3.2 Argentina

El organismo público de jurisdicción nacional que tiene encomendada la tarea del manejo y la conservación de las áreas naturales protegidas y su biodiversidad en la República Argentina es la Administración de Parques Nacionales, que fue creada en 1934 por Ley N° 12103 bajo el nombre de "Dirección de Parques Nacionales" y depende del gobierno nacional. En 1980 a partir de la Ley

N° 22351 se establecieron las actuales categorías de manejo y de conservación de las áreas protegidas (Parque Nacional, Monumento Natural y Reserva Natural) con que cuenta la Administración de Parques Nacionales para alcanzar los objetivos de conservación (Caruso 2015). Dicha ley en su artículo 4° establece que *“Serán Parques Nacionales las áreas a conservar en su estado natural, que sean representativas de una región fitozoogeográfica y tengan gran atractivo en bellezas escénicas o interés científico, las que serán mantenidas sin otras alteraciones que las necesarias para asegurar su control, la atención del visitante y aquellas que correspondan a medidas de Defensa Nacional adoptadas para satisfacer necesidades de Seguridad Nacional. En ellos está prohibida toda explotación económica con excepción de la vinculada al turismo, que se ejercerá con sujeción a las reglamentaciones que dicte la Autoridad de Aplicación”*. Actualmente en la Argentina existen áreas protegidas (nacionales y provinciales) y privadas donde predomina el enfoque del desequilibrio o no equilibrio mencionado anteriormente (Caruso 2015). Según el Sistema Federal de Áreas Protegidas (SiFAP, 2024) actualmente en Argentina hay registradas 576 áreas protegidas (72 costero-marinas) que representan el 16,61% del territorio nacional continental.

3.3 Parque Nacional El Palmar

El Parque Nacional El Palmar, ubicado en la provincia de Entre Ríos, Argentina, fue creado en 1965 a partir de la Ley Nacional N° 16802. El propósito de su creación fue preservar los palmares de *Butia yatay* del Palmar Grande de Colón, donde actualmente se encuentra y se protege uno de los mayores relictos de este ecosistema en Argentina (APN 2007).

El área del actual parque nacional tuvo diferentes usos a lo largo de los años que comprometieron la conservación de la emblemática palmera *B. yatay*. Alrededor de 1780 el área pertenecía a un particular que utilizaba las tierras para explotación de conchilla fósil. Se describía a la vegetación como un palmar adulto denso con un estrato herbáceo corto y verde, sin malezas, poblado por ñandúes, venados y muchas aves (Beaumont 1828). Luego en 1860 las tierras pertenecían a Justo José de Urquiza, quien dedicó su uso principalmente a la ganadería; las descripciones de los palmares de esa época coinciden con las mencionadas 30 años antes (Fernandez 1980). Posteriormente, según Baéz (1933) las descripciones de la vegetación indicaban que las palmeras adultas tenían una altura uniforme y elevada (Báez 1933, 1937). A mediados del siglo pasado, Martínez-Crovetto y Piccinini (1950) observaron que los individuos en estadio juvenil eran escasos y estaban principalmente restringidos a sectores sin ganado. Entre 1954 y 1965 los terrenos

fueron utilizados, además, por una empresa privada para la explotación de canto rodado. Esta actividad requirió la extracción de grupos de palmeras adultas de *B. yatay* de los sitios donde se realizaba la explotación. A lo largo de los años no solo fue modificada el área actual del parque sino también el área que lo rodea por la instalación de extensas plantaciones forestales que limitan su conectividad con otros palmares remanentes (Llanos y Crespo 1952, Cichero 1994, APN 2015). Finalmente, en 1965, mientras los palmares disminuían su área de ocupación a nivel regional (Dimitri y Rial 1955, Carnevalli 1994), se creó el Parque Nacional El Palmar y a partir de 1970 la posesión real de las tierras rige por parte de la Administración de Parques Nacionales. Desde ese momento las actividades permitidas dentro del área fueron limitadas con el propósito de conservar y promover las poblaciones de *B. yatay* (APN 1994), lo que derivó en un cambio radical en el uso de la tierra, se excluyó el ganado doméstico, se prohibió la caza y se implementaron medidas para controlar los incendios de vegetación. El control de incendios fue motivado por la noción de que estos disturbios afectaban a las poblaciones de palmeras. Sin embargo, el manejo implementado tuvo resultados inesperados como la invasión de numerosas especies de árboles y mamíferos exóticos, la expansión de poblaciones arbóreas hacia ambientes donde estaban ausentes, el aumento de la abundancia de arbustos nativos (Goveto 1994, Menvielle 1994, Biganzoli 2011, Rolhauser y Batista 2014) y el incremento de mamíferos exóticos que representan un riesgo para las especies autóctonas (Roldán *et al.* 2010). Estos cambios modificaron la estructura de la sabana y probablemente comprometieron su funcionamiento (Goveto 2005, Pignataro 2010, Batista *et al.* 2014). Además, luego de las medidas tomadas, el esperado aumento de la regeneración de las palmeras (ver Martínez-Crovetto y Piccinini 1950) no se hizo evidente (Lunazzi 2009, Rolhauser *et al.* 2011).

A pesar de ser un área protegida y un Sitio Ramsar existen diferentes amenazas que generan interrogantes sobre la continuidad de las poblaciones de *B. yatay* del parque a largo plazo. Por un lado, se presentan poblaciones con dominancia de individuos adultos longevos y escasez de palmeras juveniles (Batista *et al.* 2014); es decir, escasa presencia de individuos en estadios intermedios. Por otro lado, según Lunazzi (2009) se observan invasiones de animales exóticos tales como el jabalí (*Sus scrofa*) y el ciervo axis (*Axis axis*) que consumen los frutos y plántulas de las palmeras. Ambos problemas pueden comprometer la viabilidad de las poblaciones de esta especie.

3.4 *Butia yatay*

Es una palmera de crecimiento lento y porte alto, cuyos adultos tienen un estípite leñoso que pueden medir entre 7 y 18 m de altura (Cabral y Castro, 2007). Las hojas, pinnadas, miden hasta 2,5 m de longitud. Esta especie es monoica, de reproducción exclusivamente sexual, y sus frutos son drupas carnosas con abundante pulpa comestible (Dimitri y Rial, 1955). La dispersión primaria es barócora y la dispersión secundaria es zoócora (Rodríguez-Mazzini y Molina Espinosa, 2000).

El ciclo de vida de *B. yatay* comprende cinco estadios de desarrollo ontogénico (Fig. 1): semilla (fase embrionaria), plántulas con hoja graminoide/simple/hoja lineal y ojal (fase de germinación), plántulas con hojas dividida (fase de establecimiento), palmeras juveniles o adultos inmaduros (fase de crecimiento en altura) y palmeras adultas (fase reproductiva) (Lunazzi 2009). Los principales rasgos morfológicos que distinguen cada estadio son cambios en la forma de las hojas, en el diámetro y altura del tallo y en la producción de ejes florales (Tomlinson 1990).

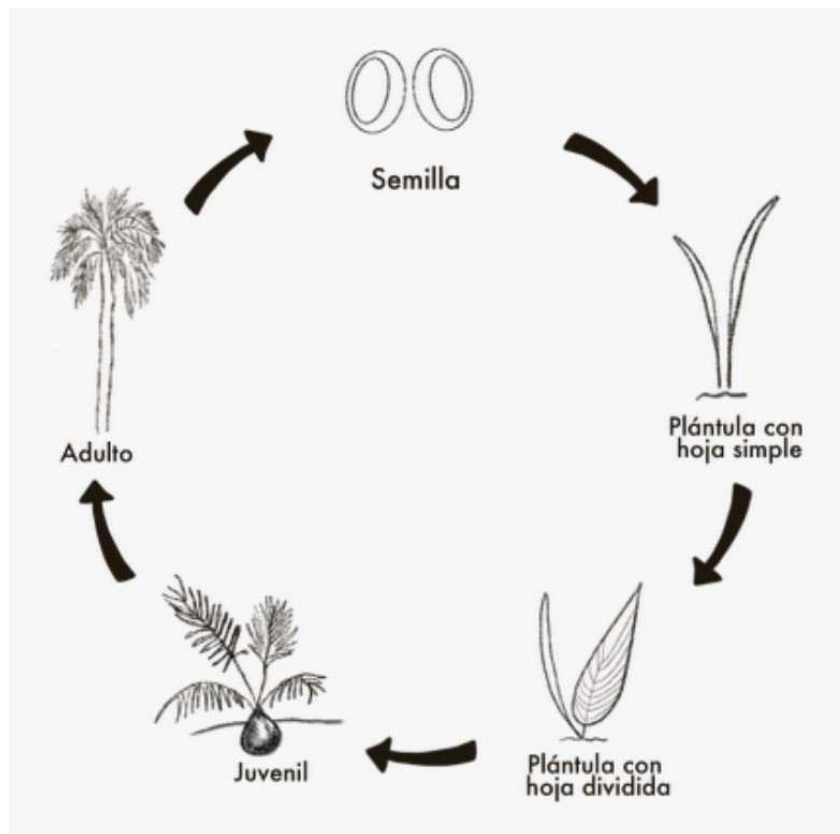


Figura 1. Ciclo de vida de la palmera *Butia yatay* en el que se distinguen los diferentes estadios de la especie: semilla, plántula con hoja simple, plántula con hoja dividida, palmera juvenil o adulto inmaduro y palmera adulta (modificado de Petek 2021).

