



Tesis de Maestría en Ciencias Ambientales



**DISTRIBUCIÓN, ABUNDANCIA Y ESTADO DE
CONSERVACIÓN DE LA PALMERA *Butia Yatay* EN
URUGUAY: EFECTOS DE LAS ACTIVIDADES AGRO-
FORESTALES Y DEL CAMBIO EN EL USO DEL SUELO**

Lic. Schaiani Vanessa Bortolini

Orientador: Dr. Alejandro Brazeiro

**Tribunal de Tesis: Dra. Claudia Rodríguez, Dra. Ofelia Gutiérrez y
Dr. Santiago Baeza**

Montevideo, 2018

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar agradezco a la vida! Esta hermosa cajita de sorpresas siempre lista para embargarnos de sueños y locas ideas; que cierra algunas puertas pero siempre abre otras y que te llena de miedos y desafíos, pero también te llena de alegrías y nuevas oportunidades. Y a mano de la vida, agradezco a este hermoso país, dotado de gente espectacular, gente que encontré por mi camino, por haberme recibido de brazos abiertos y por formar parte de una gran etapa para mí.

A la Universidad de la República y a la MACA por la hospitalidad y por haberme dado la oportunidad de ingresar en la Maestría en Ciencias Ambientales.

Agradezco enormemente a mi orientador Dr. Alejandro Brazeiro por la paciencia y comprensión y por haberme apoyado en las muchas veces que dudé. Por darme nuevas oportunidades y por siempre haberme alentando que siguiera adelante.

A la CAP (Comisión Académica de Posgrado) por la concesión de la “Beca de apoyo para la finalización de estudios de Posgrado” y a DGF (Dirección General Forestal) que a través del Proyecto Manejo de Bosque Nativo en Uruguay UNIQUE forestry and land use GmbH proporcionó la Beca que financió la salida de campo realizada.

Al Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP), al Ministerio de Vivienda Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente (MVOTMA) y a la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) por la realización y la disposición de la capa de la cobertura de usos del suelo de Uruguay. Y al Servicio Geográfico Militar (SGM), por haber proporcionado las fotografías aéreas utilizadas en este estudio.

A los miembros que integraron el tribunal de defensa del proyecto de tesis Dra. Claudia Rodríguez, Dra. Alice Altesor y Dr. Mauricio Bonifacino por sus comentarios, sugerencias y aportes en el proyecto, logrando incrementar y ampliar la metodología y el área de estudio de la tesis. También agradezco a los miembros del tribunal de defensa de la tesis Dra. Claudia Rodríguez, Dr. Santiago Baeza y Dra. Ofelia Gutiérrez por los aportes realizados sobre la versión preliminar del manuscrito.

A la Dra. Ofelia Gutiérrez, que además de aceptar la invitación para participar tribunal de defensa de tesis, auxilió en el uso de las herramientas del programa ArcGIS 10.0.

A los compañeros del Grupo Biodiversidad y Ecología de la Conservación del Instituto de Ecología y Ciencias Ambientales. En especial a Carolina Toranza por las varias charlas, explicaciones y comentarios realizados sobre la tesis. Y a Patricia Brussa y Alejandra Betancourt por haberme ayudado en la salida de campo.

A mis amigos del alma Cecilia Bardier y Manuel Castro, que siempre me ayudaron de diversas formas, apoyándome en los momentos difíciles, valorando mis logros y ocupando un lugar muy especial en mi vida!

A mi familia. Mi madre Ione y mi padre Volmir, por los consejos dados desde mi niñez, por haberse enseñado la humildad, la gratitud y la perseverancia. A mi hermano Guilherme y mi hermana querida Gércica, por ser parte de mi aprendizaje como persona y por compartir, a pesar de la distancia, mis luchas diarias y mi amor por la naturaleza.

A mis fieles compañeros Aron y Arya, más que mis gatutis, son la razón principal de mis alegrías, son aquellos que me enseñaron a tener más paciencia, compasión y amor. Sin olvidarme de mis hijitos compartidos Axel, Indio, Tarzan, Jane y Beethoven.

Y finalmente a Inés Mangoni, mi compañera con quien he compartido dos años de tesis, trabajo, viajes, experiencias y desafíos. Que se ha mostrado una persona increíble y valiente y con la cual he compartido momentos muy fuertes en mi vida. A ella que me ha hecho ver que aún después de tantas caídas, vale la pena seguir luchando! La adiestradora de perros que me enseñó un poco más sobre esos extraños y locos animales.

A todos ustedes...

...mis sinceros y felices agradecimientos!

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	6
INTRODUCCIÓN GENERAL.....	7
La palmera <i>Butia yatay</i>	7
Conservación de la especie <i>Butia yatay</i>	9
PREGUNTA Y OBJETIVOS	10
Pregunta.....	10
Objetivo general	11
Objetivos específicos	11
ESTRUCTURA DE LA TESIS	11
CAPÍTULO I.....	13
DISTRIBUCIÓN, ABUNDANCIA Y RIESGO DE EXTINCIÓN DE <i>Butia yatay</i> EN URUGUAY	13
INTRODUCCIÓN	13
METODOLOGÍA	15
Área de estudio.....	15
Mapeo y estimación de la distribución, abundancia y conectividad de <i>Butia yatay</i>	15
Evaluación del estado de conservación y categorización de amenaza de <i>Butia yatay</i>	18
RESULTADOS.....	19
Distribución y abundancia de <i>Butia yatay</i> en Uruguay	19
Estado de conservación y riesgo de extinción de <i>Butia yatay</i> en Uruguay	26
DISCUSIÓN	28
Distribución y abundancia de <i>Butia yatay</i> en Uruguay	28
Estado de conservación de <i>Butia yatay</i>	31
BIBLIOGRAFÍA.....	33
CAPITULO II	40
EFFECTOS DE LAS ACTIVIDADES AGRO-FORESTALES Y CAMBIOS EN EL USO DEL SUELO SOBRE LA POBLACIÓN Y EL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE <i>Butia yatay</i> .	40

INTRODUCCIÓN	40
METODOLOGIA	41
Caracterización del uso del suelo actual en la vecindad de los parches de palmar de <i>Butia yatay</i>	41
Relación entre el estado de conservación de los parches de palmar y el uso del suelo en la vecindad	42
Variación temporal de la cobertura de palmares de <i>Butia yatay</i> y su relación con el uso del suelo	43
RESULTADOS.....	43
Uso del suelo actual y estado de conservación de <i>Butia yatay</i>	43
Variación temporal de la cobertura de palmares de <i>Butia yatay</i> y su relación con el cambio de uso del suelo	46
DISCUSIÓN	49
Uso del suelo en la actualidad y estado de conservación de <i>Butia yatay</i>	49
Cambio de uso del suelo y dinámica del palmar	50
Posibles mecanismos responsables de la pérdida de palmares.....	51
Regulación poblacional: interacción adulto-juvenil.....	52
El pastoreo y la regeneración de los palmares de <i>Butia yatay</i>	52
Áreas de avance de los palmares de <i>Butia yatay</i>	53
BIBLIOGRAFÍA.....	54
CAPITULO III.....	59
CONSIDERACIONES FINALES SOBRE EL ESTUDIO DE LA ESPECIE <i>Butia yatay</i> EN URUGUAY	59
DISCUSIÓN GENERAL.....	59
CONCLUSIÓN GENERAL	61
BIBLIOGRAFÍA.....	62
APÉNDICES.....	63
ANEXOS.....	67

RESUMEN

Butia yatay es una especie de palmera perteneciente a la familia Arecaceae, distribuida en Brasil, Argentina y Uruguay (Litoral Oeste). A pesar de su importancia ecológica y económica, y de su crítica situación regional, son pocos los estudios realizados en Uruguay respecto a su estado de conservación. En las últimas décadas se ha producido una fuerte expansión agro-forestal en el país, especialmente en la región del Litoral Oeste, donde se distribuye esta especie. Las prácticas ganaderas, a su vez, tampoco se han detenido, generando así una preocupación por el estado actual de la especie. El objetivo principal de la tesis fue evaluar el efecto del cambio de uso del suelo sobre la distribución, abundancia y estado de conservación de los palmares de *B. yatay* en Uruguay. Se trabajó con imágenes de alta resolución obtenidas a través de Google Earth (2013), delimitando los parches de palmares en su zona de distribución (Departamentos de Paysandú y Río Negro). A los efectos de validar los datos de distribución y abundancia estimados a través de las imágenes, se realizó un chequeo de campo en 45 puntos. Se digitalizó la distribución de los parches de palmar en el programa ArcGis. A nivel de parches, se estimó el área, conectividad, abundancia de adultos y de juveniles (regeneración), e integrando estas variables se construyó un índice de estado de conservación. Posteriormente se realizó la caracterización de los usos del suelo en áreas buffers de 1000 m entorno a cada parche de palmar, y se analizó la relación entre el estado de conservación actual de los parches y el patrón actual de uso del suelo en la vecindad. Finalmente se analizó la dinámica temporal de uso del suelo a través de la fotointerpretación y comparación de fotografías aéreas de los años 1966/67, respecto a imágenes actuales (2013), estimando la variación neta de la superficie de palmar durante el período analizado (46-47 años). Los resultados de nuestro estudio demuestran que las poblaciones de *B. yatay* se encuentran en la categoría “**En Peligro**” a nivel nacional, debido a su restringida distribución y baja abundancia. A nivel global, integrando estos resultados de Uruguay con la información disponible en Argentina y Brasil, el estado podría ser “**Vulnerable**”, de acuerdo a los criterios establecidos por la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza). El estado de conservación es variable en el territorio uruguayo, siendo los palmares de Guichón los más comprometidos. Las causas del deterioro parecen ser múltiples, desde la interferencia antrópica, dada por distintos tipos de uso del suelo, hasta la dinámica natural poblacional. La conservación a largo plazo de los palmares de *B. yatay* requiere de un manejo sustentable de las áreas estudiadas, orientado a incrementar la supervivencia de plántulas y juveniles, garantizando hábitats adecuados para su reclutamiento.

INTRODUCCIÓN GENERAL

La palmera *Butia yatay*

Butia yatay es una especie perteneciente a la familia Arecaceae (anteriormente denominada Palmae), de género muy próximo a *Jubaea* y *Syagrus* (Soares 2013). La familia Arecaceae posee alrededor de 240 géneros y 2600 especies distribuidos en regiones tropicales y subtropicales (Henderson et al 1995; Lorenzi et al 2004; Dransfield et al 2008; Lorenzi et al 2010) y junto con las familias Poaceae y Leguminosae, se destaca en función de su utilización pasada y actual por la humanidad. Es la tercera familia arbórea de mayor utilidad económica para el ser humano, ya que varios productos pueden ser obtenidos de su procedencia, sea como fuente de alimento (frutos, semillas, aceite, almidón) o en la fabricación de medicamentos y objetos (Henderson et al 1995; Lorenzi et al 2010; Nazareno y Dos Reis 2013). El género *Butia* es un grupo monofilético de difícil delimitación taxonómica, ya que las especies son bastante polimórficas, existiendo entre ellas muchas formas intermediarias y variaciones (Soares 2013).

La especie *Butia yatay* se caracteriza por tener dispersión zoócora y barócora y fecundación cruzada entomófila (Castellanos y Ragonese 1949; Rosa et al 1998; Rodríguez y Molina 2000). Presenta crecimiento muy lento y necesita mucha luz para su establecimiento y desarrollo (Castellanos y Ragonese 1949). El ciclo de vida de la especie se caracteriza básicamente por cinco fases de desarrollo ontogénico, conforme el patrón descrito por Tomlinson (1990) para la familia Arecaceae. Según este autor, además del incremento del tamaño, el principal rasgo morfológico que distingue cada fase ontogénica son los cambios en la morfología de las hojas de los individuos. La fase correspondiente a la transición entre palmeras juveniles o adultos inmaduros a palmeras adultas, según Lunazzi (2009), se define por la primera floración (variando de 2m a 4m de altura). Aún no se cuenta con un método eficiente para estimar la edad de los individuos de *B. yatay* y sobre cómo relacionar los tamaños de los individuos con su edad (Birole et al 1985). En el caso de *B. yatay*, las fases de desarrollo corresponden a los siguientes estadios (Tomlinson 1990; Lunazzi 2009; Nazareno y Dos Reis 2013): Fase embrionaria (1); Fase de plántulas (2); Fases de establecimiento (3 y 4); Fase de juveniles o adultos inmaduros (5) y Fase de adulto reproductivo (6) (Fig. 1) (Apéndice 1).

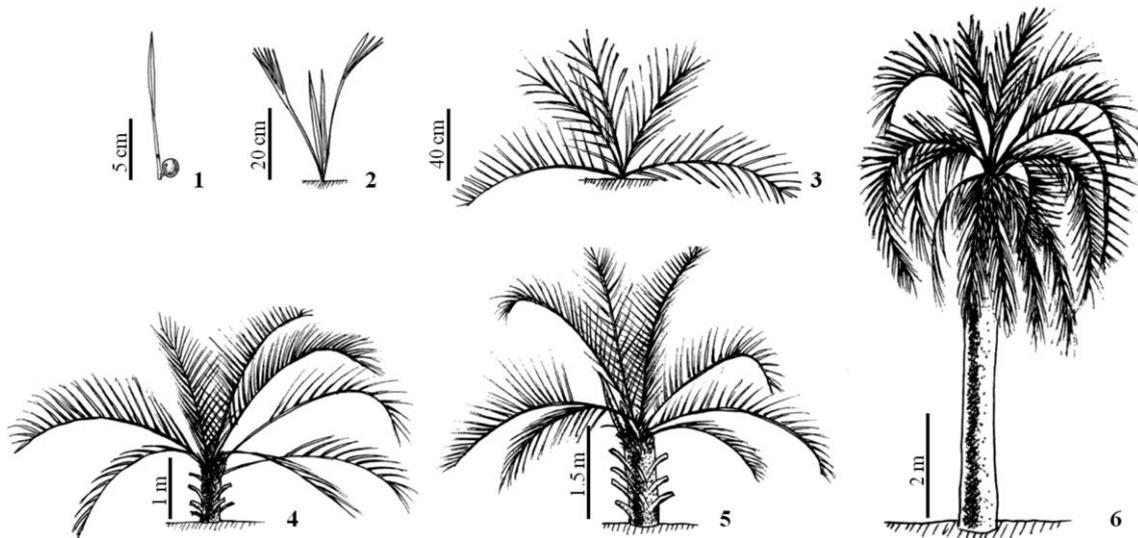


Figura 1: Caracterización de los 6 estadios ontogénicos de *Butia yatay*. Referencia: Nazareno y dos Reis 2013.

Por lo general es muy difícil estimar la longevidad de *Butia yatay* y aun no existe un método concreto para estimar su edad (Lunazzi 2009). Por referencias históricas y por el conteo de cicatrices foliares, se estima que los individuos de la especie son muy añosos, y según estimaciones radiométricas los mismos podrían superar los 250 ± 40 años (Martínez-Crovetto y Piccinini 1950). Para las poblaciones estudiadas en Uruguay se estiman que los palmares tendrían entre 150 y 200 años, pero parecería que la antigüedad de los palmares, desde su instalación en esos lugares, es bastante mayor (Chebataroff 1960).