La herbivoría y la depredación de las plántulas de *B. yatay* podría tener un alto impacto sobre la regeneración y sería una de las causas de que muy pocos individuos logren alcanzar los estadios subsiguientes (Lunazzi 2009). Entre los principales depredadores de las plántulas se ha reportado al jabalí europeo (*S. scrofa*) y dos especies de armadillos (*Chaetophractus villosus* y *Dasypus hybridus*; Pignataro 2010), mientras que entre los herbívoros que consumen las hojas de las plántulas, el carpincho (*Hydrochoerus hydrochaeris*; APN 2015), la corzuela (*Mazama gouazoubira*; APN 2015), el ciervo axis (*A. axis*; Chebez y Rodríguez 2014) y herbívoros domésticos fuera del área protegida. Por ejemplo, Ballari *et al.* (2015) documentaron que el jabalí se alimenta de los frutos de la palmera durante los períodos de fructificación y destruye la mayor parte de las semillas que consume; esta interacción puede tener efectos negativos en la conservación de *B. yatay*. Además, Pignataro (2010) demostró que también tienen un impacto negativo importante sobre las plántulas de *B. yatay* al desenterrar las plántulas para consumir el bulbo. Asimismo, Bongianino (2019) indica que la densidad de plántulas de hojas compuestas y de individuos juveniles se incrementó considerablemente luego de 10 años de implementado el plan de control de mamíferos exóticos e invasores (ver más adelante). Esta evidencia, junto con la elevada tasa de depredación de plántulas por jabalíes registrada antes de ese plan de control (Pignataro, 2010), sugiere que la depredación por parte de estos animales actuaba como un control importante de la regeneración. Sin embargo, aún no se conoce el efecto que tienen los herbívoros nativos ni los exóticos sobre la demografía de los estadios iniciales de la palmera.

3.5 Métodos de control de especies exóticas

Las especies exóticas invasoras son uno de los principales factores responsables de la crisis global de biodiversidad (Spear y Chown 2009). Las áreas protegidas no están exentas de la introducción de especies exóticas invasoras que afectan a las especies y comunidades nativas, alterando la abundancia, la diversidad y la riqueza de especies nativas (Pyšek *et al.* 2020). Los patrones de actividad de la vida silvestre son relevantes para comprender la división de nichos temporales y la anulación de depredadores o especies posiblemente competidoras (Ramesh *et al.* 2012, Monterroso *et al.* 2013). En respuesta a la presencia de especies exóticas invasoras y sus efectos negativos, se han desarrollado y desplegado varias medidas para controlar, contener o erradicar una amplia gama de

especies invasoras en las áreas afectadas. Un ejemplo de esto es la eliminación de los conejos introducidos de las islas del Pacífico frente a México y EEUU, que ha permitido la recuperación de dos especies endémicas de suculentas nativas (*Dudleya linearis* y *D. traskiae*) en rápida disminución (Zavaleta *et al.* 2001). En el Parque Nacional El Palmar hay presencia de diferentes especies exóticas que fueron introducidas a la región con fines cinegéticos, tales como *S. scrofa*, *A. axis*, *Antilope cervicapra* y *Lepus europaeus* (APN, 2015, Gesualdo 2019), y luego invadieron y colonizaron el área protegida. Estas especies provocan interacciones entre todos los componentes del ecosistema que desencadenan un cambio en la dinámica natural del parque y a su vez comprometieron la conservación de *B. yatay* (APN 2015). A continuación, se detallan las características generales de las dos especies de mamíferos exóticos más relevantes en el área protegida.

El jabalí es una especie originaria del norte de África, Europa y Asia y es reconocido por sus impactos económicos, ecológicos y sociales de gran alcance en escalas locales, nacionales y globales (Lewis *et al.* 2019). En Argentina, el jabalí es un mamífero invasor que genera alteración del hábitat, depredación y competencia que amenazan a varias especies nativas debido a su dieta flexible y amplia y su comportamiento de hociqueo (Ballari *et al.* 2015). Fue introducido en la provincia de Entre Ríos en la década de 1950 (Crespo 1982) (Fig. 2). Entre sus impactos negativos sobre la biodiversidad del parque se destaca la depredación de renovales mayormente de hoja dividida y semillas de *B. yatay* (Pignataro 2010), frutos, bulbos, raíces, nidos de aves terrestres como el ñandú (*Rhea americana*) y sobre la fauna y microfauna (tortugas, ratones, aves, lombrices, escarabajos, entre otros). Es un potencial transmisor de enfermedades a la fauna nativa y al ser humano como parvovirus, pseudo rabia (mortal para felinos), brucelosis suina (fatal para humanos), triquinosis (afecta a humanos, cerdos, zorros, felinos, roedores) (Rosell *et al.* 2001, Steffan 2008, APN 2015). También erosiona y remueve grandes superficies de suelo por hozadas, alterando la cobertura vegetal y favoreciendo a especies exóticas vegetales de crecimiento rápido como el ligustro (*Ligustrum lucidum*) y dispersa semillas de otras exóticas como crataegus (*Pyracantha atalantoides*), paraíso (*Melia azedarach*), acacia negra (*Acacia melanoxylon*) y ligustrina (*L. sinense*) (APN 2015).

Como se mencionó anteriormente, uno de los daños observados más importantes del jabalí es la depredación de plántulas con hoja dividida y semillas de *B. yatay* (Pignataro 2010). Diferentes estudios realizados en el parque entre 2002 y 2011 concluyeron que las poblaciones locales de *B. yatay* no son viables a largo plazo (Lunazzi 2009) y que las principales limitantes del crecimiento poblacional son la fecundidad de las palmeras adultas y la supervivencia y desarrollo de las

plántulas con hojas gramíneas (Lunazzi 2009).

El ciervo axis es originario de la India, Sri Lanka, Nepal y Ceilán. Se considera que ingresó al parque alrededor de 1988 cruzando el río Uruguay (APN 2015) (Fig. 2). Los ciervos axis suelen formar grandes manadas que persisten en zonas definidas y alcanzan altas tasas de crecimiento anual de la población (rango 20-30%), con densidades de 3 a 50 y hasta 200 por km² en su área de distribución nativa (Schaller 1967, Duckworth *et al.* 2016). El ciervo está asociado a las interfaces de bosques y praderas, pero son muy adaptables a una amplia gama de hábitats y condiciones cambiantes, incluyendo entornos suburbanos (Duckworth *et al.* 2016). Son herbívoros generalistas que también se alimentan de hojas, tallos, frutos, semillas, flores y corteza cuando los alimentos preferidos son escasos o se encuentran en períodos de sequías (Elliott y Barrett 1985, Anónimo 2016). Al igual que en otras especies de ciervos, suelen provocar infecciones secundarias y la muerte de los árboles por el roce de las astas con la corteza, lo que interfiere en la regeneración de la flora (Côté *et al.* 2004). Además, el pisoteo de la vegetación provoca la creación de senderos, lo que puede aumentar la erosión y la escorrentía. También ocasiona la competencia con otros herbívoros autóctonos, la transmisión de patógenos (incluida la tuberculosis bovina) y la colisión entre vehículos y ciervos se ha descrito tanto en el área de distribución nativa como en la introducida (Gürtler *et al.* 2018). A pesar de que los impactos negativos del ciervo axis en el parque son prácticamente desconocidos, se ha observado el descortezado por marcas con sus astas, interfiriendo en la regeneración del bosque (APN 2015), pisoteo de la vegetación nativa, creación de senderos que pueden conducir a una mayor erosión y escorrentía y se estima que podría competir y transmitir enfermedades a la corzuela (*Mazama guazoubira*, el cérvido nativo) y a otras especies (Gürtler *et al.* 2018).

En el Parque Nacional El Palmar las evidencias de impacto de los mamíferos exóticos de hace más de 20 años impulsaron la implementación de diferentes métodos de control; en el presente trabajo se pondrá énfasis en el análisis de los manejos de control realizados para el ciervo axis y el jabalí.

El inicio de control del jabalí comenzó en 1983 a partir de la cacería por parte de guardaparques utilizando perros y armas (Fig. 2). Luego, en 1996 se incorporan jornadas de caza utilizando perros adiestrados y disparando desde vehículos y torres de vigilancia. En la práctica, los esfuerzos de caza se llevaron a cabo de forma no sistemática y la falta de recursos suficientes dedicados al plan permitió que la abundancia de jabalíes siguiera aumentando (Ballari *et al.* 2015) (Fig. 2). En 2006 se puso en marcha un nuevo programa para reducir los impactos

negativos de los jabalíes, la abundancia de ciervos axis y gamos negros (*A. cervicapra*), raramente vistos después de los años 90 (Gürtler *et al.* 2017). El programa se denominó “Plan de control de mamíferos exóticos invasores en el Parque Nacional El Palmar” (PCMEI) (Res. PD N° 154/05, APN) (Fig. 2) y surgió de la necesidad de control de las poblaciones del ciervo axis y el jabalí debido a que los esfuerzos realizados previamente resultaron insuficientes. El plan sistematiza, regula, ordena y realiza de forma continua las acciones de control para dichas especies. En Argentina, por primera vez, el programa de gestión de un Parque Nacional autorizó a terceros a realizar una caza regulada con licencia y armas registradas dentro de los límites de un área protegida. Dentro del PCMEI, se diseñaron métodos que fueron aplicados con diferente intensidad y continuidad. La modalidad de caza fue variando a lo largo de los años. Inicialmente las capturas de los animales se realizaban con armas de fuego desde vehículos, luego con perros y actualmente se utiliza el método de caza con armas de fuego desde torres de vigilancia, denominadas apostaderos, distribuidas dentro del parque y con cebaderos (APN 2015) (Figura 2). Sus principales objetivos son:

1. Reducir la superficie hozada a un tercio de la existente al comenzar y mantener o disminuir esta situación.
2. Reducir el impacto negativo de los jabalíes sobre el reclutamiento de palmeras.
3. Reducir las poblaciones de axis y antílope negro.
4. Definir cuáles son los métodos más convenientes, económica, social y ecológicamente para alcanzar los objetivos anteriores.

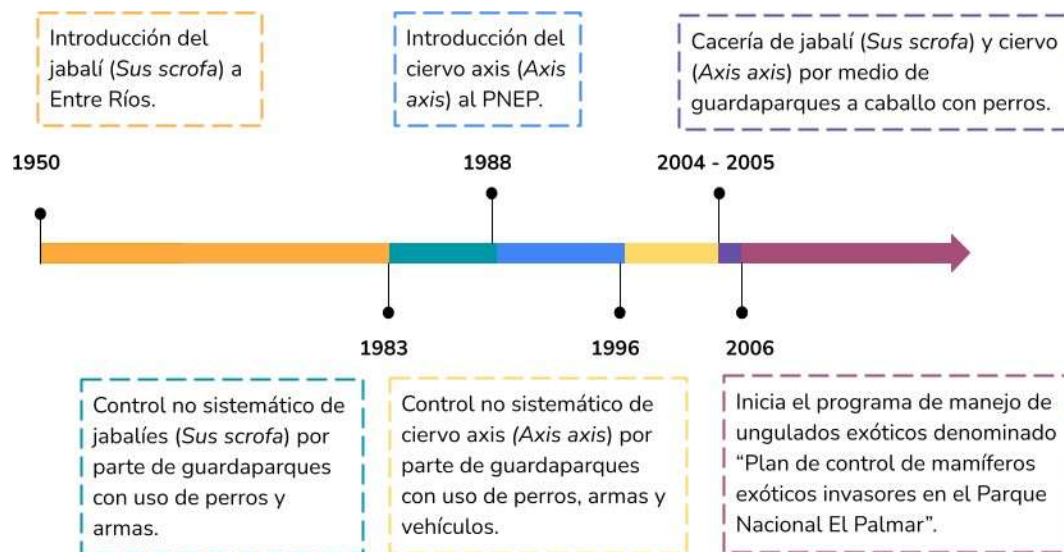


Figura 2. Línea de tiempo de hitos relevantes de las especies exóticas invasoras *Sus scrofa* y *Axis axis* y sus métodos de control en el Parque Nacional El Palmar.

Es de gran relevancia mencionar que frecuentemente ingresan al parque cazadores furtivos. Los cazadores furtivos que buscan jabalíes también cazan especies nativas si tienen oportunidad (APN 2015). La caza furtiva ha disminuido en el tiempo en relación directa con la disminución en la abundancia de jabalíes y la regulación del plan de control de mamíferos exóticos invasores (Gürtler y Cohen 2021). Según Nicosia *et al.* (2021), el ciervo axis tenía una abundancia mucho mayor que el jabalí con la implementación del "Plan de control de mamíferos exóticos invasores en el Parque Nacional El Palmar". El programa se consideró un éxito teniendo en cuenta el descenso de abundancia del jabalí; sin embargo, no sucedió lo mismo con el ciervo axis, para el cual no se logró el descenso poblacional esperado. Las razones de la fuerte correlación inversa entre el número de jabalíes y de ciervos axis siguen sin estar claras (Gürtler y Cohen 2021).

Estudios recientes con cámaras trampa, en colaboración con la administración del parque y los cazadores afiliados al programa, mostraron que los ciervos axis tienen períodos importantes de actividad entre las 01:00 y las 07:00 hs. durante el final del invierno y el comienzo del verano, siendo la captura por unidad de esfuerzo bruta de tres a cuatro veces mayor en las sesiones nocturnas (Nicosia *et al.* 2021), lo que llevó a implementar además sesiones de caza nocturna con el objetivo de maximizar y efectivizar su control.

Según Gürtler *et al.* (2018), la población de ciervos axis seguiría creciendo exponencialmente en el parque por lo que el plan de control no tuvo los resultados

esperados, probablemente por la insuficiente mortalidad por caza y por la liberación de la competencia con los jabalíes, entre otras. El incremento de ciervos axis podría provocar infección secundaria y la muerte de los árboles por el roce de sus astas con la corteza, lo que interfiere en la regeneración del bosque (Gürtler *et al.* 2018), además aumentar la herbivoría sobre las plántulas de *B. yatay*, reducir su generación de hojas nuevas y, además, provocar una disminución de la biomasa vegetal de la comunidad. La defoliación por parte del ciervo axis tendría diferentes impactos. Por un lado, la defoliación repetida impediría a las plantas la acumulación de nutrientes que poseen de reservas para su rebrote (Mcpherson y Williams 1998), por lo que representa un factor relevante para el establecimiento y la supervivencia de las plántulas (García Préchac *et al.* 2010). Con base en esta idea, Corres (2019) realizó un experimento manipulativo de campo dirigido a evaluar los efectos de la defoliación sobre la supervivencia y desarrollo de las plántulas donde encontró que la defoliación condiciona el crecimiento y el desarrollo (la proporción de plántulas que pasan al siguiente estadio). Además, las plántulas sometidas a defoliación frecuente tuvieron una mayor mortalidad que las plantas sometidas a baja o nula frecuencia de defoliación.

En este contexto, el propósito de este estudio fue evaluar el impacto de la herbivoría por ciervos axis en la supervivencia, crecimiento y desarrollo de plántulas de *B. yatay* en el Parque Nacional El Palmar y generar información válida para evaluar o modificar el plan de manejo del área protegida frente a los impactos del ciervo axis. Para ello se realizó un experimento de exclusión de herbívoros que se complementó con observaciones a campo de la ocurrencia de herbivoría sobre las plántulas de *B. yatay*.

4. Objetivos e hipótesis de trabajo

El objetivo general de esta tesis fue analizar los efectos provocados por la herbivoría de ciervo *Axis axis* sobre la supervivencia, la tasa de crecimiento y el desarrollo de plántulas de *Butia yatay* en el Parque Nacional El Palmar, Entre Ríos, mediante estudios observacionales y experimentales. Para llevar a cabo este objetivo general, se desarrollaron dos objetivos específicos.

1. El primer objetivo específico es observacional y en él se buscó describir la identidad, cantidad, actividad y tiempo de permanencia de los mamíferos herbívoros en los alrededores de plántulas de *Butia yatay*.
2. El segundo objetivo específico es experimental y en él se evaluó el impacto de la defoliación por grandes herbívoros sobre las plántulas de *Butia yatay* en el Parque Nacional El Palmar. Para ello, se puso a prueba la siguiente hipótesis de trabajo y

su predicción asociada:

- La defoliación por grandes herbívoros en Parque Nacional El Palmar afecta negativamente la supervivencia, el crecimiento y el desarrollo de las plántulas de *B. yatay*. La predicción asociada es que las plántulas de *B. yatay* protegidas experimentalmente de la defoliación por grandes herbívoros tendrán mayor supervivencia, mayor tamaño y mayor tasa de desarrollo (pasaje al estadio siguiente) que las plántulas expuestas a la herbivoría.

5. **Metodología**

El área de estudio se encuentra en el Parque Nacional El Palmar, ubicado en el centro-este de la provincia de Entre Ríos, en el Departamento de Colón. El parque abarca una superficie de 8213 ha dentro de la ecorregión Espinal y Pampa (APN 2015). La vegetación es heterogénea, con varias comunidades vegetales que incluyen palmares densos, arbustales con palmeras altas aisladas, arbustales con palmeras jóvenes, eriales, estepas psamófilas, estepas psamófilas húmedas y pajonales. Si bien en densidades muy variables, en todas ellas se encuentra presente la palmera *B. yatay* (Batista *et al.* 2014). El parque está rodeado principalmente por plantaciones densas de eucaliptos y pinos, combinadas con ganado para el mantenimiento de cortafuegos y un pequeño parche para cultivos agrícolas. El matorral nativo ocupa una fracción muy pequeña de las tierras adyacentes al parque. El Arroyo del Palmar, un curso de agua permanente, divide el parque en dos zonas y otros tres cursos de agua menores lo atraviesan de oeste a este. La zona norte del parque está abierta al uso público y la zona sur es un área restringida cerrada a los turistas y considerada de mayor valor de conservación (Gürtler y Cohen 2021). Presenta clima templado-cálido y húmedo (Cabrera 1976, Batista *et al.* 2018).

El trabajo se realizó en el sector occidental del parque (Fig. 3), en un palmar denso (aproximadamente 300 palmeras adultas por hectárea) con estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo (Batista *et al.* 2014, De Marinis 2017). En 2004 se delimitó en ese sitio una parcela de 4 ha (200 x 200 m) donde se mapearon todas las palmeras adultas. Desde 2017 se registra el establecimiento y supervivencia de plántulas de hoja dividida e individuos juveniles, las palmeras adultas muertas (caídas, muertas en pie o decapitadas) y la inclinación de las palmeras adultas vivas (derechas, levemente inclinadas, inclinadas, muy inclinadas, caídas).



Figura 3. Área de estudio, Parque Nacional El Palmar, Entre Ríos. En color rojo se indica la ubicación del sitio de estudio (Modificado de Pignataro 2010).

Los efectos del ciervo axis sobre las plántulas de *B. yatay* se evaluaron a través de dos aproximaciones: para analizar la identidad y densidad de los herbívoros presentes en el sitio de estudio se instalaron cámaras trampa y para evaluar el efecto de los ciervos sobre la supervivencia y crecimiento de las plántulas se realizó un experimento manipulativo.

5.1 Cámaras trampa

Las cámaras trampa se utilizan ampliamente como un sensor remoto no invasivo que produce una mínima perturbación de los animales y que requiere menos esfuerzo en el campo que las observaciones directas (Bridges y Noss 2011, Lashley *et al.* 2018). Para este trabajo instalé siete cámaras trampa en el palmar denso, en sitios cerrados al uso público (Fig. 4) y cercanas a las plántulas utilizadas en el experimento (ver 4.2), tres fueron descartadas por mal funcionamiento y finalmente se trabajó con cuatro (Tabla 1). Las cámaras estuvieron activas entre el 18 de marzo y el 7 de junio de 2023. Cada cámara se fijó sobre una superficie firme vertical, a aproximadamente 40 cm de altura para capturar imágenes adecuadas de mamíferos de mediano y gran tamaño (Muzzachiodi y Sabbatini 2002, Delibes Mateos *et al.* 2014, Pardo-Vargas y Payán-Garrido 2015, Gesualdo 2019). Las cámaras (Bushnell Trophy Cam HD 20MP Trail Camera modelo 119876C) tenían baterías de litio y una tarjeta de memoria de 16 GB. Se limpió el sector de enfoque

de las cámaras con el objetivo de visualizar qué especies ramonean o consumen las plántulas de *B. yatay* y que no obstruyera la captura de imágenes de animales. Las cámaras fueron configuradas para que funcionaran las 24 hs con máxima



sensibilidad de activación, programadas para tomar tres fotografías por evento y se orientó el sensor de movimiento evitando que recibiera sol directo durante el amanecer y el atardecer. Estas cámaras estuvieron funcionando 81 días consecutivos, que resultó en un esfuerzo de muestreo de 324 días/cámara.