Según Martínez-Crovetto y Piccinini (1950) los palmares de *Butia yatay* presentan establecimiento episódico de acuerdo al clima y sus fluctuaciones. De tal forma Batista et al (2014) sugiere, en base a los resultados de su trabajo, que el establecimiento de juveniles de la especie depende de la desaparición de la una generación anterior (sea por envejecimiento o por su eliminación) y posiblemente de incendios naturales de la vegetación. Además, otra posible causa para este tipo de establecimiento es explicado por los resultados de Lunazzi (2009), que demuestran que las palmeras adultas interfieren en el establecimiento de nuevos individuos.

En América del Sur, con excepción de algunos géneros (*Bactris*, *Geonoma*, *Chamaedorea*, *Acrocomia*, *Euterpe*, *Prestoeay Desmoncus*) que poseen distribución amplia, todos los demás están, naturalmente, restringidos a una determinada área de distribución (Henderson et al 1995).

Butia yatay (Mart.) Becc. habita en Argentina, Brasil y Uruguay (Brussa y Grela 2007; Cabral y Castro 2007; Soares 2013). En Uruguay está presente en la zona del Litoral Oeste, se compone por un estrato arbóreo de palmeras y un estrato herbáceo de pastizal

natural (Rivas 2005), influenciada por el Río Uruguay y el Río Negro (Grela 2004; Brazeiro 2015) donde forma manchones disyuntos (Chebataroff, 1960; 1974), caracterizados como sabanas arboladas (Batista *et al* 2014). Chebataroff (1960; 1974) identificó cinco áreas principales de distribución de la especie, conocidos como Quebracho y Chapicuy (ubicados en el departamento de Paysandú), Guichón, Porrúa y Mujica (ubicados en Río Negro).

Se ha observado que la especie crece generalmente en zonas elevadas del paisaje, con buen drenaje y suelos ácidos (Martínez-Crovetto y Piccinini 1950), prosperando en arenales desarrollados sobre lomas y cuchillas, generalmente aislados del monte ribereño, pero no muy lejos de las corrientes fluviales (Chebataroff 1960). Según Lunazzi (2009) en sus observaciones y a través de comparaciones realizadas en los palmares de Argentina, la distribución de la especie es bastante restringida, característica que según la bibliografía puede ser considerada natural de la especie o influenciada por la presión humana.

Conservación de la especie *Butia yatay*

Según la lista roja de la UICN (2012), cerca del 31% de las palmeras de todo el mundo (ca. 1150 spp.) sufren algún grado de amenaza, 8% de las especies se encuentran en la región Neotropical.

La situación de amenaza generada sobre las poblaciones de *Butia yatay* debido a las actividades antrópicas, en especial desmontes y ganadería, motivó hace más de medio siglo la preocupación de científicos y naturalistas, que sugirieron la implementación de medidas de protección para garantizar la continuidad de las mismas (Castellanos y Ragonese 1949; Martínez-Crovetto y Piccinini 1950; Chebataroff 1960).

Si bien el estatus de conservación global de *B. yatay* aún no ha sido evaluado en Uruguay, en Brasil fue catalogada como amenazada (Vulnerable), destacándose como principal amenaza la disminución de hábitats en función de las actividades agropecuarias y forestales (Livro vermelho da flora brasileira - LVFB, 2013). Tal factor también ha sido observado en Argentina, donde se estimó una reducción del 65% de la superficie original de los palmares a principio y durante la década de 1990 asociada a la expansión de los cultivos (Lunazzi 2009). En Uruguay, *B. yatay* está legalmente protegida y controlada por el Estado (Ley N° 9.872/39), por lo que está prohibida la destrucción total o parcial de montes o ejemplares y es considerada ilícita la extracción comercial de su materia prima (i.e. miel; extracción de juveniles con fines ornamentales) sin la previa autorización del MGAP (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca).

A pesar de esto, la especie podría estar sufriendo una fuerte amenaza en función del intenso cambio en el uso del suelo (en especial resultado de la agro-forestación que ha sufrido y podría sufrir el Litoral Oeste de Uruguay (Molina 2001; GeoUruguay 2008; Brazeiro et al 2015). Según el Censo General Agropecuario (2011), la superficie total explotada a nivel nacional, destinada a la agricultura, pecuaria y forestación es de aproximadamente 16.400.000 ha. En Uruguay casi el 90% del área de distribución de la especie *Butia yatay* coincide con áreas de suelos aptos a la agricultura. La forestación a su vez, ocupa cerca de 1.243.508 ha (56.6%), representado por plantaciones de bosques artificiales con especies exóticas (eucaliptus y pino) (Censo General Agropecuario, 2011). Estas áreas se extienden principalmente en los departamentos de Rivera, Tacuarembó, Paysandú y Río Negro (MGAP 2006), solapándose también en forma importante con la distribución de *B. yatay*. Otro factor importante capaz de afectar la viabilidad poblacional de esta palmera es la ganadería, también considerada de extrema importancia en el país (MGAP/DIEA 2011). El ganado puede afectar principalmente a la regeneración, ya sea por herbivoría o pisoteo. Además, puede promover la plantación de praderas artificiales alterando el tapiz herbáceo natural de los palmares.

El cambio en el uso del suelo en la región litoral oeste puede tener múltiples impactos directos e indirectos sobre las poblaciones de palmeras. Debido a la alta fertilidad y productividad del suelo y a la existencia de suelos de prioridad forestal disponible, se ha proyectado una expansión/intensificación de la actividad agro-forestal para la región dentro de los próximos 20 años (Achkar et al 2012).

PREGUNTA Y OBJETIVOS

El conocimiento sobre el estado de las poblaciones de *Butia yatay* en Uruguay es muy escaso, lo que limita la posibilidad de evaluar el estado de conservación de la especie a nivel nacional y regional. El presente trabajo cuantificó la distribución espacial, abundancia de individuos adultos y juveniles y la conectividad de *B. yatay* en Uruguay, a diferentes escalas de estudio (a nivel nacional y local). Esto, con el propósito de evaluar el estado de conservación de la especie y vincular la posible relación con el uso actual del suelo y con el cambio ocurrido en algunas áreas de palmares en el periodo del 1966/67 al 2013 en Uruguay.

Pregunta

Esta Tesis busca responder la siguiente pregunta central:

¿Cuáles han sido los efectos del uso actual del suelo entorno a los palmares y del cambio en el uso del suelo en algunas áreas de palmares, sobre la distribución, abundancia y estado de conservación de los palmares de *Butia yatay* en Uruguay?

Objetivo general

Cuantificar la distribución, la abundancia, el estado de conservación y el cambio (50 años) en la superficie de palmares de *Butia yatay* en Uruguay y evaluar su relación con las actividades agro-forestales.

Objetivos específicos

1. Cuantificar y mapear la distribución espacial y abundancia actual de *B. yatay* en Uruguay.
2. Evaluar el estado de conservación de *B. yatay*, a nivel nacional y local, en función de su estructura poblacional.
3. Evaluar la relación entre el estado de conservación del palmar a nivel local y el uso de suelo actual en su entorno.
4. Evaluar los cambios en la cobertura espacial y superficie (pérdidas y ganancias) de algunas áreas de palmares de *B. yatay* en los últimos 50 años en función de los diferentes usos del suelo en la región.

ESTRUCTURA DE LA TESIS

La Tesis se estructura en tres capítulos: “Distribución, abundancia y riesgo de extinción de *Butia yatay* en Uruguay” (Capítulo I); “Efectos de las actividades agro-forestales y cambios en el uso del suelo sobre la población y el estado de conservación de *Butia yatay*” (Capítulo II) y “Consideraciones finales sobre el estudio de la especie *Butia yatay* en Uruguay” (Capítulo III).

El Capítulo I, “Distribución, abundancia y riesgo de extinción de *Butia yatay* en Uruguay”, aborda los Objetivos Específicos 1 y 2. Allí se determina y analiza la distribución actual de la especie *B. yatay* en Uruguay, mapeando agrupaciones de palmar a alta resolución, en base al análisis de imágenes satelitales de Google Earth. Se estima la abundancia de palmeras adultas y juveniles (regeneración) y a partir de esta información, se describe su estructura poblacional a nivel nacional y local. Para corroborar los datos encontrados por las imágenes satelitales se realizó una salida de campo en algunos puntos, donde se contabilizó la densidad y abundancia del palmar. Se analiza el estado de conservación a nivel local, en base a la abundancia de adultos, juveniles y grado de conectividad. A partir de estos datos se evalúa a nivel nacional la amenaza de extinción de la especie en base a los criterios del libro rojo de la UICN.

El Capítulo II, “Efectos de las actividades agro-forestales y cambios en el uso del suelo sobre la población y el estado de conservación de *Butia yatay*”, aborda los objetivos específicos 3 y 4. Se organiza en dos grandes secciones. En la primera se analiza la

correlación actual entre el estado de conservación de *B. yatay* a nivel local, respecto al uso del suelo a su entorno inmediato. En la segunda parte se analiza la dinámica temporal del palmar durante los últimos 50 años, algunas localidades donde se distribuye la especie, en base a la fotointerpretación y comparación de fotografías aéreas de los años 1966 y 1967 respecto a la situación actual, determinada a través de imágenes Google Earth.

El Capítulo III, “Consideraciones finales sobre el estudio de la especie *Butia yatay* en Uruguay” presenta a su vez, un breve resumen de los resultados encontrados en el Capítulo I y II, discutiendo y concluyendo aspectos importantes sobre los hallazgos de este estudio y resaltando la importancia sobre nuevas investigaciones respecto a la especie.

CAPÍTULO I

DISTRIBUCIÓN, ABUNDANCIA Y RIESGO DE EXTINCIÓN DE *Butia yatay* EN URUGUAY

INTRODUCCIÓN

El género *Butia* al cual pertenece la especie estudiada es considerado un grupo de plantas monocotiledóneas, teniendo su origen en una planta enana perteneciente a la región de Paraguay (Meerow et al 2009). Es un género que posee cerca de 20 especies endémicas de América del Sur, ocurriendo en Brasil, Bolivia, Paraguay, Argentina y Uruguay (Martínez-Crovetto y Piccinini 1950; Chebataroff 1960; Molina 2001; Gaiero et al 2011; Soares y Longhi 2011; Soares 2013). La distribución geográfica de las especies pertenecientes a la familia Arecaceae depende muchas veces de características geológicas, topográficas o climáticas específicas (Henderson *et al.* 1995). En Uruguay existen cuatro especies del género: *Butia lallemantii*, *B. paraguayensis*, *B. odorata* y *B. yatay*, todas ellas separadas geográficamente entre sí (Henderson et al 1995). Actualmente la especie *Butia yatay* está registrada en las provincias de Entre Ríos, Corrientes y Santa Fe en Argentina, en el estado de Rio Grande do Sul en Brasil y en los departamentos de Río Negro y Paysandú en Uruguay (Brussa y Grela 2007; Cabral y Castro 2007; Molina 2001; Fiaschi y Pirani 2009; Sobral et al 2006).

Las especies de palmeras se encuentran en diferentes ambientes y se adaptaron a una variedad de clima y suelos, prosperando con mayor frecuencia en bosques de clima tropical en la región ecuatorial (Henderson et al 1995; Lorenzi et al 2010). Sin embargo, muchas especies también pueden ser encontradas en regiones de clima templado (Soares et al 2009) formando parte del ecosistema de sabanas. *Butia yatay*, se encuentra formando parte de un ecosistema denominado sabana arbolada (Rolhauser 2007; Lunazzi 2009; Brazeiro et al 2015). La mayoría de las plantas arbóreas presentes en las sabanas, como *B. yatay*, son especies longevas, de crecimiento lento y con regeneración esporádica (Lunazzi 2009). Este tipo de formación presenta un gran problema en relación al estudio de dinámica poblacional, ya que los procesos demográficos son muy lentos y ocurren en áreas de grandes extensiones (Harper 1977). En este caso los registros a largo plazo y los análisis de patrones espaciales de tales poblaciones se hacen muy importantes (Turner 1991; Batista y Platt 2003).

Explicar y predecir cómo se distribuye una determinada población en el paisaje es un tema de gran interés entre los ecólogos (Forman y Godron 1986; Urban et al 1987; Turner y Ruscher 1988; Turner 1990; Turner y Gadner 1991). El análisis de los patrones de distribución espacial de las poblaciones puede brindar una medida indirecta de la influencia de los factores ecológicos sobre la demografía de los árboles (Platt y Rathbun 1993; Jeltsch et al 1996; Wada y Ribbens 1997). Consecuentemente, identificar y describir los patrones espaciales es un primer paso para luego iniciar la búsqueda de los factores determinantes que los generan y mantienen (Matteucci y Buzai 1998; Jeltsch et al 1996).

Además de relevancia ecológica, la abundancia y distribución espacial constituyen elementos fundamentales para evaluar el riesgo de extinción de las poblaciones (Lawton y May 1995). Tanto la evidencia empírica como los modelos teóricos muestran que las poblaciones más pequeñas y/o de distribución espacial más restringida, son más propensas a extinguirse localmente (Brown 1984). De hecho, el método más usado y reconocido para estimar el riesgo de extinción, es decir, los libros rojos de UICN (2003; 2012), se basan en los criterios de distribución y abundancia de poblaciones restringidas (o en reducción). Por lo tanto, saber acerca de la distribución y abundancia de las poblaciones se torna una importante herramienta para entender la dinámica poblacional y el grado de amenaza que esta puede venir a sufrir (Lawton y May 1995).

En el caso de las especies del género *Butia*, los estudios se han centrado principalmente en la descripción de su historia de vida, evolución molecular y genética poblacional, mientras que la biología reproductiva y el estado de conservación del mismo son aun pobremente conocidos (Chapin et al 2004; Smith y Donoghue 2008; Shapcott et al 2009; Nazareno y Dos Reis 2012).

El riesgo de extinción de *Butia yatay* no ha sido evaluada a nivel global. En Brasil la especie fue catalogada como deficiente de datos en 2008 por el Ministerio do Meio Ambiente (MMA 2008). Pero en 2013 fue incluida en el libro rojo de especies amenazadas, como Vulnerable, fundamentalmente debido a la disminución de hábitats por la expansión de las actividades agropecuarias y forestales (LVFB 2013). En Argentina, La Ley N° 3.337 sobre la "Conservación y Aprovechamiento Sostenible de la Diversidad Biológica y sus Componentes", prevé la conservación de la palmera "yatay-poñí" (*Butia yatay* y variedad *paraguariensis*) (Decreto N° 2.914/92). En la provincia de Misiones, el Decreto N° 474 reconoce como ilegal la recolección, acopio, transporte, exhibición y comercialización de *B. yatay* entre otras especies autóctonas protegidas por ley o de sus productos. En Uruguay, *B. yatay* está legalmente protegida y controlada por el Estado (Ley N° 9.872/39), por lo que está prohibida la destrucción total o parcial de montes o ejemplares y es considerada ilícita la extracción comercial de su materia prima (i.e. miel; extracción de juveniles con fines ornamentales) sin la previa autorización del MGAP. A pesar de esta ley, se desconoce en el país su grado de amenaza.

En este capítulo se abordan dos objetivos: (1) Cuantificar y mapear la distribución espacial y abundancia actual de *B. yatay* en Uruguay; y (2) Evaluar el estado de conservación de *B. yatay* a nivel nacional y local, en función de su estructura poblacional.

METODOLOGÍA

Área de estudio

El área de estudio se ubica en el Litoral Oeste de Uruguay, más específicamente en los Departamentos de Paysandú y Río Negro, formando parte de la Eco-región Cuenca sedimentaria del Oeste (Brazeiro et al 2015).

Las condiciones climáticas de la región, según la Dirección Nacional de Meteorología (2013), presentan medias anuales de temperatura de 18,5 °C. La precipitación acumulada anual oscila entre 1200 y 1400mm.

Según estudios de uso del suelo en Uruguay (Brazeiro et al 2008), en las últimas décadas se ha dado un alto nivel de antropización en la región, debido al reemplazo de hábitats naturales y ambientes de pasturas, por cultivos agrícolas (principalmente soja) y forestales (*Eucalyptus spp.*).

Mapeo y estimación de la distribución, abundancia y conectividad de *Butia yatay*

Se estimó la distribución y abundancia de *B. yatay* en Uruguay en base a la interpretación visual de imágenes satelitales de alta resolución (Google Earth). El análisis de las imágenes fue organizado tomándose como referencia las cartas generadas por el Servicio Geográfico Militar (SGM) de Uruguay, escala 1:50.000, de acuerdo con el Plan Cartográfico Nacional (escala 1:50.000). Estas cartas dividen el territorio nacional en 302 cuadrículas de aproximadamente 33X22 km (660 Km²). Se analizó en detalle el territorio delimitado por las cartas geográficas donde ha sido citada o era presumible la presencia de *Butia yatay* de acuerdo a las publicaciones antiguas y recientes para la especie (Chebatarof 1960; 1974; Brussa y Grela 2007; Batista et al 2014). De tal forma se cubrió completamente el área potencial de distribución de la especie (Brussa y Grela 2007). En definitiva, se analizaron en detalle 30 cuadrículas, distribuidas en los departamentos de Salto, Paysandú y Río Negro.

Luego de delimitar el área de distribución potencial de la especie, las imágenes fueron analizadas simulando una visualización a 1500m de altura (escala 1:20.000) usando el programa Google Earth, para la identificación de parches de palmeras. Posteriormente, esos parches de palmar fueron delimitados manualmente mediante la digitalización de polígonos, simulando una visualización de 500m de altura (escala 1:7.000).

Para sistematizar el proceso de identificación y delimitación de parches, se aplicaron las siguientes definiciones operativas y criterios arbitrarios:

- Un parche de palmar es un conjunto de palmeras adultas y/o juveniles con una separación entre individuos < 50 m, una cobertura de dosel $\geq 10\%$, que ocupa un área $\geq 0,5$ ha (i.e., parches $< 0,5$ ha no son considerados).
- Palmeras cercanas (i.e., < 50 m) localizadas en diferentes unidades fisiográficas (e.g., planicies de inundación de ríos o arroyos, cerros, escarpas, lomadas), integran parches distintos. Es decir, se respetan las unidades fisiográficas naturales para la separación entre parches de palmares.

Una vez digitalizados los polígonos de todos los parches identificados, fueron guardados en formato kml y exportados al formato shapefile, usando el programa ArcGIS 10.0. En este programa, se calculó primeramente el área total de cada parche, y posteriormente se pudo crear un mapa de distribución actualizado para la especie.

Para facilitar la comprensión y el análisis de los datos a nivel local, los parches de palmares fueron agrupados en función de su distribución espacial. A tales agrupaciones de parches se le llamó “núcleos de distribución”, o “núcleos poblacionales”, tal como los describió Chebataroff (1960; 1974). El criterio utilizado para separar un núcleo de otro, fue dado por la distancia espacial en línea recta entre las distintas agrupaciones (≥ 5 km) y por el número de parches de cada agrupación ($n \geq 20$). Los nombres acá utilizados hacen referencia a los centros poblados o localidades existentes próximas a tales agrupaciones.

Para estimar la abundancia de adultos y juveniles por parche, se aplicó el siguiente procedimiento: (1) Primeramente se generó una grilla de 10×10 m (100m^2) en el programa ArcGIS 10.0, sobrepuesta a los shapes correspondientes a los parches de palmares, de tal forma se estimó la cobertura de palmar para cada uno de los parches digitalizados. (2) Se eligieron 45 parches al azar, tomando así una muestra de la población, donde se contabilizó el número de individuos (en cada una de las celdas de la grilla, obteniendo la suma de adultos y juveniles por parche. (3) Posteriormente se calculó la media de adultos y juveniles presentes en las celdas de cada uno de los 45 parches elegidos (densidad estimada por hectárea - Fig 2).

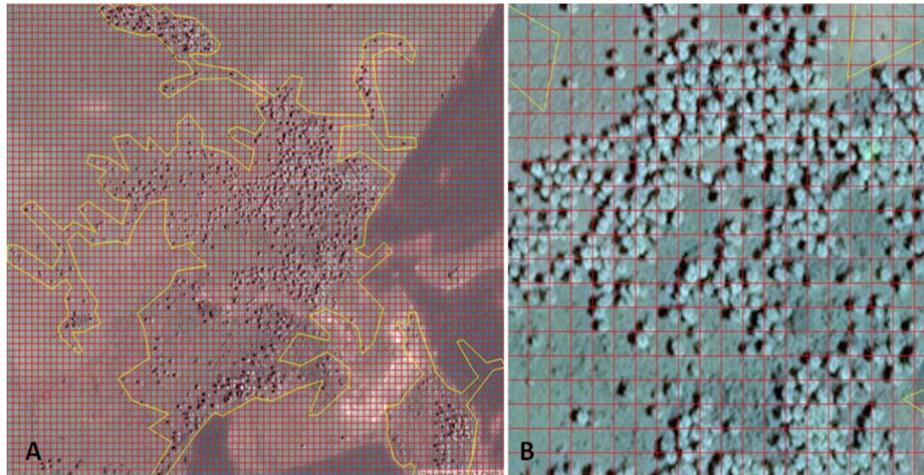


Figura 2. Grilla de 100 m² utilizada para estimar la densidad de adultos y juveniles de *Butia yatay*. A – visualización aérea de un parche de palmar, B – Detalle de las cuadrículas de 10 x 10 m utilizadas para la estimación.

Vale aclarar que, debido a su establecimiento episódico característico, explicado por la separación entre los palmares longevos de los palmares juveniles, la diferenciación entre los mismos es muy clara cuando visualizado a través de las imágenes de Google Earth (Fig 3) Los juveniles cuantificados en este trabajo son palmeras que presentan una altura de estípites de ~ 2 m a 3 m de altura, correspondiendo al estado ontogénico 5 propuesto por Tomlinson (1990), mientras que los adultos (altura de estípites > 3 m) corresponden al estado 6 (Nazareno y Dos Reis, 2013) (Fig 1).

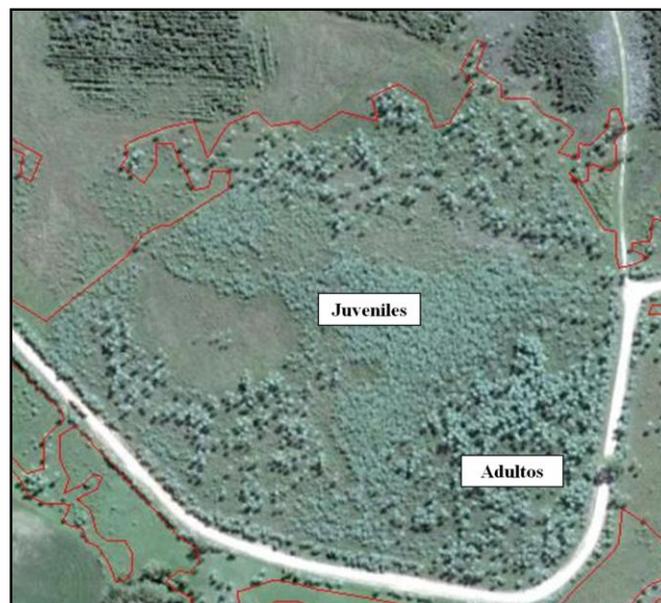


Figura 3. Visualización de un parche compuesto por agrupaciones de individuos adultos y juveniles de *Butia yatay*, separados entre sí.

(4) En función de los datos de la cobertura de adultos y juveniles de todos los parches de palmares y de la densidad calculada de la muestra (45 parches), se ajustaron diferentes modelos predictivos para dar cuenta de la variabilidad de la densidad total de individuos de *B. yatay*.

(5) En base a los modelos ajustados, se estimó la densidad de juveniles y adultos de todos los parches de palmar identificados, y multiplicando estas estimaciones por las superficies de los parches ocupados por adultos o juveniles, se estimaron las abundancias de adultos, juveniles y totales, por cada parche de palmar.

En base al análisis de imágenes Google Earth, se cuantificó para cada parche la distancia (en metros) a los 3 parches vecinos más cercanos, midiendo manualmente las distancias entre parches de borde a borde. Finalmente se calculó el promedio entre las 3 distancias, lo cual fue utilizado como indicador de la conectividad entre parches.

Los datos aquí colectados fueron analizados a nivel nacional y a nivel local, es decir, de núcleo poblacional y para cada parche de palmar de *B. yatay*.

Adicionalmente, se realizaron histogramas de frecuencias y análisis estadísticos (Kruskal-wallis y Mann Whitney) para analizar la variabilidad general de los datos y determinar posibles diferencias en el área, abundancia de adultos y juveniles y conectividad entre núcleos poblacionales.

Los datos encontrados por imágenes satelitales (año 2013) correspondientes a la abundancia de individuos, fueron corroborados a posteriori mediante una salida de campo, dónde se eligieron 37 parches de palmares (45 puntos de muestreo) correspondiente a los parches analizados en las imágenes satelitales. En cada uno de los puntos fueron establecidos cuatro cuadrantes de 10x10m, totalizando 180 cuadrantes. Se contabilizó la cantidad de adultos y juveniles de cada cuadrante y se realizaron correlaciones lineales con los datos estimados por imágenes y encontrados en el campo.

Evaluación del estado de conservación y categorización de amenaza de *Butia yatay*

En base a los datos de abundancia de juveniles y de adultos, y de conectividad, que fueron previamente estandarizados, se generó un Índice de estado de conservación (IEC), calculado como la suma de estas tres variables ($IEC=A_j+A_a+C$). El IEC varía entre 0 (Indicando el menor valor que toma la variable, que puede no ser necesariamente cero) y 1. El valor 1 denota la condición asociada a un parche con la mayor abundancia de adultos y de juveniles y la mayor conectividad. La variable conectividad fue calculada como el inverso de la distancia promedio a los 3 parches vecinos más cercanos (i.e., 0 = menor distancia a los parches vecinos más cercanos). El IEC fue calculado por parche y por núcleo poblacional, y su distribución estadística fue analizada a través de histogramas de frecuencia (Logaritmo) total y para cada núcleo.

Se realizó un análisis de categorización del grado de amenaza de *B. yatay* a nivel nacional, según la metodología propuesta por la UICN (2012a) para la categorización regional/nacional.

Los criterios para evaluar la categoría de amenaza de las especies son cinco (A- Reducción del tamaño poblacional; B- Distribución geográfica; C- Pequeño tamaño de la población y disminución; D- Población muy pequeña o restringida y E- Análisis cuantitativo). Estos criterios funcionan de forma independiente, en el sentido de que se puede llegar a una categorización empleando información de uno solo de ellos. En el caso de la especie *Butia yatay* estudiada en Uruguay, la categorización se realizó en base al criterio B (Distribución geográfica), representada como: B1- Extensión de presencia (EOO) y/o B2- Área de ocupación (AOO). Donde: EOO corresponde al área contenida en el menor límite continuo e imaginario que puede ser dibujado para englobar todos los puntos de ocurrencia conocidos, inferidos y/o proyectados de un taxón, incluyendo los casos de individuos dispersos; y el AOO corresponde al área dentro de la EOO que está efectivamente ocupada por el taxón, excluyendo los casos de individuos dispersos (*sensu* Gastón 1994; UICN 2012a). Para calcular la EOO se utilizó del método del polígono convexo (*sensu* Gastón 1994; UICN 2012a), que es el menor polígono en el cual los ángulos internos no exceden a los 180 grados y que contenga todas las localidades de ocurrencia de la especie. La representación de la diferencia entre B1 y B2 se define en el Anexo 1, conforme criterios establecidos por la UICN (2012a) y los criterios de utilización para su categorización de amenaza se resumen en el Anexo 2.

RESULTADOS

Distribución y abundancia de *Butia yatay* en Uruguay

Dentro del área de distribución potencial de *Butia yatay* en el país (Brussa y Grela, 2007), que corresponde a 30 de las cuadrículas del Plan Cartográfico Nacional (escala 1:50.000, del SGM), se registró la ocurrencia de parches de palmar en 7 cuadrículas, distribuidas en Paysandú y en el Norte de Río Negro (Fig. 4). El rango de extensión (*sensu* Gastón 1994; UICN 2012a) actual de *B. yatay* en Uruguay, calculado en base al método de polígono convexo (Gastón 1994), alcanza a los 1450 km² (145.000 ha), (Fig. 4b). Cabe destacar que esta estimación es mucho menor de lo propuesto por Brussa y Grela (2007) (Anexo 3). El área de ocupación, definida como el área realmente ocupada por palmares dentro del rango de extensión y calculada como la suma del área de todos los parches de *B. yatay* encontrados para el país, es en la actualidad de 27 km² (2696.40 ha).

No se registró la presencia de palmares en el departamento de Salto, y tampoco en el Sur de Río Negro, donde se habían reportado dos palmares, el de Porrúa y el de Mujica,

con unos 2000 y 100 individuos adultos, respectivamente (Chebataroff 1960; 1974) (Anexo 4). Hoy en día presentan unos pocos individuos muy dispersos, que no conforman palmares según los criterios definidos en este trabajo (pág. 17).

A través del mapeo fue posible detectar tres grandes núcleos de palmares, denominados en este trabajo como: Quebracho, Santo Domingo y Guichón (Fig. 4b). Los núcleos correspondientes a Quebracho y Santo Domingo están situados en el departamento de Paysandú. Quebracho está ubicado al Sur de la localidad de Chapicuy y al Norte de la localidad de Quebracho. El núcleo Santo Domingo se ubica cerca de las localidades de Cerro Chato y Gallinal, al Este de la localidad de Quebracho. El núcleo Guichón se encuentra mayormente en el departamento de Río Negro, presentando solamente dos parches ubicados en Paysandú (Fig. 4b).

Área de distribución de *Butia yatay* en Uruguay

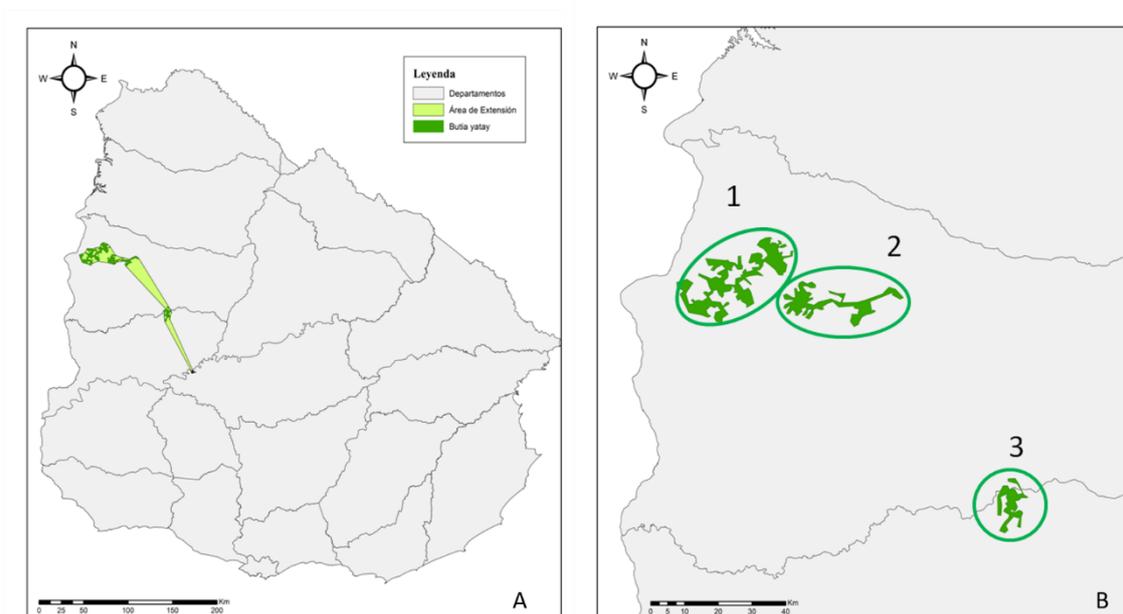


Figura 4: Distribución actual de *Butia yatay* en el litoral oeste de Uruguay. A: Vista general del país, demostrando el área de extensión de la especie; B: vista de la ubicación departamental con foco en los núcleos poblacionales (1 – Quebracho; 2 – Santo Domingo; 3 – Guichón).