Figura 4. Colocación de una cámara trampa en el área de estudio.

Cada fotografía tenía información de número de cámara, fecha, hora y temperatura. En total se obtuvieron 20.293 fotografías. Se revisaron todas las fotografías y se registró la identidad y número de los herbívoros observados y las actividades que realizaron (comportamiento) en cada una. Los comportamientos que se pudieron codificar fueron “traslado enfrente de la cámara” y “pastoreo”.

Tabla 1. Listado de las cámaras trampa utilizadas y sus respectivas características.

Cámara	Altura (cm)	Distancia (m)	Orientación	Día primera imagen	Día última imagen
1	36	2.6	Sur	20/03/2023	06/06/2023
2	50	6.3	Sur	20/03/2023	07/06/2023
3	48	3.55	Suroeste	20/03/2023	07/06/2023
4	60	7.9	Oeste	20/03/2023	06/06/2023

Con los datos obtenidos se calculó la cantidad de visitas (eventos) de cada especie.

Un evento es un conjunto de imágenes de un mismo momento hasta observar un cambio relevante en las tomas analizadas. Además, se registró el tamaño del grupo (cantidad de individuos) por visita; “individuo” en este caso no se refiere necesariamente a individuos diferentes: por ejemplo, si un mismo ciervo axis aparecía en tres días diferentes se contabilizaron tres individuos. También evalué la permanencia (suma de horas en los 81 días) de las diferentes especies frente a las cámaras calculando el tiempo acumulado obtenido de las fotografías sucesivas con animales en los alrededores de las plántulas.

Los datos de las fotografías se analizaron mediante métodos gráficos (estadística descriptiva).

5.2 Experimento manipulativo

Se seleccionaron 98 plántulas con hoja simple de *B. yatay*, diferenciadas en estadios de plántulas de hoja lineal y hojas ojal (ver Fig. 1). Para cada una se registró su localización, signos de depredación/herbivoría, cantidad y longitud de las hojas y se las identificó con una chapa de aluminio. El 24 de marzo de 2022 se realizó la primera medición y se asignó al azar el tratamiento de exclusión de grandes herbívoros a la mitad de las plántulas con 28 jaulas de área triangular de 1 m de lado y 1 m de alto, de hierro con techo y laterales de malla metálica (Fig. 5). El límite inferior de la malla metálica de las jaulas no tenía contacto directo con el suelo (separación de 20 cm), por lo que permitían el acceso de herbívoros pequeños (mulitas, ratones y herbívoros no mamíferos). Cada jaula protegía entre una y tres plántulas. La otra mitad de las plántulas permanecieron expuestas a todos los herbívoros. Se visitaron las plántulas aproximadamente cada tres meses durante un año y medio para registrar su supervivencia y crecimiento, se tomaron nuevamente las medidas y se registró el número de hojas nuevas, signos de daño y el estadio de desarrollo. La última medición se realizó el 7 de junio de 2023 y de esta forma se incluyeron las cuatro estaciones del año.

En todos los casos analicé los resultados con modelos lineares (generalizados) mixtos para poder considerar la falta de independencia entre plántulas protegidas por la misma jaula. Para comparar la tasa de desarrollo utilicé una distribución binomial y la variable respuesta fue permanencia/pasaje al estadio siguiente, es decir la proporción de plántulas de hojas lineales que permanecen en ese estadio o pasaron a plántulas de hoja dividida (ver Fig. 1). Utilicé la función *glmer* del paquete *lme4* (Bates et al. 2015) en el programa estadístico R (R Core Team 2023). Para comparar la producción de hojas nuevas y el número total de hojas finales utilicé una distribución Poisson y las variables respuesta fueron el número de hojas

nuevas y el número de hojas totales. Utilicé también la función *glmer* del paquete lme4. Por último, para analizar la longitud total de las hojas (una medida indirecta no destructiva de la biomasa foliar, $\sum$ longitud final de las hojas) utilicé una distribución normal de los residuales. Utilicé la función *lmer* del paquete lme4.



Figura 5. Jaula para el tratamiento de exclusión de grandes herbívoros. Las flechas indican la separación entre el límite inferior de la malla metálica y el suelo, que deja aproximadamente 20 cm.

6. Resultados

6.1 Cámaras trampa

Teniendo en cuenta las cuatro cámaras trampa utilizadas se analizaron un total de 20293 imágenes. A continuación, se detallan las diferentes observaciones.

- **Eventos**

Los individuos que pasaron frente a las cámaras estaban solos o en grupos pequeños de hasta seis individuos (Fig. 6). La mayoría de los eventos fotografiados correspondió a individuos solos, mientras que solo 12 eventos correspondieron a grupos de cuatro a seis individuos. La mayor cantidad de eventos correspondió al ciervo axis, con 149 eventos que sumaron 243 individuos. La segunda especie más frecuente y abundante fue el carpincho con 52 eventos que sumaron 71 individuos. En tercer lugar aparece el zorro con 61 eventos y 62 individuos, que, aunque es omnívoro no pastorea sobre las plántulas de *B. yatay*. Por último, se observaron escasos eventos fotográficos de especies como la mulita, el gato montés y el peludo.

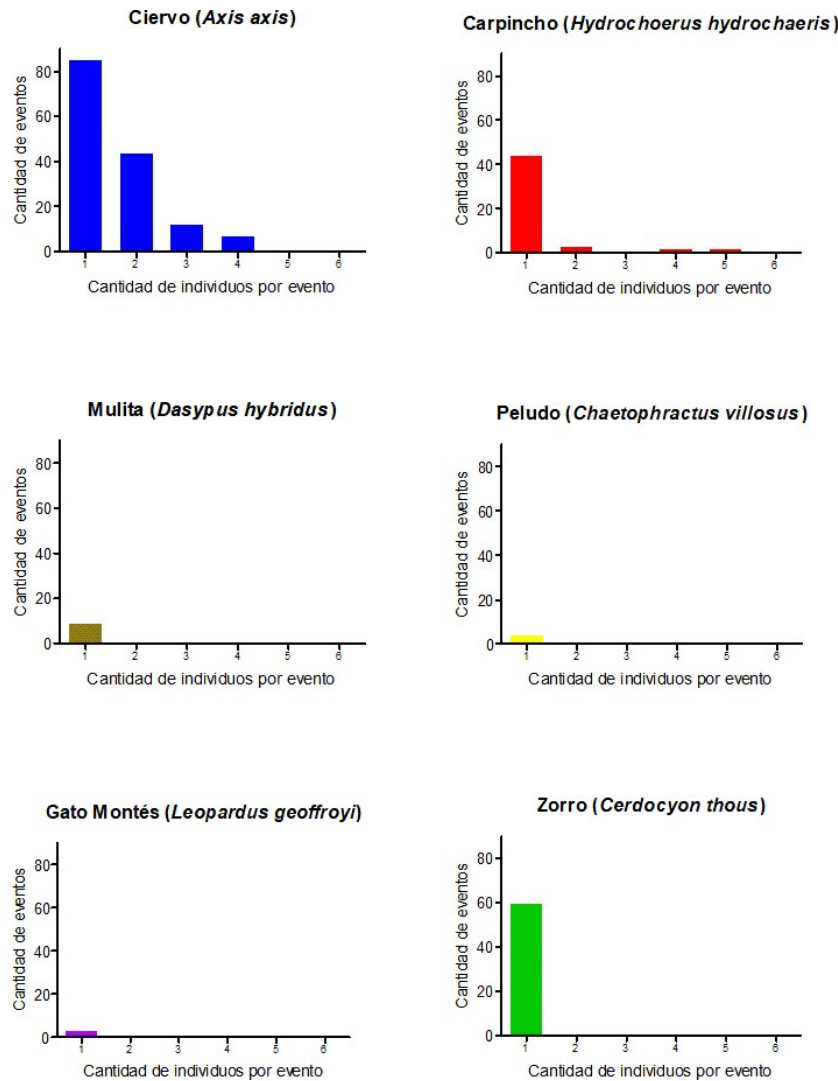


Figura 6. Histogramas de frecuencia para los diferentes mamíferos analizados con el método de cámaras trampa (cantidad de individuos observados por imagen analizada).

- Cantidad de individuos

El ciervo axis presentó la mayor cantidad de individuos en casi todas las horas del día (Fig. 7). En total, se observaron 243 ciervos, 72 carpinchos, 62 zorros, 9 mulitas, 4 peludos y 3 gatos montés.

Con respecto a los herbívoros registrados, el ciervo axis mostró para todos los horarios una cantidad de individuos notoriamente mayor que el resto de los herbívoros analizados. Se registraron dos picos de actividad, a la madrugada y a la tarde, aunque se observó su presencia durante todo el día, mientras que el resto de los herbívoros tuvieron horarios de observación más restringidos. El recuento de eventos mostró una diferencia entre los individuos observados y el número de eventos para el ciervo axis, lo cual puede interpretarse como un comportamiento grupal de la especie, mientras que los demás herbívoros se presentan

generalmente solitarios o en grupos de dos individuos.

El segundo herbívoro en abundancia fue el carpincho y mostró mayor actividad entre las 13:00 y 16:00 hs aunque también se observaron varios individuos a las 6 de la mañana. Los otros dos herbívoros de menor tamaño registrados fueron la mulita y el peludo y tuvieron un número muy bajo (9 y 4, respectivamente) para describir un patrón de actividad diaria.