Se detectaron y mapearon 409 parches, que representan una superficie total de 2.696,40 ha (i.e., área de ocupación), La figura 5 representa algunos de los parches de palmares acá digitalizados. La superficie de los parches varió fuertemente, entre 0.51 y 115 ha (min.= 0.5 ha). El histograma de parches por área presentó un patrón unimodal, con distribución sesgada, por lo cual se utilizó como medida de tendencia central la mediana, correspondiente a 2.94 ha por parche, con un desvío estándar (DS) de 8.13 ha. (Fig. 6). La información referente a los núcleos poblacionales se presenta en la Tabla 1.

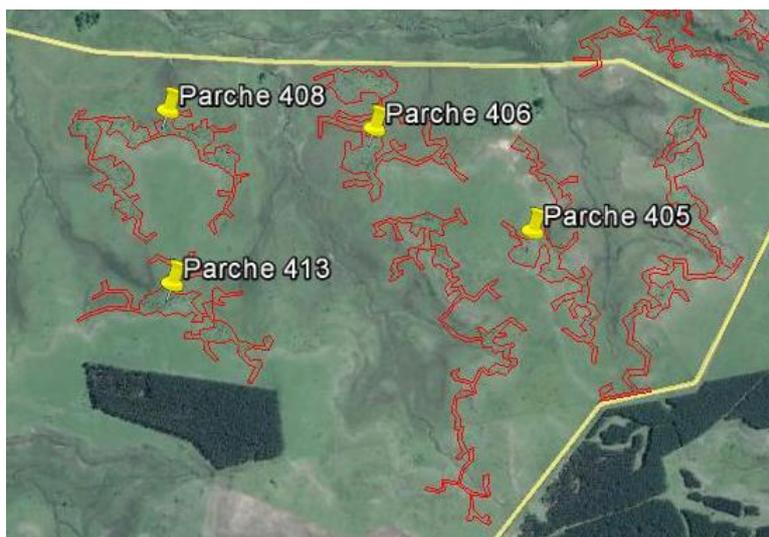


Figura 5. Representación de algunos de los parches digitalizados en este estudio. Foco en el Núcleo Guichón.

Tabla 1. Número de parches y área de palmeres de *Butia yatay* estimada a nivel nacional (Uruguay), por núcleo poblacional y por parche.

Número de parches y área por núcleo		Área por parche (ha)			
	Nro total	Área (ha)	Máximo	Mínimo	Mediana
General	409	2696	115.44	0.51	2.94
Quebracho	254	1560	80.8	0.51	2.87
Sto. Domingo	103	826	115.44	0.54	2.96
Guichón	52	310	31.7	0.63	3.55

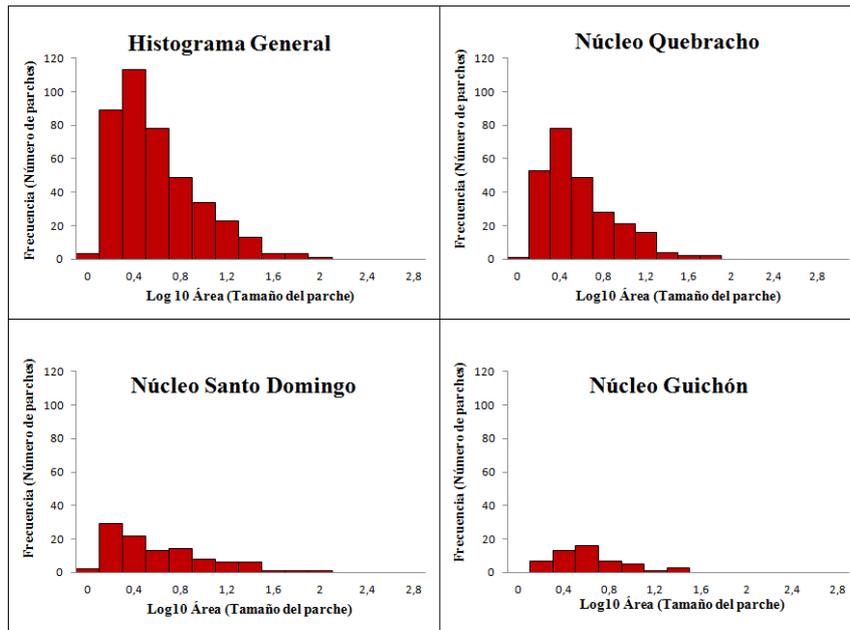


Figura 6: Histograma de frecuencia de *Butia yatay*, área total (ha) y por núcleo poblacional.

Las comparaciones de las medianas de las distribuciones del área de los parches, evaluada a través de la prueba de Kruskal-Wallis, no mostraron diferencias significativas ($H= 0.97$; $p= 0.6$).

Los modelos ajustados para la densidad de juveniles (Jd) ($R^2=0.59$; $p<0.0001$; Err. Std.=0.77) y de adultos (Ad) ($R^2=0.68$; $p<0.00004$; Err. Std.=0.45) fueron los siguientes:

$$Jd= 0.316136 + (0.792392 * \text{Log}_{10}A) + (0.018368 * Jc)$$

$$Ad=1.122362 - (0.379732 * G) + (0.579692 * \text{Log}_{10}A) + (0.288759 * Jc) + (0.401303 * Ac)$$

Dónde,

Jd: densidad de juveniles (ind.100m²)

Ad: densidad de adultos (ind.100m²)

A: área del parche (ha)

Jc: cobertura de juveniles (en proporción)

Ac: cobertura de adultos (en proporción)

G: Grupo poblacional

La información referente a la abundancia total de individuos estimada por las imágenes se presenta en la Tabla 2, donde se detalla también los valores totales y medios por parche, para cada núcleo poblacional. Se estimó en este estudio que el número total de individuos (i.e., adultos y juveniles) de *Butia yatay* para Uruguay, es de 496.262 individuos. Los juveniles representaron el 23% de la población total, con 115.266 individuos (Error estándar de estimación, ES= 0.77), y los adultos el 77% (N= 380.996;

ES= 0.45). De los 409 parches, 78 carecen de individuos juveniles (Quebracho= 56; Santo Domingo= 13; Guichón = 9) y 46 presentan no más de 5 individuos juveniles por parche.

Quebracho fue el núcleo poblacional con mayor abundancia total, casi cuatro veces mayor a la de Guichón, tanto en juveniles como en adultos (Tabla 2). Sin embargo, a pesar del menor tamaño poblacional, Guichón presentó la mayor proporción de juveniles en la población (58%), que fue el triple de lo registrado en Quebracho y un 17% más de lo registrado para Santo Domingo (Tabla 2). La abundancia total de individuos del núcleo Quebracho se asoció al mayor número de parches y área total de palmares, sin embargo, su abundancia media (por parche) fue menor que en el núcleo Santo Domingo, que presenta menos de la mitad del número de parches de Quebracho, y muy similar al núcleo Guichón.

Se encontró diferencias significativas entre las comparaciones de las medianas, realizadas para la abundancia total (país), tanto para la abundancia de juveniles (H= 12.31; p= 0.002; N= 409) como para la abundancia de adultos (H= 8.99; p= 0.01; N= 409). Las comparaciones (*a posteriori*) pareadas, a través del test de Mann Whitney, encontraron diferencias significativas entre la abundancia de juveniles solamente entre los núcleos Quebracho y Guichón (U= 4685; p= 0.0009). Para la abundancia de adultos se encontró diferencias entre Quebracho y Guichón (U= 4819; p= 0.002) y aunque no sea altamente significativa también es observada cierta diferencia en la abundancia de adultos de Santo Domingo y Guichón (U= 2148; p= 0.044).

Tabla 2: Estimaciones de abundancia total de palmeras de *Butia yatay* a nivel nacional (Uruguay) y por núcleo poblacional y de abundancia media por parche. Letras diferentes indican diferencias significativas (p<0.05) entre grupos, que fueron solo detectadas en Adultos. En abundancias totales no existieron diferencias y para juveniles se detectó diferencias solamente entre Quebracho y Guichón.

	Abundancia total nacional y por núcleo poblacional			Abundancia media por parche		
	N total	N Adultos	N Juveniles	N total	N Adultos	N Juveniles
General	496.262	380.996 (77%)	115.266 (23%)	1.213,3	931,5	281,8
Quebracho	252.659	204.477 (81%)	48.182 (19%)	994,7	805,1 (A)	189,6
Sto.Domingo	192.660	154.943 (59%)	37.717 (41%)	1.870,4	1.504,2 (A)	366,2
Guichón	50.942	21.577 (42%)	29.365 (58%)	979,6	414,9 (B)	564,7

Los histogramas de abundancia de juveniles y adultos, a nivel nacional y por núcleo poblacional se muestran en las Figuras 7 y 8. Los datos encontrados para cada núcleo demostraron un mayor número de individuos para Quebracho, donde la población total corresponde a los 252.659 individuos (Intervalo de Confianza: IC= 204,2; p≤0.05). El núcleo Santo Domingo presentó un total de 192.660 individuos (IC=768,1; p≤0.05) y Guichón fue el que representó la menor población de *Butia yatay*, con 50.943

individuos (IC=379,8; $p \leq 0.05$). Sin embargo, fue el único núcleo donde la cantidad de renuevos superó la abundancia de adultos.

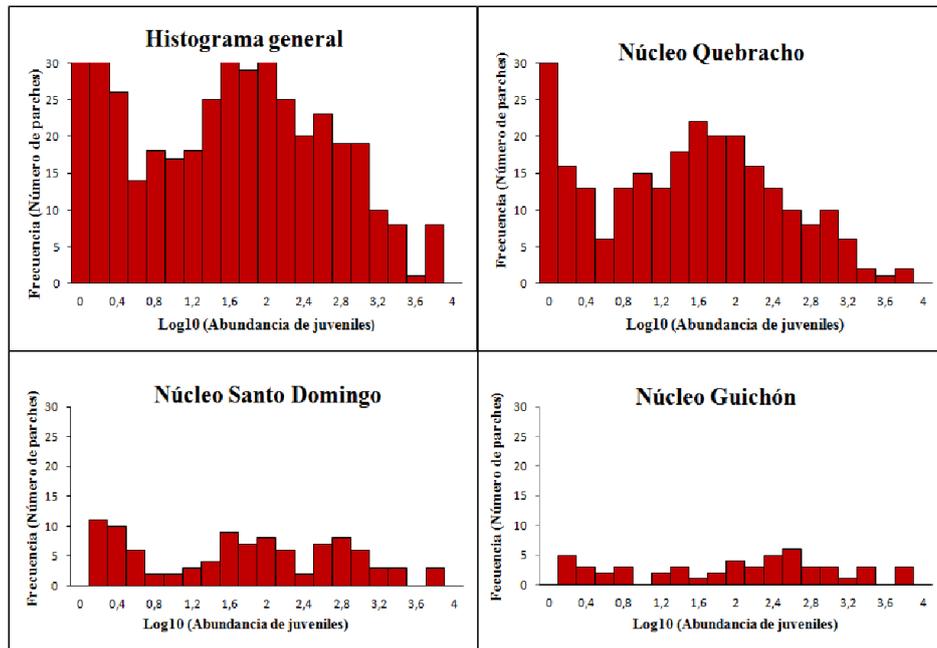


Figura 7: Histograma de frecuencia de la abundancia de juveniles, general y por núcleo de palmares de *Butia yatay*.

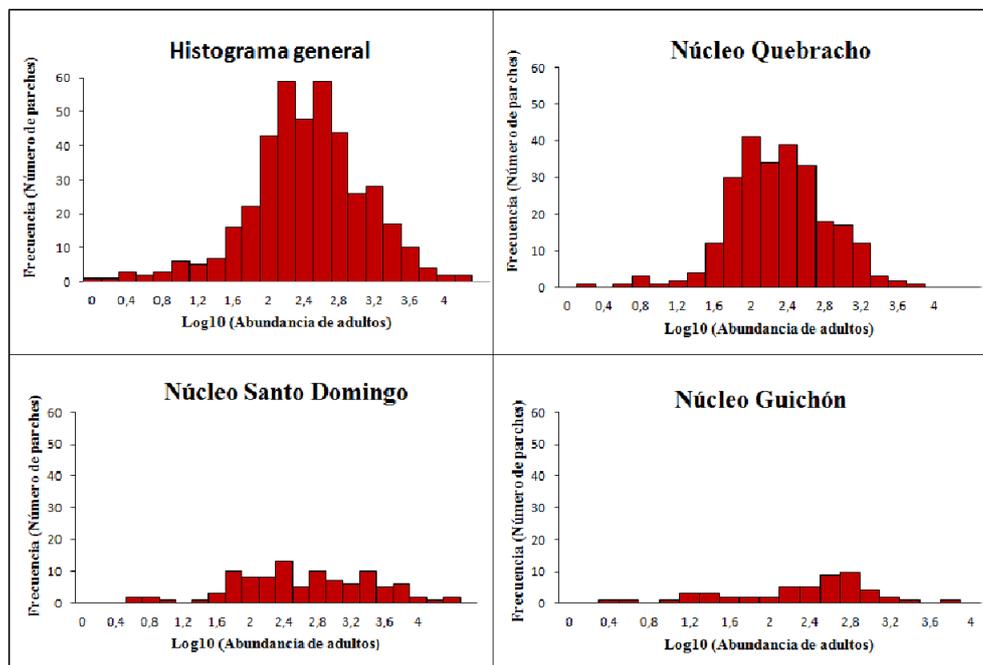


Figura 8: Histograma de frecuencia abundancia de adultos general y por grupo de *Butia yatay*.

El apéndice 2 muestra una figura de los puntos de muestreo analizados en el campo. Los datos referentes a la salida se presentan en el Apéndice 3 y el análisis demostró que las correlaciones lineales entre la densidad de individuos fueron muy potentes,

corroborando lo estimado a través de la interpretación de imágenes satelitales ($R^2_{juveniles} = 0.95$, $p \leq 0.0001$ y $R^2_{adultos} = 0.86$, $p \leq 0.0001$).

Las medidas de conectividad demostraron que el promedio entre los tres parches vecinos varió entre 50 m (mínimo establecido como criterio para delimitación del parche) y 2624 m, con una media general de 374 m. Pocos parches presentaron distancia media superior a los 700 m (Tabla 3, Fig. 9). Las comparaciones de las medianas de la conectividad entre los parches de los diferentes núcleos, realizada a través del análisis de Kruskal-Wallis, no mostraron diferencias significativas entre ellos ($H = 0.37$; $p = 0.83$).