Por último, los otros dos mamíferos observados son carnívoros u omnívoros, el zorro y el gato montés, no son analizados en este trabajo debido a que no tuvieron interacción con las plántulas de *B. yatay*.

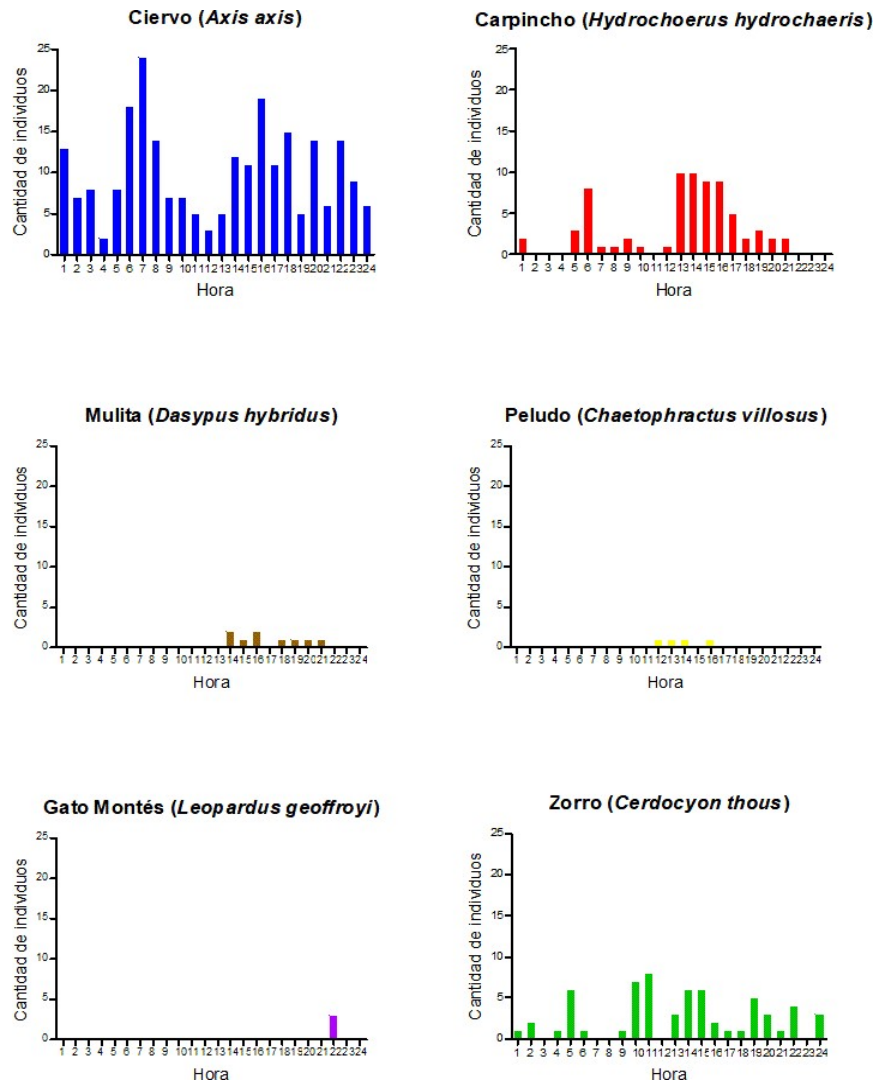


Figura 7. Cantidad de individuos de los diferentes mamíferos analizados registrados con el método de cámaras trampa en los distintos horarios.

- **Permanencia**

El patrón de permanencia a lo largo del día es similar al del patrón de

número de individuos, ya que representa estos valores ponderados por el tiempo que estuvieron los individuos en los sitios estudiados. El ciervo axis tuvo la mayor permanencia entre los mamíferos herbívoros registrados, con alrededor de 46,4 hs de tiempo acumulado repartidas a lo largo de todo el día (Fig. 8). El segundo mamífero en orden de permanencia fue el carpincho, con 11,1 hs aproximadamente (Fig. 8). El resto de las especies estuvieron menos de 2 horas en los sitios estudiados. Además, las imágenes mostraron que el ciervo axis tiene una dinámica de actividad con dos momentos de alta permanencia en los alrededores de las plántulas, uno al comienzo de la tarde y otro después de las 19 que se extiende hasta la 1 de la madrugada. Para el carpincho se observó un período muy marcado de permanencia entre las 15 y las 16 hs.

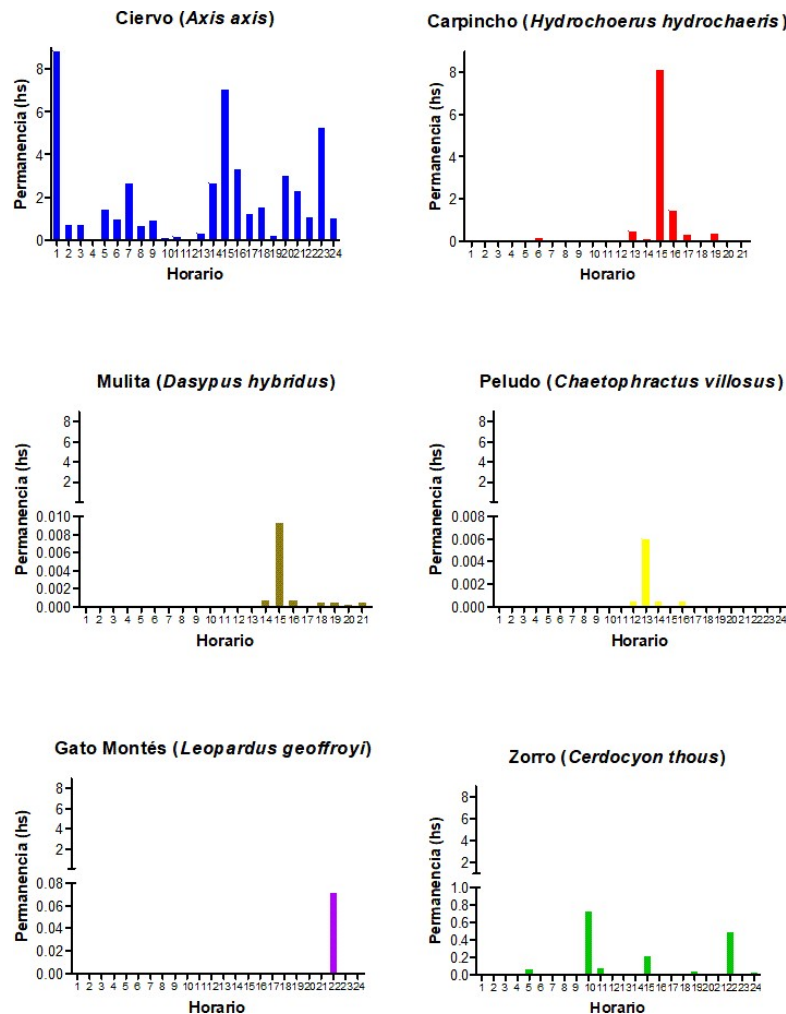


Figura 8. Tiempo acumulado de horas registradas frente a las cámaras para los diferentes mamíferos analizados con el método de cámaras trampa durante todo el período de registro.

Las actividades que desarrollaban las especies fotografiadas se pudieron

clasificar en dos, animales que pastorean o animales que se trasladan, es decir que caminan en el sitio de estudio. Los dos mamíferos principales, estuvieron la mayor parte del tiempo de permanencia pastoreando y una fracción pequeña del tiempo caminando. El ciervo axis, además de ser el mamífero con mayor permanencia total entre los mamíferos herbívoros registrados, mostró que la mayoría del tiempo estuvo pastoreando (45,95 hs) mientras que estuvo caminando frente a las cámaras 0,45 hs (Fig. 9). En relación al comportamiento del carpincho, se observó que es mayor el tiempo que realiza pastoreo (11,05 hs) que el tiempo que se traslada (0,09hs) por el sitio. Los otros dos herbívoros registrados, mulita y peludo, permanecieron un tiempo insignificante frente a las cámaras, tanto pastoreando (0,009 y 0,006 hs respectivamente) como caminando (0,003 y 0,001 hs respectivamente). Las imágenes tomadas mostraron que el zorro y el gato montés sólo se trasladaron por el lugar, aunque el tiempo acumulado en ello por el zorro alcanzó las 1,77 hs (Fig. 9)

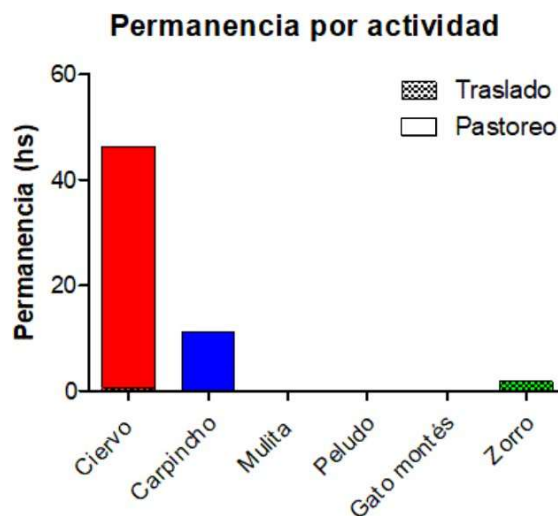


Fig. 9 Tiempo acumulado de las actividades realizadas (traslado/pastoreo) de los diferentes mamíferos analizados registrados con el método de cámaras trampa. La escala de la variable respuesta no permite distinguir las barras para algunas combinaciones de especie y actividad (ver valores en el texto)

6.2 Experimento manipulativo

Al inicio del experimento, los grupos de plántulas asignadas a los dos tratamientos no se diferenciaban ni en el número de hojas ni en la suma de las longitudes de las hojas (Tablas 2 y 3).

Tabla 2. Análisis de la longitud inicial de las plántulas con y sin exclusión de grandes mamíferos (arriba) y tabla del análisis de desviación (abajo) (pruebas χ^2 de Wald tipo II).