Tabla 3: Medidas de conectividad general y por núcleo poblacional de *Butia yatay*.

Conectividad (m)			
	Máx	Mín	Media
General	2624	50	374
Quebracho	2624	50	339
Sto. Domingo	2275	54	426
Guichón	2544	54	444

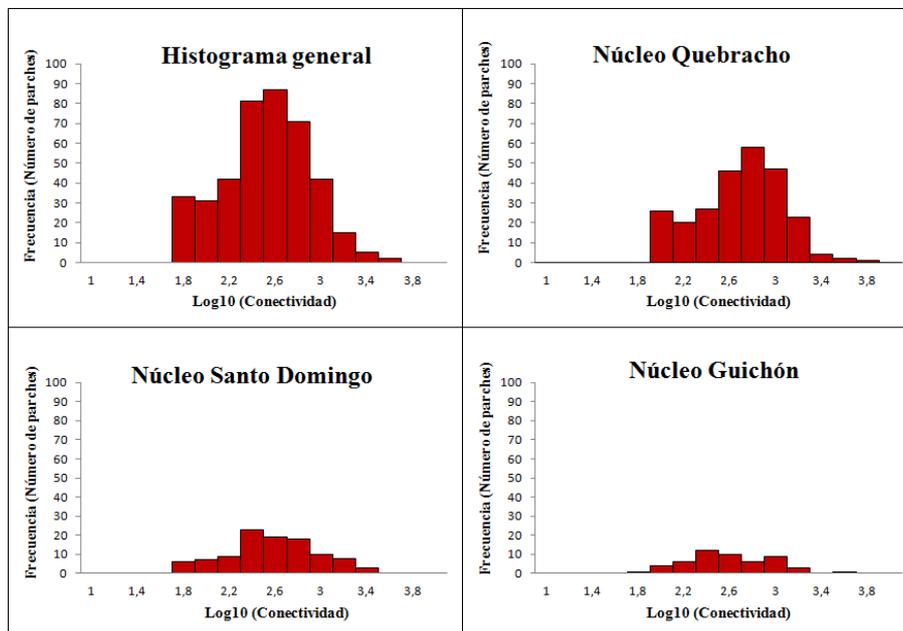


Figura 9: Histograma de frecuencia de la conectividad general y por núcleo poblacional de *Butia yatay*.

Estado de conservación y riesgo de extinción de *Butia yatay* en Uruguay

Con relación al riesgo de extinción de *Butia yatay*, se tomaron los criterios del libro rojo para especies amenazadas de UICN (2012a), para la categorización regional/nacional y los criterios para determinar la categoría de amenaza a la cual pertenece la especie disponibles en la UICN (2012b). Para evaluar la especie partimos con la pregunta propuesta para poblaciones consideradas reproductoras: ¿La población regional es objeto de alguna inmigración de propágulos capaces de reproducirse en la región? Si bien no tenemos información genética sobre dichas poblaciones, considerando las distancias a los núcleos poblaciones de la región (Argentina y Brasil), y la presencia del río Uruguay como barreras geográficas, se presume que no (Fig. 10).

Área de extensión de *Butia yatay* en Sudamérica

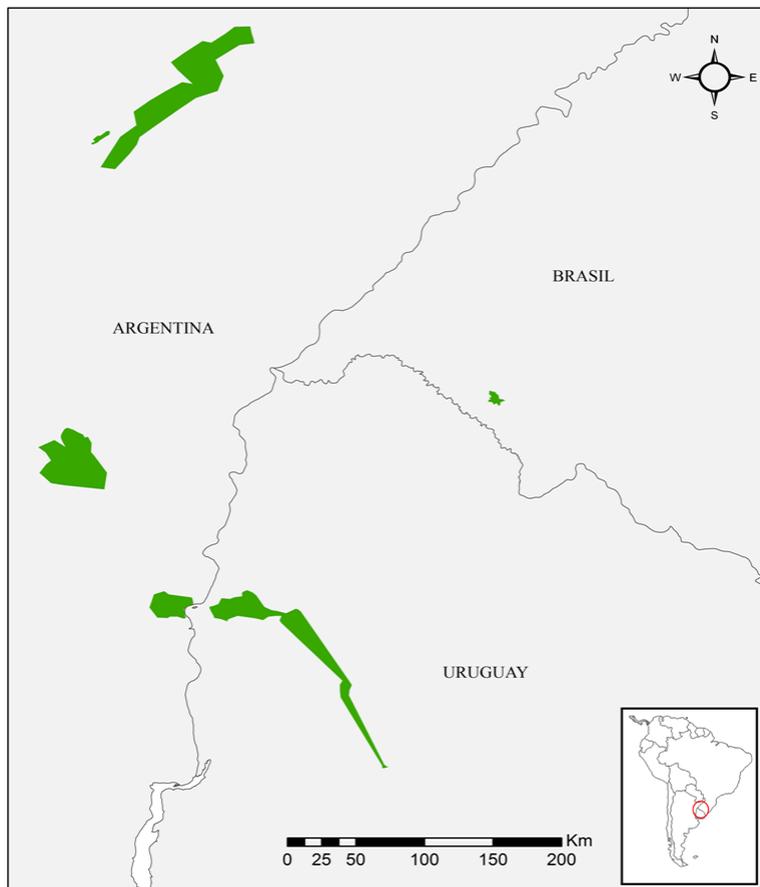


Figura 10: Área de extensión (explicada como área de distribución potencial) de *Butia yatay* en Sudamérica, según datos extraídos de Martínez-Crovetto y Piccinini (1950) para Argentina y Soares (2013) para Brasil, con inclusión del área de distribución encontrada para Uruguay en la actualidad.

Utilizando entonces los criterios B1 y B2 de la clasificación para evaluar la categoría de amenaza de las especies, se pudo concretar que los palmares de *B. yatay* presentes en Uruguay ocupan aproximadamente 1450 km² de área de extensión y menos de 27 km² de área de ocupación, lo que es inferior al límite establecido en estos (Tabla 4).

Tabla 4. Criterios UICN (2012a) para evaluar la categoría de amenaza de extinción, referidos a la distribución espacial, y datos de la población uruguaya de *Butia yatay*. Se resalta la categoría que le corresponde a *B. yatay* en Uruguay.

Criterios UICN	Categorías de amenaza de extinción			<i>Butia yatay</i> en Uruguay
	Peligro Crítico	Peligro	Vulnerable	
B1 ¹ . Rango de Extensión (km ²)	<100	<5000	<20000	1.450
B2 ² . Área de ocupación				
-Superficie (km ²)	<10	<500	<2000	27
-Número de localidades	=1	≤ 5	≤10	3

1: EOO - Área del polígono convexo que engloba a todos los registros conocidos de la especie.

2: AOO - Área realmente ocupada por la especie dentro del rango de extensión.

De acuerdo con los datos de su distribución actual, la población uruguaya de *B. yatay* debe ser categorizada, según la tabla presentada anteriormente, como “**en peligro**” de acuerdo a los criterios de la UICN.

El índice del estado de conservación, calculado como la sumatoria de las variables estandarizadas (abundancia de juveniles, abundancia de adultos y conectividad), varió fuertemente entre parches (Tabla 5), aunque fueron escasos los parches con altos valores de IEC (Fig.11). El 82% (N= 334) de los parches presentan valores menores a 0.7 y solamente 16% (N= 75) superan este valor. El núcleo que presentó mayores valores de IEC (> 0.7) por parche, fue Quebracho (85%), seguido de Santo Domingo (77%) y Guichón (75%). A pesar de presentar el menor número de parches y poseer la menor área de distribución, el núcleo Guichón fue el que presentó el mayor promedio de Índice de conservación por parche en relación a los demás núcleos. En el análisis de Kruskal-Wallis no se encontró diferencias significativas entre el IEC de los núcleos poblacionales (H= 4.21; p= 0,12), aunque el test de Mann Whitney demostró cierta diferencia denotada entre el núcleo Quebracho y Guichón (w=9139.00; p=0.06) pero no entre los demás núcleos.

Tabla 5: Medidas del Índice de Conservación por parche a nivel general y por núcleo poblacional de *Butia yatay* y global por núcleo.

Índice de conservación por parche				
	General	Quebracho	St. Domingo	Guichón
Máximo	0.98	0.95	0.98	0.91
Mínimo	0.17	0.20	0.17	0.22
Promedio	0.53	0.51	0.53	0.56
Índice de conservación por núcleo				
Global		0.85	0.79	0.74

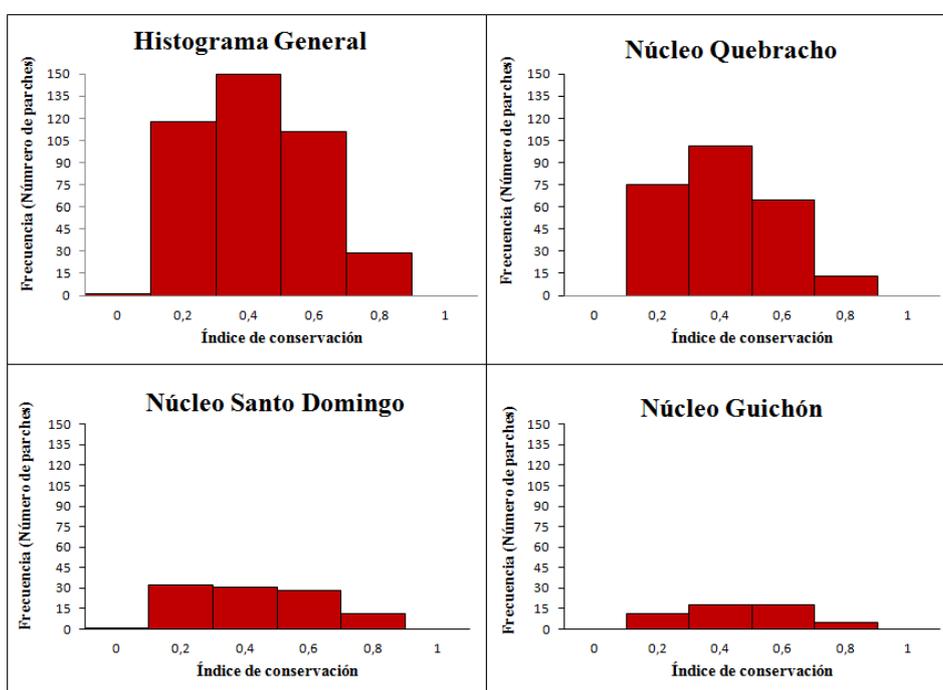


Figura 11: Histograma de frecuencia para el índice de estado de conservación general y por núcleo poblacional de *Butia yatay*.

DISCUSIÓN

Distribución y abundancia de *Butia yatay* en Uruguay

Los resultados de este capítulo muestran que los parches de *Butia yatay* (n=409) denotan cierto localismo de la especie en Uruguay, tal como descrito por Martínez-Crovetto y Piccinini (1950) y Chebataroff (1974), representado por solamente tres localidades.

En Argentina, las observaciones realizadas por Martínez-Crovetto y Piccinini (1950) demuestran que *Butia yatay* llegaría a representar un área de extensión de

aproximadamente 4.084 km², (según criterios de estimación del rango de extensión) localizada en las Provincias de Corrientes y Entre Ríos. Según los mismos criterios y los relatos de Soares (2013) para Brasil, indican que la especie cuenta con solamente dos poblaciones distribuidas en el estado de Rio Grande do Sul, en las localidades de Giruá y Quaraí, ocupando aproximadamente 60km² de rango de extensión.

En Uruguay, el área total de distribución actual de la especie, calculada como el área de extensión (1.450 km²), fue mucho menor al área potencial estimada y calculada en base al mapa de distribución publicado por Brussa y Grela (2007), (ver mapa de distribución en Anexo 3). Si bien en el presente estudio no fueron considerados aquellos individuos dispersos que no conformaban palmares (<0.5ha), y el rango de extensión y área de ocupación podrían ser algo mayor, se considera que la situación actual dista significativamente del área propuesta por aquellos autores de aproximadamente 16.440 km².

El área de ocupación, es decir, donde realmente se han detectado parches de palmares, es de tan solo 27 km² (2.696 ha). La mayor ocupación se localiza en el departamento de Paysandú (n=357; 2.386 ha), y es muy reducida en Río Negro, abarcando solamente 310 ha.

El área total de extensión potencial de la especie, sumando las distribuciones en Argentina (4.084 km²), Brasil (60 km²) y Uruguay (1.450 km²), rondaría entonces los 5.594 km². De tal forma, las poblaciones existentes en Uruguay representarían un 26% del área de extensión total de la especie, mientras Argentina está representada por 73% y Brasil solamente cuenta con 1% del área total (Ver Fig. 9 referente al mapa del área de extensión de toda Sudamérica). A pesar de la gran área representada por Argentina, algunos autores estiman que las poblaciones de Corrientes se redujeron un 64% en los años 90 (Carnevali 1994), además se relata que la población de Concordia (Entre Ríos), antes considerablemente representativa, fue prácticamente destruida por completo como ya había sido relatado por Martínez-Crovetto y Piccinini (1950).

En nuestro trabajo, tampoco se detectaron parches de palmar en la cercanía del río Negro, entre las localidades de Palmar y Paso de los Toros, donde anteriormente existían reportes de los palmares de Mujica y de Porrúa (Chebataroff 1960). Según el autor, el palmar de Porrúa presentaba cerca de 2.270 palmeras, que estarían distribuidas en un área total de 3.500 ha, pudiendo extenderse a 6.000 ha de áreas adyacentes que se tratarían de tierras inaptas para el cultivo y de rendimiento mediano o bajo para el pastoreo. El palmar de Mujica a su vez, según el mismo autor, presentaba apenas algunos centenares de palmeras y tenía un número muy bajo de palmeras jóvenes, cercano a media docena. Hoy en día, en ambas localidades no existen formaciones de palmares según los criterios definidos en este estudio (i.e., área >0.5 ha; dosel ≥ 10%; distancia entre palmeras <50 m). Sin embargo, es posible observar algunas palmeras aisladas que persisten en la zona del antiguo palmar de Porrúa, en una porción arenosa del terreno, que no superaría los 100 individuos (obs. personal). Uno de los principales

motivos considerados, que podría haber ocasionado la destrucción completa o parcial del palmar de Mujica, posiblemente haya sido la construcción del embalse del Paso del Palmar en los años 80, ubicado sobre las orillas del Río Negro y que inundó gran parte de la zona.