Tratamiento	Longitud (cm)	Error estándar
Exclusión	77,8	7,14
No exclusión	71,7	7,55

	χ^2	gl	$\text{Pr}(> \chi^2)$
Tratamiento	0,3454	1	0,5568

Tabla 3. Análisis del número de hojas inicial de las plántulas con y sin exclusión de grandes mamíferos (arriba) y tabla del análisis de desviación (abajo) (pruebas χ^2 de Wald tipo II).

Tratamiento	Hojas nuevas	Error estándar
Exclusión	2,09	0,195
No exclusión	2,12	0,227

	χ^2	gl	$\text{Pr}(> \chi^2)$
Tratamiento	0,0108	1	0,9174

Durante los 18 meses que duró el experimento sólo murió una plántula, correspondiente al tratamiento expuesta a herbivoría, por lo que no se pudo evaluar el efecto de la herbivoría sobre la supervivencia. Con respecto al tamaño al final del experimento se encontró que al final del experimento las plántulas protegidas de la herbivoría por grandes herbívoros medían en promedio 31,5 cm más que las expuestas (Tabla 4). Durante los 18 meses del experimento, las plántulas protegidas no se diferenciaron de las expuestas en el número de hojas producidas ni en el número de hojas totales al final del experimento (Tabla 5 y 6). Del total de hojas vivas al final del experimento (145 hojas en plántulas protegidas vs. 100 hojas en plántulas expuestas), el 18,5% y el 42% mostraron signos de herbivoría o daño apical. En relación con el desarrollo, el 25% de las plántulas protegidas y el 22% expuestas a grandes herbívoros pasaron al estadio siguiente al que estaban al inicio del experimento. Esta diferencia entre tratamientos no fue estadísticamente significativa (Tabla 7).

Tabla 4. Análisis de la longitud de las plántulas al final del experimento con y sin exclusión de grandes mamíferos (arriba) y tabla del análisis de desviación (abajo) (pruebas χ^2 de Wald tipo II).

Tratamiento	Longitud (cm)	Error estándar
Exclusión	99,7	7,84
No exclusión	68,2	7,09

	χ^2	gl	$\text{Pr}(> \chi^2)$
Tratamiento	8,9459	1	0,002781

Tabla 5. Análisis del número de hojas nuevas producidas durante los 18 meses del experimento en las plántulas con y sin exclusión de grandes mamíferos (arriba) y tabla del análisis de desviación (abajo) (pruebas χ^2 de Wald tipo II).

Tratamiento	Hojas nuevas	Error estándar
Exclusión	1,15	0,144
No exclusión	1,12	0,165

	χ^2	gl	$\text{Pr}(> \chi^2)$
Tratamiento	0,0114	1	0,9149

Tabla 6. Análisis del número de hojas totales luego de los 18 meses del experimento en las plántulas con y sin exclusión de grandes mamíferos (arriba) y tabla del análisis de desviación (abajo) (pruebas χ^2 de Wald tipo II)

Tratamiento	Hojas finales	Error estándar
Exclusión	2,62	0,218
No exclusión	2,39	0,241

	χ^2	gl	$\text{Pr}(> \chi^2)$
Tratamiento	0,48638	1	0,4867

Tabla 7. Estasis y desarrollo de las plántulas en los tratamientos con y sin exclusión de grandes mamíferos (arriba) y tabla del análisis de desviación (abajo) (pruebas χ^2 de Wald tipo II).

Tratamiento	Estadio	Estasis	Desarrollo
Exclusión	Lineal	37	7
	Ojal	4	7
No exclusión	Lineal	27	5
	Ojal	4	4

	χ^2	gl	$Pr(>\chi^2)$
Tratamiento	1,3919	1	0,2381

7. Discusión

En esta tesis se exponen los resultados de un estudio observacional y otro manipulativo cuyo objetivo fue analizar los efectos provocados por la herbivoría sobre la supervivencia, la tasa de crecimiento y el desarrollo de plántulas de *Butia yatay* en el Parque Nacional El Palmar, Entre Ríos. Los datos analizados y discutidos abarcan un periodo de 18 meses. Los resultados obtenidos apoyan la idea de que, en la actualidad, el ciervo axis sería el principal herbívoro que pastorea sobre las plántulas de *B. yatay* y que el impacto de la defoliación frecuente no sería muy marcado, al menos en las condiciones climáticas y demográficas (de los herbívoros) y el lapso de tiempo analizados en esta tesis.

Los resultados del análisis de la presencia de mamíferos herbívoros en el sitio de estudio mostraron que el ciervo axis aparece en el doble de eventos en comparación con el carpincho, lo que sugiere una dominancia de esta especie en la región de estudio. Se observó al menos un individuo en 85 eventos para el ciervo axis, mientras que los carpinchos presentaron un individuo en 44 eventos; esto podría indicar una mayor densidad poblacional o una mayor preferencia del ciervo axis por el entorno en el que se encontraban las plántulas en comparación con el carpincho. Sin embargo, es relevante mencionar que el sitio de estudio no está cercano a un recurso hídrico, por lo que en parcelas más cercanas a un arroyo o en otros sectores del parque se podrían obtener diferentes resultados. El número total de ciervos observado en las cuatro cámaras trampa triplica aproximadamente el del carpincho. Los otros dos herbívoros, la mulita y el peludo, fueron escasos en las imágenes registradas y no son suficientes para describir los patrones. La densidad de la vegetación y la disposición de las cámaras, puede haber dificultado la

detección de estas especies. Sin embargo, no encontramos plántulas comidas o descalzadas en este estudio, cosa que sí encontró Pignataro (2010), lo que sugiere que en este sitio estudiado no tendrían alto impacto. El gato montés y el zorro, no interactuaron con las plántulas, por esto no son relevantes para este estudio. Aunque hay evidencias que los zorros consumen frecuentemente los frutos carnosos de las palmeras (Alonso-Paz *et al.* 1995), no encontramos hasta el momento registros sobre el consumo de hojas de las plántulas. Además, el ciervo es el mamífero herbívoro con grupos más numerosos (hasta seis individuos) en un mismo evento (Fig. 10). Es por esto que se considera relevante tener en cuenta no solo los diferentes mamíferos herbívoros observados en el sitio, sino también su abundancia y actividad en todo el parque. Diferentes procesos (lignificación e introducción de especies exóticas) proporcionaron al ciervo axis hábitats de refugio adecuados adyacentes a pastizales y matorrales mixtos, especialmente en la sección oriental junto al río Uruguay, donde los ciervos axis eran más abundantes según lo determinado por índices basados en la caza y encuestas con cámaras trampa (Nicosia *et al.* 2021). Esta abundancia coincide con la observada en este trabajo, y podría tener implicancias directas en la supervivencia y desarrollo de *B. yatay*.

Al considerar el tiempo acumulado de los individuos en cada evento se pudo observar que el ciervo axis fue avistado a lo largo de todo el día; sin embargo, se registraron dos períodos de alta actividad, por la tarde y por la noche, a diferencia del carpincho, para el cual se observa un momento muy marcado durante las 15 y 16 hs. Estos resultados confirman que el ciervo axis tiende a ser mayormente nocturno (Nicosia *et al.* 2021), a diferencia del carpincho que parece tener hábitos diurnos, siendo más activo en la mañana y en la tarde (Campos-Krauer 2009). El ciervo axis no solo fue observado mayor cantidad de veces, sino también durante mayor cantidad de tiempo y con mayor cantidad de individuos en el mismo momento. Por último, es destacable mencionar que durante los 81 días de análisis no se observaron jabalíes en el área de estudio. Esto puede ser una consecuencia del éxito del plan de manejo de control de especies exóticas implementado por el parque; de todos modos, esto no garantiza que no esté presente en otros sectores.



Figura 10. Registro fotográfico de cámara trampa en el área de estudio. Se puede observar la presencia de al menos seis ciervos axis.

En el caso del experimento de exclusión de herbívoros, aunque no se encontraron diferencias significativas en el número de hojas producidas (0,23 hojas nuevas producidas en promedio por plántula durante los 18 meses, Tabla 6) ni en la tasa de desarrollo de las plántulas al estadio de hojas divididas, el crecimiento de las plántulas protegidas (en longitud) fue significativamente mayor que el de las expuestas a los ciervos (30 cm más, en promedio) mostrando así una diferencia en vigor entre plántulas expuestas y las protegidas. Estudios previos de herbivoría demostraron que la respuesta a la defoliación por parte de las plántulas dependerá de la cantidad de nutrientes que poseen de reserva; por lo tanto, una mayor cantidad de reservas resultaría en una mayor tolerancia a la defoliación (Mcpherson y Williams 1998). Además, en el campo, la mortalidad de las plántulas puede estar más relacionada con el estrés abiótico y la disponibilidad de recursos (Welstin *et al.* 1998). Las plántulas comidas tienen menos reservas a largo plazo o en periodos de estrés (Corres 2019). Considerando lo anterior, la herbivoría de plántulas de *B. yatay* tiene un alto impacto sobre su regeneración, lo que podría llegar a significar que muy pocos individuos alcanzan los estadios subsiguientes (Lunazzi 2009). En todo el experimento solo murió una plántula de *B. yatay*, por lo que no se pudo evaluar el efecto de la herbivoría sobre la supervivencia en el corto plazo. Sin embargo, la diferencia de longitud de las hojas (tejido fotosintético) entre las plántulas protegidas y las expuestas sugiere que la herbivoría por ciervos axis

podría comprometer la supervivencia de las plántulas y, en consecuencia, la regeneración de las palmeras a largo plazo. Estos resultados pueden deberse al periodo de observación realizado y al crecimiento lento de *B. yatay*, en futuros ensayos sería recomendable contemplar periodos de observaciones más prolongados en el tiempo. El ciervo axis fue el mamífero herbívoro con mayor tamaño, con mayor cantidad de individuos, mayor tiempo de permanencia en el sitio y además mostró que la mayoría del tiempo estuvo pastoreando. Entonces, aunque no se estudiaron todos los aspectos que determinan la presión de herbivoría, el impacto de los ciervos exóticos puede ser importante respecto de los otros herbívoros. Además, el efecto de los ciervos se debería sumar al del resto de los herbívoros nativos, por lo que aún si consumiera menos que un herbívoro nativo, su efecto puede ser determinante para definir el destino de los individuos en los primeros estadios de desarrollo de la palmera *Butia yatay*. También, aunque la abundancia de carpinchos fue aproximadamente un cuarto de la de ciervos, estos herbívoros típicamente estaban confinados a las áreas cercanas a los arroyos. Cambios en la dinámica poblacional de esta especie influenciados por los predadores y la competencia interespecífica resultaron en un aumento importante de la cantidad de individuos en general y una expansión hacia áreas alejadas de los cuerpos de agua, que en décadas pasadas no eran exploradas por los carpinchos. El impacto de esta especie nativa sobre la demografía de *Butia yatay* aún no fue explorada y estos resultados (sumados a observaciones del personal técnico del parque) resaltan la necesidad de estudiarlo.