Con respecto al tamaño poblacional se encontró a través de los análisis de imágenes un total de 496.262 individuos (adultos y juveniles). Cabe destacar que esta estimación no contempla a los individuos dispersos en la matriz, que no conforman palmares, por lo que la real abundancia sería algo mayor. El número de individuos juveniles de las poblaciones uruguayas de *Butia yatay* (N=115.266) es mucho menor en relación a los adultos encontrados (N= 380.996), y podemos interpretar que existen factores que estarían limitando la tasa de reclutamiento de la especie, y por ende el número de juveniles, pudiendo ser algo relacionado a la dinámica poblacional de la especie o algunos factores externos, como, por ejemplo, el pastoreo ganadero. En la primera mitad del siglo XX, algunos investigadores observaron que las poblaciones de la especie tenían escasos individuos jóvenes e interpretaron que los palmares estaban amenazados por la actividad humana (Castellanos y Ragonese 1949; Martínez-Crovetto y Piccinini, 1950; Dimitri y Rial 1955). Estos datos también son considerados en estudios más recientes por Lunazzi (2009) y Batista et al (2014), que observaron una baja regeneración natural de los palmares de Colón en la provincia de Entre Ríos (Argentina) y consideraron tal factor como un problema de conservación para la especie. Otros datos también reportados por Batista et al (2014), sugieren que hay una distribución diferencial de las palmeras adultas y de las palmeras jóvenes en el paisaje, ya que ellos observan una regeneración de palmeras jóvenes en distintos tipos de suelos y ambientes diferentes de aquellos donde en el pasado se estableció el grueso de las actuales poblaciones de *B. yatay*. Siendo así, los palmares podrían originarse en una dinámica de colonización de parches de hábitat disponible, luego del desaparecimiento de poblaciones precedentes. Este fenómeno es presentado por Martínez-Crovetto y Piccinini (1950), quienes propusieron que el establecimiento de los palmares es episódico y que en diferentes épocas ocurre en ambientes edáficos diferentes según las fluctuaciones del clima (temperatura y precipitación). En este trabajo, se observó a través de las imágenes satelitales y observaciones en el campo, que gran parte de los palmares con gran densidad de juveniles se encontraban, por lo general, separados de los individuos adultos.

Los resultados previos de la tesis de maestría de Lunazzi (2009) sugieren que las bajas precipitaciones ocurridas en el Parque Nacional El Palmar (PNEP) y la alta densidad de los individuos adultos de *Butia yatay* serían importantes controladores del régimen de reclutamiento de plántulas de la especie. Según Harper (1977) y Sarukhán (1980), los estadios más tempranos del ciclo de vida (semillas y plántulas) son los que determinan los patrones de distribución de los individuos adultos de las plantas. Lunazzi (2009) y Batista et al (2014) reportan una gran mortalidad de individuos de *B. yatay* durante la fase de plántulas con hojas gramínoideas y compuestas. Esta alta mortalidad, se debe en

parte a interacciones interespecíficas negativas entre adultos longevos y reclutas, que producen limitaciones en el reclutamiento y/o aumentos en la mortalidad en estadios intermedios (plántulas y juveniles) (Lunazzi 2009). Según la autora, los individuos adultos modulan los factores que controlan el crecimiento y la supervivencia de las plántulas y juveniles, y determinan sus patrones espaciales de distribución. En este sentido, se han descrito casos de asociaciones positivas de adultos que favorecen el establecimiento de las plántulas de la misma u otras especies (efecto nodriza) (Archer et al 1988; Archer 1995). También se han descrito casos de asociaciones negativas entre plántulas y adultos, que desfavorecen su propia regeneración a través de algún factor que limita directa o indirectamente el establecimiento de renuevos (Rolhauser 2007; 2011; 2014). En estos casos, es común que en la proximidad a los adultos conespecíficos disminuya la supervivencia y el crecimiento de plántulas y su desarrollo a estadios más avanzados. En su trabajo, Lunazzi (2009) indica que las parcelas donde realizó sus estudios presentaban un bajo número de palmeras juveniles, aunque había plántulas con hojas simples y compuestas. La autora señala que las palmeras juveniles eran tan raras que no se pudo evaluar las tasas vitales correspondientes a dicho estadio. Además, la densidad de palmeras adultas disminuyó muy gradualmente durante el periodo de estudio y lo interpretó como producto de la mortalidad y la ausencia de nuevas palmeras reclutadas. En este sentido, sería interesante que nuevos estudios relacionados a la dinámica poblacional de la especie, sean realizados en Uruguay. Otro posible factor vinculado a la desaparición o reducción de los palmares, podría ser el cambio de uso y cobertura del suelo, como ha sido visto para Brasil y Argentina (LVFB 2013; Carnevali 1994), tema que se abordará mejor en el Capítulo II.

Estado de conservación de *Butia yatay*

El estado de conservación de la especie a nivel global aún no ha sido evaluado, pero existen algunos antecedentes regionales escasos y fragmentarios. Para Argentina *Butia yatay* ya era considerada en estado de amenaza desde la década de 90, donde se relató que las poblaciones de la provincia de Corrientes se habían reducido en un 64% (Carnevali 1994). En 1965, con el objetivo de conservar la especie, fue creado el Parque Nacional el Palmar (PNEP), ubicado en la provincia de Entre Ríos, frente al departamento de Paysandú. Hoy en día el área se considera la mayor reserva de *B. yatay*, con una superficie de 8500 hectáreas (Rolhauser 2007). Además, cercano al parque se conserva una superficie de 200 hectáreas, creada en convenio con una ONG y un productor privado. Recientemente, con la misma finalidad, se creó en Corrientes el Parque Nacional Mburucuyá, que contiene algunos parches de palmar (Lunazzi 2009). En estas áreas protegidas, se destaca la ausencia de individuos jóvenes en la población, debido a una alta tasa de mortalidad en las primeras fases de desarrollo de la especie (Rolhauser 2007; Lunazzi 2009; Batista et al 2014).

Para Brasil, la información es aún más escasa, existiendo muchas controversias respecto a la taxonomía del género (Deble et al 2011). La especie ocurre solamente en el estado de Rio Grande do Sul y su estado de conservación fue recientemente evaluado (Soares 2013; LVFB 2013). En 2008 fue catalogada como deficiente de datos por el Ministerio do Meio Ambiente (MMA 2008) y en 2013 fue incluida en el libro rojo de especies amenazadas, como “Vulnerable” (LVFB 2013). Entre las causas del alto nivel de riesgo de extinción de la especie, se destaca la disminución de hábitats debido a la expansión de las actividades agropecuarias y forestales, las cuales fueron realizadas en gran parte durante la década de 70 (LVFB 2013). Los datos actuales en Brasil, indican que la especie abarca un área de tan solo 60 km², en la región de Quaraí, frontera con Uruguay, además de algunos fragmentos en la zona misionera de Giruá (Soares 2013).

Los datos encontrados en este trabajo para Uruguay permiten realizar una categorización basada en los criterios de la UICN a nivel regional/nacional (UICN 2012a). A través de tales criterios, se pudo concluir que la especie presenta solamente tres núcleos poblacionales, y su área actual de ocupación es de tan solo 27 km², lo que determina que la especie puede ser catalogada como “**en Peligro**” en Uruguay. En este estudio no fueron considerados aquellos individuos dispersos en la matriz, y por lo tanto el número de individuos y área de distribución estimados podrían ser un poco mayor. A pesar de eso, es difícil pensar que el área de ocupación podría superar los 500km², límite establecido por la UICN como criterio esencial para mantener la especie en esta misma categoría de amenaza.

Los datos generados aquí sobre la distribución de *B. yatay* en Uruguay, pueden ser ahora integrados con la información de Argentina y Brasil, para llevar adelante una evaluación global. En este sentido, considerando que la distribución global de la especie abarcaría 9 localidades (4 en Argentina, 2 en Brasil y 3 en Uruguay; Fig. 9) (i.e., ≤ 10), y que el rango de extensión es de 5.594 km² (< 20.000 km²), la evaluación global de *B. yatay* podría ser catalogada como “**Vulnerable**”. Cabe destacar la estimación de 9 localidades es muy conservativo, ya que se incluyó la población Norte de Brasil, que está prácticamente extinta (LVFB 2013). Por otra parte, los 3 núcleos poblacionales segregados en Uruguay podrían corresponder a 2 poblaciones locales, debido a que los núcleos Quebracho y Santo Domingo están muy próximos entre ellos (~6 km), y podrían conformar una única población.

El mejor estado de conservación a nivel de parche se registró en el núcleo poblacional Quebracho, seguido por Santo Domingo y finalmente por Guichón. La mejor situación se dio posiblemente por la mayor superficie promedio de los parches de Quebracho (1.560 ha). A su vez, Guichón es el núcleo que presenta menor número de parches (N=52) y menor área de ocupación (310 ha), encontrándose más aislado de los demás núcleos y presentando el mayor promedio de distancia entre sus parches, representando el núcleo con situación más crítica para el país. El bajo índice de estado de conservación observado, puede haber sido ocasionado principalmente por dos factores: la baja abundancia de juveniles y la baja superficie o área de los parches, ocurriendo de forma

similar para los tres núcleos. Se observó que 58 de los 60 parches con bajo IEC no llegan a tener un individuo juvenil por parche y en 56 de ellos el área es menor a los 0.7 ha.

El bajo estado de conservación observado en los parches de *B. yatay* y sus causas de deterioro pueden ser dados por diversas razones, pudiendo ser de forma natural, debido a la dinámica poblacional de reclutamiento y su formación disjunta relatada para los palmares, como también debido al intenso uso del suelo que viene sufriendo la región. En muchos casos puede haber sido el crecimiento agrícola-forestal e implementación de praderas artificiales en la zona de la Eco-región de la Cuenca sedimentaria del Oeste, especialmente en el departamento de Paysandú (Brazeiro et al 2015).

Los cambios en el uso del suelo y sus consecuencias sobre la población de *B. yatay* y su estado de conservación aun no fueron estudiadas en Uruguay. De tal forma se hace de extrema importancia investigar sobre las verdaderas causas que pueden estar llevando la especie a una posible disminución y tomar medidas para desarrollar técnicas que auxilien a la conservación de la especie en Uruguay, ya que su situación actual se muestra bastante frágil. Con este objetivo, en el capítulo II de la tesis tratamos de analizar la correlación actual entre el estado de conservación de los parches de *B. yatay*, respecto al uso del suelo en el entorno inmediato de los mismos. Analizando la variación temporal de parches de palmar durante los últimos 50 años, en algunas de las regiones donde las mismas se encuentran actualmente se tratará de evaluar el efecto de la intensificación agro-forestal y ganadera sobre la cobertura espacial de los principales palmares de la especie.

BIBLIOGRAFÍA

Achkar, M; Blum, A.; Bartesaghi, L.; Ceroni, M.. 2012. Escenarios de cambio de uso del suelo en Uruguay. Informe técnico, convenio MGAP/PPR - Facultad de Ciencias/Vida Silvestre/ Sociedad Zoológica del Uruguay/CIEDUR. 24p.

Archer, S.; Scifres, C.; Bassham, C.R.; Maggio, R. 1988. Autogenic succession in a subtropical savanna: conversion of grassland to thorn woodland. *Ecol Monogr.* 58:111–128p.

Archer, S. 1995. Tree-grass dynamics in a *Prosopis*-thomscrub savanna parkland. *Reconstructing the past and predicting the future.* *Ecoscience* 2: 83-99p.

Batista, W.B.; Platt, J. 2003. Tree population responses to hurricane disturbance: syndromes in a southeastern United State old-growth forest. *Journal of Ecology.* 91: 197-212p.

Batista, W.B.; Rolhauser1, A.G.; Biganzoli1, F.; Burkart, S.E.; Goveto, L.; Maranta, A.; Pignataro, G.A.; Morandeira, N.S.; Rabadán, M.. 2014. Las comunidades vegetales de la sabana del Parque Nacional El Palmar (Argentina). *Darwiniana, nueva serie* 2(1): 5-38p.

Biole, F.J.; Baliño, J. J. 1985. Consideraciones sobre los palmares de *Butia yatay*. Parque Nacional El Palmar (PNEP). Informe Biológico Interno N° 2. Administración de Parques Nacionales. Informe inédito.

Brazeiro, A.; Achkar, M.; Canavero, A.; Fagúndez, C.; González, E.; Grela, I.; Lezama, F.; Maneyro, R.; Barthesagy, L.; Camargo, A.; Carreira, S.; Costa, B.; Núñez, D.; da Rosa, I.; Toranza, C.. 2008: Prioridades Geográficas para la Conservación de la Biodiversidad Terrestre de Uruguay. Resumen Ejecutivo. Proyecto PDT 32-26, 48p.

Brazeiro, A., Panario, D., Soutullo, A., Gutiérrez, O., Segura, A., Mai, P., 2015. Identificación y delimitación de eco-regiones, in: Brazeiro, A. (Ed.), *Eco-Regiones de Uruguay: Biodiversidad, Presiones Y Conservación*. Aportes a La Estrategia Nacional de Biodiversidad. Facultad de Ciencias, CIEDUR, VS-Uruguay, SZU, Montevideo, Uruguay, pp. 46–59.

Brown, J.H. 1984. On the relationship between abundance and distribution of species. *The American Naturalist*. 124(2): 255-279p. Published by: [The university of Chicago press](http://www.press.uchicago.edu/) for [the American Society of Naturalists](http://www.american-naturalist.org/) stable url: <http://www.jstor.org/stable/2461494>

Brussa C,A.; Grela, I.A. 2007. Flora Arbórea del Uruguay. Con énfasis en las especies de Rivera y Tacuarembó. Montevideo (Uruguay): COFUSA.

Cabral, E. L.; Castro, M. 2007. Palmeras Argentinas. Guía para el reconocimiento. Editorial L.O.L.A. 88 p.

Carnevali, R. 1994. Fitogeografía de la Provincia de Corrientes. Gobierno de la Provincia de Corrientes. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.

Castellanos, A.; Ragonese, A. 1949. Distribución geográfica de algunas palmas del Uruguay. *Lilloa* 20: 251-261p.

Chapin, M.H.; Wood, K.R.; Perlman, S.P.; Maunder, M. 2004. A review of the conservation status of the endemic *Pritchardia* palms of Hawaii. *Oryx*. 38:273-281p.

Chebataroff, J. 1960. El Palmar de Porrúa. Una reliquia botánica en el territorio uruguayo. Universidad de la República. Facultad de Humanidades y Ciencias. Montevideo. 49 p.

Chebataroff, J. 1974. Palmeras del Uruguay. Montevideo. Bouzet Ed., 32p.

Deble, L.P.; Marchiori, J.N.C.; Alves da Silva, F.; Silveira de Oliveira-Deble, Anabela. 2011. Survey on *Butia* (Becc.) Becc. (Arecaceae) from Rio Grande do Sul State (Brazil). *Balduinia*, 30(7): 03-24p.

[Decreto N° 474 del 22 de mayo del 2002; sobre el Organismo de Aplicación de la Ley N° 3.337 \(Provincia de Misiones\) \(AR055\)](#). Acceso en: http://www.wipo.int/wipolex/es/text.jsp?file_id=180712

Decreto N° 2.914/92. Declara de interés público y fuera de comercio a los ejemplares nativos de las especies *Allagoptera campestris*, *Allagoptera arenaria* (Pindocitos) y *Butia yatay* variedad *paraguayensis* (Yatay poñí o Miní). Acceso en: http://www.fucema.org.ar/old/bipro/misiones/dec2914_92.htm

Dimitri, M.J.; Rial, O.R. 1955. La protección y conservación de la naturaleza en la Provincia de Entre Ríos. *Natura* 1(2): 135-152p.

Dirección Nacional de Meteorología 2013. Disponible en: <https://inumet.gub.uy/>

Dransfield, J.; UHL, N.W.; Asmussen, C.B.; Baker, W.J.; Harley, M.M.; Lewis, C.E. 2008. *Genera Palmarum: The evolution and classification of palms*. Royal Botanic Gardens Kew: Kew Publishing.

Fiaschi, P.; Pirani, J. R.. 2009. Review of plant biogeographic studies in Brazil. *Journal of Systematics and Evolution*, 47: 477-496p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1759-6831.2009.00046.x>.

Forman, R.T.T.; Godron, M. 1986. *Landscape Ecology*. John Wiley & Sons, New York.

Gaiero, P.C.; Mazzella, C.; Agostini, G.; Bertolazzi, S.; Rossato, M.. 2011. Genetic diversity among endangered Uruguay populations of *Butia* Becc. Species based on ISSR. *Plant systematic & Evolution*. 292(12): 105-116p.

Gastón, K.J. 1994. *Rarity. Population and community biology series*. Department of entomology, The Natural History Museum, London, UK.

GeoUruguay. 2008. *GeoUruguay. Informe del Estado del Ambiente*. CLAES/PNUMA/DINAMA, Montevideo. 350p.

Grela, I. 2004. *Geografía florística de especies arbóreas de Uruguay: Propuesta para la delimitación de dendrofloras*. Tesis M.Sc. PEDECIBA- Universidad de la República, Montevideo. 97p.

Harper, J.L. *Population biology of plants*. London, Academic Press, 1977. 892p.

Henderson, A. 1995. *The Palms of the Amazon*. Oxford University Press, New York. 362p.

- Jeltsch, F.; Milton, S.J.; Drean, W.R.J.; Van Rooyen, N. 1996. Tree spacing and coexistence in semiarid savannas. *Journal of Ecology*. 84: 583-595p.
- Lawton, J.H. May, R.M. 1995. Population dynamic principles. In: Lawton, J.H. and May, R.M. (eds). 1995. *Extinction rates*. Oxford University Press; Oxford UK. 147-163p.
- LVFB: Livro vermelho da flora do Brasil. 2013. Texto e organização Gustavo Martinelli, Miguel Ávila Moraes; Tradução Flavia Anderson, Chris Hieatt. - 1. ed. - Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 1100p.
- Lorenzi, H.; Moreira de Souza, H.; Medeiros-Costa, L. S.; Coelho de Serqueira; Ferreira, E. 2004. *Palmeiras brasileiras e exóticas cultivadas*. Nova Odessa: Instituto Plantarum, Noblick, L. R. Transfer of *Syagrus*. 432p.
- Lorenzi, H.; Noblick, L.R.; Kahan, F.; Ferreira, E. 2010. *Flora Brasileira Arecaceae: Palmeiras*. Nova Odessa: Editora Plantarum. 384p.
- 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. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Facultad de agronomía, Universidad de Buenos Aires (UBA), Buenos Aires, 125p.
- Martínez-Crovetto, R; Piccinini, B.G. 1950. La Vegetación de la República Argentina. Los palmares de *Butia yatay*. *Revista de Investigaciones Agrícolas* IV:153-242p.
- Matteucci, S.D.; Buzai, G.D. (eds.) 1998. *Sistemas ambientales complejos: herramientas de análisis especial*. Editorial Universitaria de Buenos Aires. 454p.
- Meerow, A.W.; Noblick, L.; Borrone, J.W.; Couvreur, T.L.P.; Mauro-Herrera, M.; William, J.; Hahn, W.J.; Kuhn, D.N.; Nakamura, K.; Oleas, N.H.; Schnell, R.J. 2009. Phylogenetic analysis of seven WRKY genes across the palm subtribe attaleinae (Arecaceae) identifies *Syagrus* as sister group of the coconut. *PLoS ONE* 4(10): 7353p.
- MGAP/DIEA: Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca /Estadísticas agropecuarias. Censo General Agropecuario 2011. Montevideo. Acceso en: <http://www.mgap.gub.uy/sites/default/files/multimedia/censo2011.pdf>
- MGAP: Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. 2006. Actualización de la carta forestal de Uruguay con imágenes del año 2004. Acceso en: http://www.cebra.com.uy/renare/wp-content/files_mf/13414347422006relevamientoforestal.pdf
- MMA: Ministério do meio ambiente. Instrução normativa n. 6, de 23 de setembro de 2008. Espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção e com deficiência de dados, diário oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 24 set. 2008. Seção 1, 75-83p.

MMA (Ministério do Meio Ambiente). 2008. Lista oficial de espécies da Flora brasileira ameaçada de extinção. Diário Oficial da União de 24 de setembro de 2008, nº 185. Seção 1, 75–83p. Acesso en:

http://www.mma.gov.br/estruturas/ascom_boletins/arquivos/83_19092008034949.pdf

Molina, B. 2001. Biología y conservación del palmar de *Butia capitata* en la reserva de Biosfera bañados del este. Avances de investigación, Rocha (Uruguay). PROBIDES.

Nazareno, A. G.; Dos Reis, M.S.. 2012. Linking Phenology to Mating System: Exploring the Reproductive Biology of the Threatened Palm Species *Butia eriospatha*. Journal of Heredity, 103(6):842-852p.

Nazareno, A.G. Conservação De *Butia Eriospatha* (Martius Ex Drude) Beccari (Arecaceae): Uma espécie da flora brasileira ameaçada de extinção. Tese de doutorado em Recursos Genéticos Vegetais da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis-SC. 141p.

Nazareno, A.G.; Dos Reis, M.S. 2013. At Risk of Population Decline? An Ecological and Genetic Approach to the Threatened Palm Species *Butia eriospatha* (Arecaceae) of Southern Brazil. Journal of Heredity, 105(1):120-129p.

Platt, W.J.; Rathbun, S.L. 1993. Dynamic of an old-growth longleaf pine population. In: Sharon M. Hermann, editor. Proceeding of tall timbers fire ecology conference nº 18. The longleaf pine ecosystem: Ecology, restoration and management. Research station, Tallahassee, FL. 275-297p.

Proyecto de Ley nro 9.872/39 del 13 de Septiembre de 1939: Acceso en: https://parlamento.gub.uy/documentosyleyes/leyes?Ly_Nro=9872&Searchtext=&Ly_fechaDePromulgacion%5Bmin%5D%5Bdate%5D=03-01-939&Ly_fechaDePromulgacion%5Bmax%5D%5Bdate%5D=03-10-2016

Rodríguez R.; Molina, B. 2000. Dispersión de semillas de palma butiá por el zorro de monte. En PROBIDES, Ficha Técnica Bañados del Este, 4 (9): 12p.

Rolhauser, A.G. 2007. Expansion of native tree population in El Palmar National Park: patterns and processes at landscape and stand scales. MSc thesis, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires.

Rosa, L.; Castellani, T.T.; Reis, A. 1998. Biología reproductiva de *Butia capitata* (Martius) Beccari var. *odorata* (Palmae) na restinga do município de Laguna, SC. Revista Brasileira de Botânica, São Paulo, 1(3): 281-287p.

Sarukhán, J. 1980. Demographic Problem in Tropical Systems. Chapter 8. In: Demography and Evolution in Plant Populations. Solbrig, O.T. (ed.). Botanical Monographs 15. Backwell. Scientific Publications Oxford. 161-188p.

- Shapcott, A.; Dowe, J.L.; Ford, H.. 2009. Low genetic diversity and recovery implications of the vulnerable Bankoualé Palm *Livistona carinensis* (Arecaceae), from Northeastern Africa and Southern Arabian Peninsula. *Conserv Genet.* 10: 317-327p. *Contributions to Botany*, 19: 1-98p.
- Smith, S.A.; Donoghue, M.J.. 2008. Rates of molecular evolution are linked to life history in flowering plants. *Science*, 322: 86-89p.
- Soares, K.P. 2013. O gênero *Butia* (Becc.) (Arecaceae) no Rio Grande do Sul com ênfase nos aspectos ecológicos e silviculturais de *Butia yatay* (Mart.) Becc. E *Butia witeckii* K. Soares & Longhi. Dissertação de mestrado. Santa Maria, RS, Brasil, 134p.
- Soares, K.P.; Longhi, S.J. 2011. Uma nova espécie de *Butia* (Becc.) Becc. (Arecaceae) para o Rio Grande do Sul, Brasil. *Ciencia Florestal*, Santa Maria, 21(2): 203-208p.
- Soares, K.; Witeck Neto, L. 2009. Ocorrência de *Butia capitata* e outras espécies do gênero *Butia* na região central do Rio Grande do Sul, Brasil. In: Geymonat, G.; Rocha, N. M'botiá: ecossistema único en el mundo. Casa Ambiental, Castilhos, Rocha, 37-41p.
- Sobral, M.; Jarenkow, J.A.; Brack, P.; Irgang, B.E.; Larocca, J.; Rodrigues, R.S. 2006. Flora arbórea e arborescente do Rio Grande do Sul, Brasil. São Carlos: RiMa/Novo Ambiente.
- Tomlinson, P. 1990. *The Structural Biology of Palms*. Oxford Science Publications.
- Turner, M.G.; Ruscher, C.L.; 1988. Changes in landscape patterns in Georgia, USA. *Landscape Ecology*. 1(4): 227-240p.
- Turner, M.G. 1990. Spatial and temporal analysis of landscape patterns. *Landscape Ecology*. 4: 21-30p.
- Turner, M.G.; Gardner, H.G. 1991. *Quantitative methods in landscape ecology*. Ecological Studies; Springer-Verlag, New York, USA. v. 82.
- Urban, D.L.; O'Neil, R.V.; Shugart, H.H. 1987. Landscape Ecology. A hierarchical perspective can help scientist understand spatial patterns. *Bioscience* 37: 119-127p.
- IUCN: International Union for Conservation of Nature. 2003. Red list of threatened species. Acesso en: <http://www.iucnredlist.org/technical-documents/red-list-training/red-list-guidance-docs>
- IUCN. 2012a. Guidelines for Application of IUCN Red List Criteria at Regional and National Levels: Version 4.0. (Gland, Switzerland and Cambridge, UK: IUCN, 2012).
- IUCN. 2012b. IUCN Red List Categories and Criteria: Version 3.1. Second edition. (Gland, Switzerland and Cambridge, UK: IUCN, 2012).

Wada, N.; Ribbens, E. 1997. Japanese Maple (*Acer palmatum* var. *Matsumurae*,
Arecaceae) recruitment patterns: seed, seedlings, and saplings in relation to conspecific
adult neighbors. *American Journal of Botany*. 84: 1294-1300p.

CAPITULO II

EFFECTOS DE LAS ACTIVIDADES AGRO-FORESTALES Y CAMBIOS EN EL USO DEL SUELO SOBRE LA POBLACIÓN Y EL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE *Butia yatay*

INTRODUCCIÓN

El área de distribución de la palmera *Butia yatay*, se inserta en los departamentos de Paysandú y Río Negro, dentro de la Eco-región Cuenca Sedimentaria del Oeste (Brazeiro et al 2015), abarcando una superficie total de 2696.40 ha (Capítulo I). Esta Eco-región posee un alto valor productivo y por lo tanto ha sufrido una intensa transformación en las últimas décadas, debido a una fuerte expansión e intensificación de la agro-forestación (GeoUruguay 2008; Achkar et al 2012). Tradicionalmente en esta zona se han concentrado las producciones agrícola-ganaderas más intensivas, con un desarrollo tecnológico basado en rotaciones cultivo-praderas, que han permitido minimizar los procesos de degradación de los suelos (Achkar et al 2012). Sin embargo, en los últimos años se ha producido un cambio tecnológico (i.e., siembra directa y uso de variedades transgénicas resistentes y aplicación de agroquímicos) que ha llevado a una agricultura continua, basada en la rotación soja-trigo (Brazeiro et al 2015). A esto se le ha sumado una fuerte expansión de la forestación con eucaliptus, que ha conducido a la conformación de uno de los principales núcleos forestales del país en el eje Paysandú-Río Negro (Achkar et al 2012) y generando un proceso de intensificación creciente (Achkar et al 2012; Brazeiro et al 2015). A pesar de la expansión de estos usos del suelo, la ganadería, otra actividad productiva de gran relevancia en la Eco-región, no ha decrecido, a expensas de concentrarse en áreas (feedlots) y a asociarse con otros usos, como por ejemplo con la forestación (GeoUruguay 2008; Achkar et al 2012).

El cambio en el uso del suelo es reconocido como la principal amenaza global a la biodiversidad terrestre, como consecuencia de la pérdida/fragmentación de hábitat (e.g., Vitousek 1994; Sala et al 2000; MEA 2005). De hecho, dentro de las especies amenazadas de los libros rojos, la pérdida de hábitat suele ser la principal amenaza identificada (ICMBio 2011). Por tanto, se encuentra en el centro de la investigación ambiental actual, debido a las implicaciones que conllevan en relación a la pérdida de hábitat, biodiversidad, bienes y servicios ambientales y la capacidad productiva de los ecosistemas (Fernández Núñez y Prados Velasco 2010).

En este capítulo se abordaron dos objetivos: (1) Evaluar la relación entre el estado de conservación del palmar a nivel local y el uso de suelo actual en su entorno. (2) Evaluar

los cambios en la cobertura espacial y superficie (pérdidas y ganancias) de algunas áreas de palmares de *B. yatay* en los últimos 50 años en función de los diferentes usos del suelo en la región. Estos corresponden a los objetivos 3 y 4 desarrollados en esta tesis. De tal forma, se analizó a través de procedimientos estadísticos y con el auxilio de programa ArGIS, los distintos usos del suelo en la vecindad de los parches de *B. yatay* y su relación con el estado de conservación de los mismos, estimado a través del Índice de Estado de Conservación (IEC) desarrollado en el Capítulo I. Realizando una comparación de la interpretación visual de fotografías aéreas de los años 1966/67 con imágenes de 2013, se evaluaron los cambios en la estructura de distintos parches de palmar y su vínculo con el uso del suelo y las actividades agropecuarias y forestales.

METODOLOGIA

Caracterización del uso del suelo actual en la vecindad de los parches de palmar de *Butia yatay*

La caracterización del uso del suelo entorno a los parches de palmar se realizó usando como base la cobertura de usos del suelo de Uruguay, elaborada por el **MGAP/MVOTMA/FAO*(2011)**. Esta cobertura, disponible en la web del Ministerio de Vivienda Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente (MVOTMA), se elaboró a partir del análisis de imágenes Landsat 5TM (resolución: 30 m) de los años 2006 y 2007.

Usando el programa ArcGIS 10.0, fueron generados buffers de 1000 m (polígonos que enmarcan área de influencia) alrededor de cada parche de palmar. La cobertura de áreas buffers fue posteriormente interceptada con la cobertura de uso del suelo de Uruguay, para retener la información del uso en torno a los palmares de *B. yatay*. Los datos correspondientes a los distintos usos del suelo fueron reagrupados por similitud (Tabla II.1)

Tabla II.1. Asignación de categorías por similitud a la cobertura de uso del suelo dada por MGAP/MVOTMA/FAO (2011).

Categorías de uso agrupadas por similitud	Cobertura de uso MGAP /MVOTMA/FAO
AGRICULTURA	- Cultivo de secano > 2 ha
AGUA	- Cursos de agua - Lagos, embalses y tajamares
BOSQUE	- Monte natural de parque - Monte nativo serrano y de quebrada - Monte nativo de galería.