Este trabajo aporta información para contribuir al “Plan de control de mamíferos exóticos invasores en el Parque Nacional El Palmar” y para el impacto directo de la cacería ejercida. Sería relevante tener en cuenta si es necesario ejercer una mayor presión sobre la especie exótica, considerando los cambios de abundancia del ciervo axis en el parque. Los resultados exponen la necesidad imperante de desarrollar tácticas de gestión más efectivas para contener la creciente abundancia y expansión de la distribución del ciervo axis y del jabalí en el noreste de Argentina y en los países limítrofes (Nicosia *et al.* 2023). El compromiso continuo con estrategias de manejo adaptativas y basadas en la evidencia será crucial para preservar la biodiversidad y el equilibrio ecológico no solo del parque sino también en la región. Es necesario y deseable que los distintos niveles de gobierno vean y aprovechen la oportunidad que representa la conservación en áreas naturales públicas y privadas, y la establezcan como una política prioritaria para la conservación de la biodiversidad.

8. Bibliografía

- Alonso-Paz, E., Rodriguez-Mazzini, R. and Clara, M. (1995). Dispersión de la "Palma Butiá" (*Butia capitata*) por el "zorro de monte" (*Cerdocyon thous*) en montes nativos de la Reserva de Biósfera Bañados del Este, Uruguay. Comunicaciones Botánicas del Museo de Historia Natural de Montevideo, 104, 1-4.
- Altesor, A., Barral, M. P., Booman, G., Carreño, L., Cristeche, E., Isacch, J. P., Maceira, N., y Pérez, N. (2011) Servicios ecosistémicos: un marco conceptual en construcción. Aspectos conceptuales y operativos. En Valoración de servicios ecosistémicos Capítulo 28 (p. 645 - 657). Balcarce: Ediciones INTA.
- Anónimo (2016) White-tailed deer. White-tailed deer vs. exotics. Recuperado de: http://tpwd.texas.gov/huntwild/wild/game_management/deer/exotics/
- APN (1994) Plan de Manejo Preliminar del Parque Nacional El Palmar. Informe Inédito. Administración de Parques Nacionales, Buenos Aires.
- APN (2007) Las Áreas Protegidas de la Argentina. Herramienta superior para la conservación de nuestro patrimonio natural y cultural. Administración de Parques Nacionales, Buenos Aires.
- APN (2015) Plan de Gestión Parque Nacional El Palmar. Administración de Parques Nacionales, Buenos Aires.
- APN (2022) Administración de Parques Nacionales. Resolución 566/2022. Recuperado de: <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/resoluci%C3%B3n-566-2022-37094-6/texto>
- Acerbi, M. y Bachmann, L. (1999) Conservación de la Naturaleza y Áreas Naturales Protegidas. Secretaria de Publicaciones, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires.
- Báez, J. R. (1933) Noticia sobre la distribución de las palmeras en la flora de Entre Ríos. Memorias del Museo de Paraná V.
- Báez, J. R. (1937). Área de dispersión actual de las palmáceas en la flora de Entre Ríos. En Anales de la Sociedad Argentina de Estudios Geográficos (Vol. 5, pp. 63-78).
- Baldi, G. (2020) Nature protection across countries: Do size and power matter? Journal for Nature Conservation, 56: 125860.
- Ballari, S. A., Cuevas, M. F., Ojeda, R. A. y Navarro, J. L. (2015) Diet of wild boar (*Sus scrofa*) in a protected area of Argentina: the importance of baiting. Mammalian Research 60: 81-87.
- Bates, D., Maechler, M., Bolker, B. y Walker, S. (2015) Fitting Linear Mixed-Effects Models Using lme4. Journal of Statistical Software 67: 1-48.
- Batista, W. B., Rolhauser, A. G., Biganzoli, F., Burkart, S. E., Goveto, L., Maranta, A., Pignataro, A. G., Morandeira, N. S. y Rabadán, M. (2014) Las comunidades vegetales de la sabana del Parque Nacional El Palmar (Argentina). Darwiniana, nueva serie 2:5-38.
- Beaumont, J. A. B. (1828) Travels in Buenos Ayres and the adjacent provinces of the Río de la Plata. London: James Ridgway, Piccadilly. 270 pp.
- Biganzoli, F. (2011) Influencia de los incendios en la dinámica poblacional de dos arbustos dominantes en la sabana mesopotámica. Tesis doctoral. Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires.
- Bilenca, D. y Miñarro, F. (2004) Identificación de áreas valiosas de pastizal en las pampas y campos de Argentina, Uruguay y sur de Brasil. Fundación Vida Silvestre Argentina, Buenos Aires.
- Bridges, A. S. y Noss, A. J. (2011) Behavior and activity patterns. En: O'Connell, A., Nichols, J. D. y Karanth, K. U. (Eds.) Camera Traps in Animal Ecology: Methods and Analyses (pp. 57-69). Springer.
- Cabral, E. L., y M. Castro. (2007) Palmeras Argentinas. Guía para el

- reconocimiento. Editorial L.O.L.A. 88 p.
- Cabrera, A. L. (1976) Regiones fitogeográficas argentinas. En W. F. Kugler (ed.). Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. Tomo 2 Pp. 1-85. 2da edición. Acme, Buenos Aires, Argentina. Fascículo 1.
- Campos Krauer, J. M. (2009) Landscape ecology of the capybara (*Hydrochoerus hydrochaeris*) in the Chaco Region of Paraguay. Tesis doctoral, Kansas State University.
- Carnevali, R. (1994) Fitogeografía de la provincia de Corrientes: cartas, escalas 1:500.000 y 1: 1.000. 000. Corrientes, Argentina: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria 324p. ISBN, vol. 914426007.
- Caruso, S. A. (2015) Análisis del proceso de creación de los Parques Nacionales en Argentina. Geograficando, 11 (1). Recuperado de: <http://www.geograficando.fahce.unlp.edu.ar/article/view/Geov11n01a05>
- CDB (Convenio sobre Diversidad Biológica) (1992) Recopilado de: <https://www.cbd.int/convention/text/>
- Chebez, J. C. y Rodríguez, G. (2014) La fauna gringa: especies introducidas en la Argentina. Fundación de Historia Natural Félix de Azara, Buenos Aires.
- Cichero, P. (1994) Fauna. En Administración de Parques Nacionales, Plan de Manejo Preliminar del Parque Nacional El Palmar (pp. 24 - 36).
- Clewell, A. F. y Aronson, J. (2013) Ecological restoration: principles, values, and structure of an emerging profession. Island Press.
- Corres, J. (2019) Efectos de la defoliación sobre plántulas de *Butia yatay* en la Reserva de Vida Silvestre La Aurora del Palmar. Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires.
- Crespo, J. A. (1982) Introducción a la ecología de los mamíferos del Parque Nacional El Palmar, Entre Ríos. Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia", Buenos Aires.
- Côté, S. D., Rooney, T.P., Tremblay, J. P., Dussault, C., Waller, D.M. (2004) Ecological impacts of deer overabundance. *Ann Rev Ecol Evol Syst* 35:113–147
- Delibes-Mateos, M., Díaz-Ruiz, F., Caro, J. y Ferreras, P. (2014) Caracterización de la comunidad de mamíferos de un área remota del sur de Chile mediante el uso combinado de metodologías. *Galemys* 26:65-75.
- De Marinis, A. (2017) Dinámica de frutos de *Butia yatay* en el Parque Nacional El Palmar. Tesis de grado, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires.
- Dimitri, M. J. y O. R. Rial. (1955) La protección y Conservación de la naturaleza en la Provincia de Entre Ríos. *Natura* 1:135-152.
- Duckworth, J. W., Kumar, N. S., Anwarul Islam, M., Sagar Baral, H. y Timmins, R. (2016) *Axis axis*. The IUCN red list of threatened species 2015: eT41783A22158006.
- Dudley, N., Hockings, M., Stolton, S., Amend, T., Badola, R., Bianco, M., Chettri, N., Cook, C., Day, J. C., Dearden, P., Edwards, M., Ferraro, P., Foden, W., Gambino, R., Gaston, K. J., Hayward, N., Hickey, V., Irving, J., Jeffries, B., Karapetyan, A., Kettunen, M., Laestadius, L., Laffoley, D., Lham, D., Lichtenstein, G., Makombo, J., Marshall, N., McGeoch, M., Nguyen, D., Nogue, S., Paxton, M., Rao, M., Reichelt, R., Rivas, J., Roux, D., Rutte, C., Sadovy, Y., Schreckenber, K., Sovinc, A., Sutyrina, S., Utomo, A., Vallauri, D., Vedeld, P. O., Verschuuren, B., Waithaka, J., Woodley, S., Wyborn, C. & Zhang, Y. (2018) Priorities for protected area research. *Parks*, 24(1):35-50.
- Elliott, H.W. III y Barrett, R.H. (1985) Dietary overlap among axis, fallow, and black-tailed deer and cattle. *Journal of Range Management* 38:436–440.
- Fernández, J. (1980) El Palmar Grande de Colón visto por viajeros. Informe al Servicio Nacional de Parques Nacionales. Inédito.
- García Préchac, F., Erns, O., Arbeletche, P., Pérez Bidegain, M., Pritsch, C., Ferenczi, A. y Rivas, M. (2010) Intensificación agrícola: oportunidades y

- amenazas para un país productivo y natural. Tradinco, Montevideo.
- Gesualdo F. (2019) Mamíferos terrestres de la sabana de *Butia yatay*, Entre Ríos, Argentina. Comparación entre áreas protegidas con y sin exclusión del ganado. Tesis de Licenciatura, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires.
- Goveto, L. (1994) Clima. En: Administración de Parques Nacionales (Ed.) Plan de Manejo Preliminar del Parque Nacional El Palmar (pp. 3 - 4).
- Goveto, L. (2005) Ocurrencia histórica de fuegos en la sabana del Parque Nacional El Palmar: Evidencias climáticas y florísticas. Tesis de maestría, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires.
- Gürtler, R. E., Izquierdo, V. M., Gil, G., Cavicchia, M. y Maranta, A. (2017) Coping with wild boar in a conservation area: impacts of a 10-year management control program in north-eastern Argentina. *Biological Invasions* 19:11-24.
- Gürtler, R. E., Rodríguez-Planes, L. I., Gil, G., Izquierdo, V. M., Cavicchia, M. y Maranta, A. (2018) Differential long-term impacts of a management control program of axis deer and wild boar in a protected area of north-eastern Argentina. *Biological Invasions* 20: 1431-1447.
- Gürtler, R. E. y Cohen, J. E. (2021) Invasive axis deer and wild boar in a protected area in Argentina, controlled hunting, and Taylor's law. *Wildlife Research* 49:111-128.
- Greipsson, S. (2011) Restoration ecology. Jones and Bartlett Learning, Burlington, Massachusetts (p. 1 - 33).
- Ladle, R. J. y Whittaker, R. J. (2011) Conservation biogeography. John Wiley y Sons.
- Lashley, M.A., Cove, M.V., Chitwood, M.C., Penido, G., Gardner, B., Deperno, C.S. y
- Moorman, C.E. (2018) Estimating wildlife activity curves: comparison of methods and sample size. *Sci Rep* 8:4173.
- Ley N° 16.802. InfoLEG. 30 de octubre de 1965. <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/resaltaranexos/45000-49999/46365/norma.htm>
- Ley N° 24.375. InfoLEG. 3 de octubre de 1994. <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/25000-29999/29276/norma.htm>
- Lewis, J. S., Corn, J. L., Mayer, J. J., Jordan, T. R., Farnsworth, M. L., Burdett, C. L., ... & Miller, R. S. (2019). Historical, current, and potential population size estimates of invasive wild pigs (*Sus scrofa*) in the United States. *Biological Invasions*, 21, 2373-2384.
- Llanos, A. C. y Crespo, J. A. (1952) Ecología de la vizcacha (*Lagostomus maximus maximus* Blainv.) en el nordeste de la provincia de Entre Ríos. *Revista de Investigaciones Agrícolas* VI 289-372.
- Lunazzi, M. M. (2009) Estructura y dinámica poblacional de la palmera *Butia yatay* en la sabana del Parque Nacional El Palmar: análisis en la escala de stand. Tesis de maestría, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires.
- Martínez-Crovetto, R., & Piccinini, B. G. (1950) La vegetación de la República Argentina, 1. Los palmares de *Butia yatay*. *Revista de Investigaciones Agrícolas*, 4(2), 153-241.
- McPherson, K., Williams, K. (1998) El papel de las reservas de carbohidratos en el crecimiento, la resiliencia y la persistencia de las plántulas de palma de col (*Sabal palmetto*). *Ecología* 117:460-468.
- Meffe, G. K. y Carrol, R. C. (1997) Principles of Conservation Biology. 2° Edición. Sinauer, Sunderland.
- Menvielle, M. F. (1994) Rasgos fisiográficos. En Administración de Parques Nacionales, Plan de Manejo Preliminar del Parque Nacional El Palmar (pp. 4 - 5).
- Migale, G. (2011) Tensiones entre el Turismo y la Conservación en Áreas Naturales

- Protegidas. Diagnóstico del estado de situación actual del Área Huechulafquen-Paimún, Parque Nacional Lanín. Tesis de licenciatura, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires.
- Monterroso, P., Alves, P.C. y Ferreras, P. (2013) Catch me if you can: diel activity patterns of mammalian prey and predators. *Ethol* 119:1044-1056.
- Morea, J. P. (2014) Situación actual de la gestión de las áreas protegidas de la Argentina: Problemáticas actuales y tendencias futuras. *Revista Universitaria de Geografía* 23:57-75.
- Muzzachiodi, N. y Sabbatini, R. A. (2002) La mastofauna como indicador de conservación del bosque nativo en un área protegida de Entre Ríos. *Revista Científica Agropecuaria* 6:5-15.
- Nicosia, G., Rodríguez-Planes, L. I., Maranta, A. A., Morel, A. y Gürtler, R. E. (2021) Combining citizen science and recreational hunters to monitor exotic ungulates and native wildlife in a protected area of northeastern Argentina. *Biological Invasions* 23:3687-3702.
- Nicosia, G., de Miguel, A., Fumagalli, A., Diego-Arnaldo, R. B., y Gürtler, R. E. (2023) Influence of COVID-19 lockdown and hunting disturbance on the activity patterns of exotic wild boar (*Sus scrofa*) and axis deer (*Axis axis*) in a protected area of northeastern Argentina. *European Journal of Wildlife Research* 69: art96.
- Pardo-Vargas, L. E. y Payán-Garrido, E. (2015) Mamíferos de un agropaisaje de palma de aceite en las sabanas inundables de Orocué, Casanare, Colombia. *Biota Colombiana* 16: 54-66.
- Petek, M. C. (2021) Síntesis de la ecología del Parque Nacional El Palmar y sus objetivos de conservación. Tesis de Licenciatura en Ciencias Ambientales, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires.
- Pignataro, A. G. (2010). Controles de la regeneración de la palmera Butia yatay en el Parque Nacional El Palmar. Tesis de Maestría. Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires.
- Pyšek, P., Hulme, P. E., Simberloff, D., Bacher, S., Blackburn, T. M., Carlton, J. T., Dawson, W., Essl, F., Foxcroft, L.C., Genovesi, P., Jeschke J. M., Kühn I., Liebhold A. M., Mandrak N. E., Meyerson L. A., Pauchard A., Pergl J., Roy H. E., Seebens H., Kleunen M., Vilà M., Wingfield M. J., y Richardson D. M. (2020) Scientists' warning on invasive alien species. *Biological Reviews*, 95(6), 1511-1534.
- Ramesh, T., Kalle, R. Sankar, K. y Qureshi, Q. (2012) Spatio-temporal partitioning among large carnivores in relation to major prey species in Western Ghats. *J Zool* 287:269–275
- R Core Team (2023) R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Viena. <https://www.R-project.org/>
- Rodríguez-Mazzini, R. y B. Molina Espinosa. (2000) El zorro de monte (*Cerdocyon thous*) como agente dispersor de semillas de palma. Documentos de trabajo No 30, PROBIDES 2407, Uruguay.
- Roldán, M., Caminati, A. Biganzoli, F. y Paruelo, J. (2010) Las reservas privadas ¿son efectivas para conservar las propiedades de los ecosistemas? *Ecología Austral* 20:185-199.
- Rolhauser, A. G. y Batista, W. B. (2014) From pattern to process: estimating expansion rates of a forest tree species in a protected palm savanna. *Landscape Ecology* 29:919-931.
- Rudnick, D., Beier, P., Cushman, S., Dieffenbach, F., Epps, C.W., Gerber, L., Hartter, J., Jenness, J., Kintsch, J., Merenlender, A.M., Perkle, R.M., Preziosi, D.V., Ryan, S.J., y Trombulak, S. C. (2012) The Role of Landscape Connectivity in Planning and Implementing Conservation and Restoration Priorities. *Issues in Ecology* No. 16. Ecological Society of America, Washington DC
- Rosell, C., Fernández-Llario, P. y Herrero, J. (2001) El jabalí (*Sus scrofa* LINNAEUS,

- 1758). *Galemys* 13:1-25.
- Schaller, G.B. (1967) *The deer and the tiger*. University of Chicago Press, Chicago
- Sepúlveda, C., Moreira, A. y Villarroel, P. (1997) Conservación biológica fuera de las áreas silvestres protegidas. *Ambiente y desarrollo* 13:48-58.
- SiFAP (2024) Sistema Federal de Áreas Protegidas. Recuperado de: <https://sifap.gob.ar/areas-protegidas>
- Spear, D. y Chown, S.L. (2009) Non-indigenous ungulates as a threat to biodiversity. *J Zool* 279:1–17
- Steffan, P. (2006) *Trichinellosis* en el cono sur de América: situación actual y prospectiva de una zoonosis parasitaria ancestral. Área de Parasitología y Enfermedades Parasitarias, Dep. Sanidad Animal y Medicina Preventiva, Fac. de Ciencias Veterinarias, UNICEN, Tandil, Argentina. Red de Helmintología de FAO para América Latina y el Caribe.
- Tomlinson, P. (1990) *The Structural Biology of Palms*. Oxford Science Publications, Oxford.
- Van Dyke, F. (2008). *Conservation Biology*. Foundation, concepts, applications. 2nd Ed. Springer Verlag. New York, USA. 477 pp
- Young, T. P. (2000) Restoration ecology and conservation biology. *Biological conservation* 92:73-83.
- Zavaleta, E. S., Hobbs, R. J. y Mooney, H. A. (2001) Viewing invasive species removal in a whole-ecosystem context. *Trends in Ecology & Evolution* 16:454-459.