	- Monte nativo
CITRUS	- Plantación de citrus - Plantación de frutales
FORESTACIÓN	- Plantación de eucaliptus > 5 ha. - Plantación forestal de pino > 5ha. - Monte de abrigo y sombra < 5 ha.
PRADERA	- Pradera natural o mejorada o cultivo herbáceo de secano - Arbustos y pradera natural - Pradera natural
SUELO DESNUDO	- Suelo desnudo - Suelo desnudo asociado a agricultura o plantación forestal
URBANO	- Urbano disperso y cultivos - Área urbana

*FAO - Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

Relación entre el estado de conservación de los parches de palmar y el uso del suelo en la vecindad

A los efectos de detectar agrupaciones de parches con características similares en cuanto al patrón de uso del suelo en la vecindad, se aplicó el análisis de conglomerados no-jerárquico k-means utilizando el programa InfoStat 2008. El análisis de k-means es un método de agrupamiento, que tiene como objetivo la partición de un conjunto de “n” observaciones en “k” grupos en el que cada observación pertenece al grupo cuyo valor medio es más cercano. Este análisis se realizó sobre las variables descriptivas del uso del suelo por palmar (previamente estandarizadas como porcentajes del área total del área buffer de 1 km). Posteriormente, se analizó con una ANOVA de una vía la variabilidad del Índice de Estado de Conservación (IEC) (Cap. I), entre los conglomerados de parches de palmar que fueron más contrastantes en términos de uso del suelo. Se evaluó además la variabilidad en el patrón de uso del suelo entre los tres núcleos poblacionales (Quebracho, Santo Domingo y Guichón).

La relación del uso del suelo con el IEC de los parches, se analizó también a través de regresiones lineales simples, tomando al IEC como variable dependiente y los distintos usos (porcentajes) en la vecindad (i.e., agricultura, forestación, urbano, bosque, pradera), como variables regresoras (i.e., variables independientes, estandarizadas como porcentajes del área buffer). Asimismo, se usaron regresiones lineales múltiples de tipo backward, para analizar simultáneamente la relación del IEC con los distintos usos del suelo en la vecindad.

Variación temporal de la cobertura de palmares de *Butia yatay* y su relación con el uso del suelo

El análisis de la dinámica temporal de los parches de palmar y de los núcleos poblacionales, fue realizado en base a la fotointerpretación y comparación de fotografías aéreas de los años 1966/67, respecto a imágenes actuales (2013) de alta resolución Google Earth. Las fotografías aéreas (escala 1:40.000) fueron provistas por el Servicio Geográfico Militar (SGM). En primer lugar, fueron seleccionadas 7 fotografías antiguas representativas, correspondientes a los núcleos poblacionales de Quebracho (3 fotos), Santo Domingo (1 foto) y Guichón (3 fotos), las mismas fueron georeferenciadas en el programa ArcGIS 10.0, utilizando como referencia las rutas nacionales y caminería local.

Por último mediante fotointerpretación visual fueron digitalizados los parches de palmares antiguos, siguiendo los mismos criterios especificados para delimitación de los parches actuales, explicado con detalle en el Capítulo I (pág. 17). Luego se generó una cobertura integrada, uniendo las coberturas de 1966/67 con la de 2013, y se realizaron cálculos vectoriales en ArcGIS 10.0 para estimar la superficie de palmar ganada, perdida y la variación neta para el país y por núcleo poblacional durante el período analizado (46-47 años).

Para la superficie de palmar perdida, se determinó la fracción correspondiente a lo que en la actualidad correspondiera a cualquiera de las categorías de uso del suelo (i.e., agricultura, forestación, urbano).

Finalmente, se realizó (sobre las fotografías aéreas de 1966/67) una categorización visual de los usos del suelo sobre el cual el área del palmar avanzó. Las categorías designadas para la categorización fueron: Pradera, agricultura, forestación, bosques y cursos de agua (correspondientes a tierras bajas y vías de drenaje).

RESULTADOS

Uso del suelo actual y estado de conservación de *Butia yatay*

Se detectaron ocho categorías similares de uso del suelo (para el 2006-2007) en la vecindad (1 km a la redonda) de los parches de palmar de *B. yatay*: pradera, agricultura, forestación, citrus, suelo desnudo, bosque, cuerpos de agua y áreas urbanas. El uso del suelo más común fue la pradera (122.554 ha), seguido por la agricultura (32.351 ha) y la forestación (24.663 ha). Cabe destacar que acá utilizamos el término praderas ya que la cobertura de uso del suelo se refiere tanto a pasturas artificiales como a los pastizales naturales. Las praderas en Uruguay son en su gran mayoría pastoreadas por ganado (vacuno y secundariamente ovino), en este sentido, la cobertura “pradera” denota en general un uso pastoril. También se encontró una considerable superficie de suelo desnudo, que podría asociarse a la agricultura y/o forestación (13.087 ha). Los bosques,

cuerpos de agua, plantaciones de citrus y áreas urbanas, fueron usos muy escasos en la vecindad de los palmares.

El análisis kmeans se corrió en forma preliminar para conformar 15 conglomerados, lo que permitió observar que la heterogeneidad intragrupo casi no varió a partir de los 8 conglomerados. Esto indicó que niveles inferiores de subdivisión (i.e., <8 conglomerados) serían recomendables para describir significativamente la heterogeneidad en el uso del suelo en la vecindad de los parches (Fig. II.1a). Se analizó el patrón de uso del suelo bajo distintos niveles de subdivisión, y se decidió finalmente considerar la subdivisión en 3 conglomerados, ya que estos representan 3 patrones claramente contrastantes en términos de uso del suelo (Fig. II.1b).. El conglomerado 1 corresponde a parches insertos en una matriz dominada por el uso forestal y ganadero (praderas), el conglomerado 2 representa una matriz agrícola-ganadera, y el 3 a una matriz esencialmente ganadera.

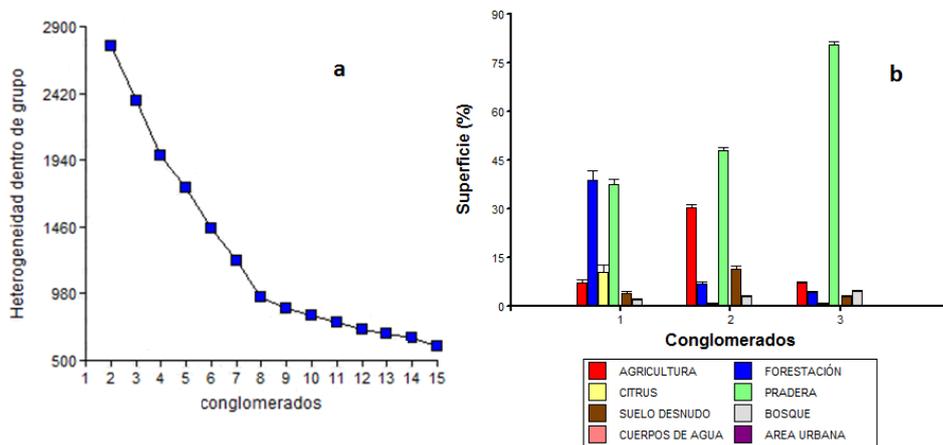


Figura II.1: Resultados de análisis de conglomerados kmeans. (a) Variación del grado de heterogeneidad intragrupo (%) en función del número de conglomerados definidos. (b) Caracterización de los usos del suelo entorno a los parches de palmar para tres conglomerados, en base a la mediana (± 1 DE). El número de parches de palmar en los conglomerados 1, 2 y 3 fue 81, 162 y 166, respectivamente.

El valor promedio de IEC de los parches no varió significativamente entre los 3 conglomerados (ANOVA: $F_{2,406} = 1.67$, $p=0.19$) (Fig. II.2), rondando el valor de 0.5 en todos los casos.

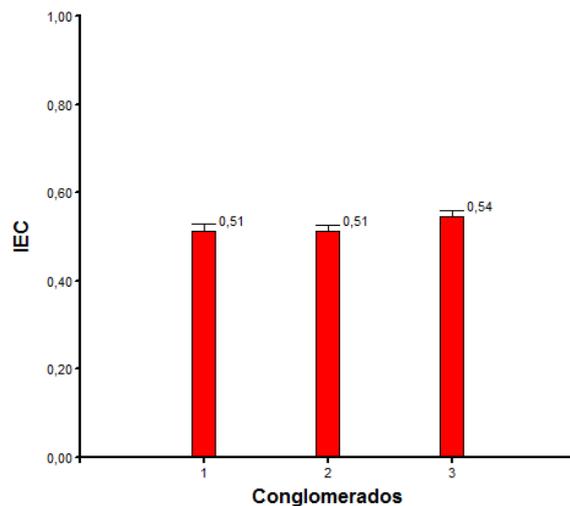


Figura II.2: Variación del Índice de Estado de Conservación (IEC) de los parches de palmar con el patrón de uso del suelo en la vecindad, denotado por los conglomerados determinados en el análisis kmeans (ver Fig. II.1).

La figura II.3 muestra el patrón de uso del suelo promedio (porcentaje de uso por categoría) en la vecindad de los palmares, para los tres núcleos poblacionales (Quebracho, Santo Domingo y Guichón). Nótese que el núcleo Guichón llega a presentar un 80% de su uso ocupado por praderas, mientras que las demás categorías de uso no superan el 5%. Los núcleos Quebracho y Santo Domingo presentaron porcentajes similares de pradera (57% y 54%, respectivamente), pero se diferenciaron respecto al uso agrícola y forestal. Quebracho cuenta en promedio con un 20% ocupado por superficies agrícolas y solamente un 8% de superficie forestal. Por el contrario, Santo Domingo posee una mayor área forestada, que llega en promedio al 26%, mientras que la agricultura ocupa apenas 12% de las áreas buffer. Tanto para Quebracho como para Santo Domingo, la superficie de suelo desnudo es cercana al 7%, denotando un uso forestal y/o agrícola. Las demás categorías de uso presentaron valores inferiores a 5%.

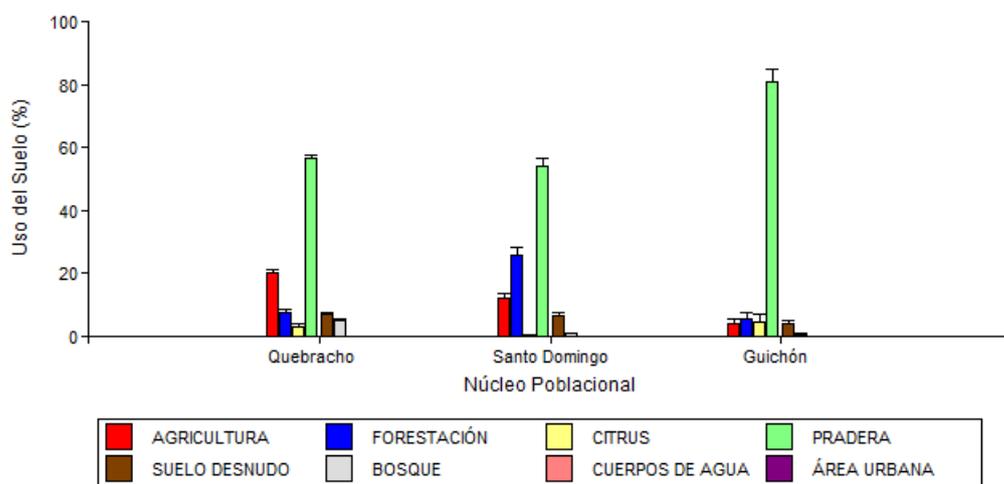


Figura II.3: Caracterización de la superficie ocupada por las ocho categorías de usos del suelo para los núcleos poblacionales de Quebracho, Santo Domingo y Guichón.

Los análisis de regresión lineal simple entre el IEC y los distintos usos del suelo se presentan en el Apéndice 4. Las superficies de suelo desnudo, área forestada y con plantaciones de citrus no tuvieron efectos significativos en el análisis. Se detectaron correlaciones significativas con la superficie de praderas (positiva), área agrícola (negativa) y urbana (negativa) ($p < 0.05$), pero en todos los casos los coeficientes de determinación fueron muy bajos ($r^2 = 0.0064-0.023$).

El modelo de regresión múltiple tipo backward detectó efectos marginalmente significativos y negativos de las variables agricultura (Coeficiente = $-1,0 \times 10^{-03}$, $p = 0.069$) y área urbana (Coeficiente: -0.17 , $p = 0.067$). La varianza explicada del IEC de los palmares por el modelo múltiple fue muy baja, llegando apenas a un 2% ($r^2 = 0.02$).

Variación temporal de la cobertura de palmares de *Butia yatay* y su relación con el cambio de uso del suelo

La muestra de palmares considerada en el estudio de la dinámica temporal, dada por siete fotografías aéreas, abarcó 66 de los 409 parches actuales, cubriendo 528.1 ha de las 2.696.4 ha totales. En este sentido, la muestra representa un 16% del número de parches, y un 19.6% del área de ocupación de *Butia yatay*.

La variación del número total de parches y sus respectivas áreas, entre 1966/67 y 2013, se resume en la Tabla II. 2. En este período, el número total de parches del área muestreada aumentó de 46 a 66 (43.5%). Este incremento fue consistente en los tres núcleos poblacionales, pero la magnitud fue muy variable entre ellos. Mientras que se duplicó en Quebracho (100%), creció un 50% en Santo Domingo y apenas un 5% en Guichón.

El área total de palmar de la muestra, por el contrario, sufrió una reducción de 8.8%, que estuvo dada por la pérdida neta de 165.2 ha de palmares en Guichón. En este sentido, durante este período dicho núcleo perdió casi el 60% de su superficie original relevada. Por el contrario, los palmares de Quebracho y Santo Domingo presentaron una expansión de 77.1% y 16.9%, respectivamente.

Tabla II.2. Variación del número de parches y áreas de palmar, entre 1966/67 y 2013, en las áreas seleccionadas de los núcleos Quebracho, Santo Domingo y Guichón. Se presentan los valores totales y discriminados por núcleo poblacional.

	1966/67	2013	Pérdida (abs)	Ganancia (abs)	Dif. Neta (%)
Nro de parches total	46	66	0	20	+43.5
Nro de parches Quebracho	11	22	0	11	+100
Nro de parches Sto Domingo	16	24	0	8	+50
Nro de parches Guichón	19	20	0	1	+5.3
Área total (ha)	579.06	528.1	305.52	254.56	-50.96 (8.8)
Área Quebracho	105.72	187.26	37.16	118.72	+81.54 (77.1)
Área Santo Domingo	193.52	226.25	46.57	79.30	+32.73 (16.9)
Área Guichón	279.82	114.59	221.78	56.55	-165.23 (59.1)

Se constató de forma general, una pérdida total neta (i.e., ganancia-pérdida) de aproximadamente 51 ha de palmares de *Butia yatay*. Se registró una pérdida bruta total de 305.52 ha de palmares, con importantes variaciones entre núcleos poblacionales (Tabla II.2). Esta superficie de palmar perdida fue ocupada (para el año 2006-2007) por cinco tipos de uso del suelo: pradera (270.72 ha), agricultura (10.04 ha), forestación (9.66 ha), suelo desnudo (8.07 ha) y bosques (7.04 ha).

El principal uso que existente hoy por hoy en las áreas donde antes había palmares fue la pradera. Esta superficie está representada por el 88.6% de la superficie total de palmar perdida en el área de muestreo. Los demás usos presentaron porcentajes bajos y cercanos al 3%, pero con una alta variabilidad entre núcleos poblacionales. En el núcleo Quebracho no se evidenció la presencia de bosques ni forestación en las áreas de antiguos palmares, y el área ocupada por agricultura y suelo desnudo fue similar y relativamente baja (0.95 y 1.07 ha, respectivamente).

En Santo Domingo, se evidenció cierta similitud del área ocupada por la forestación (7.82 ha) y por la agricultura (6.68 ha) y un área mínima ocupada por los bosques (0.69 ha) y suelo desnudo (0.1 ha). En Guichón la situación se mostró más preocupante, siendo el único núcleo que perdió área de palmar en términos absolutos. El 92.1% (204.28 ha) de su superficie original relevada (1966/67), está representada hoy por hoy por praderas artificiales y pastizales naturales con uso ganadero (Fig. II.5).

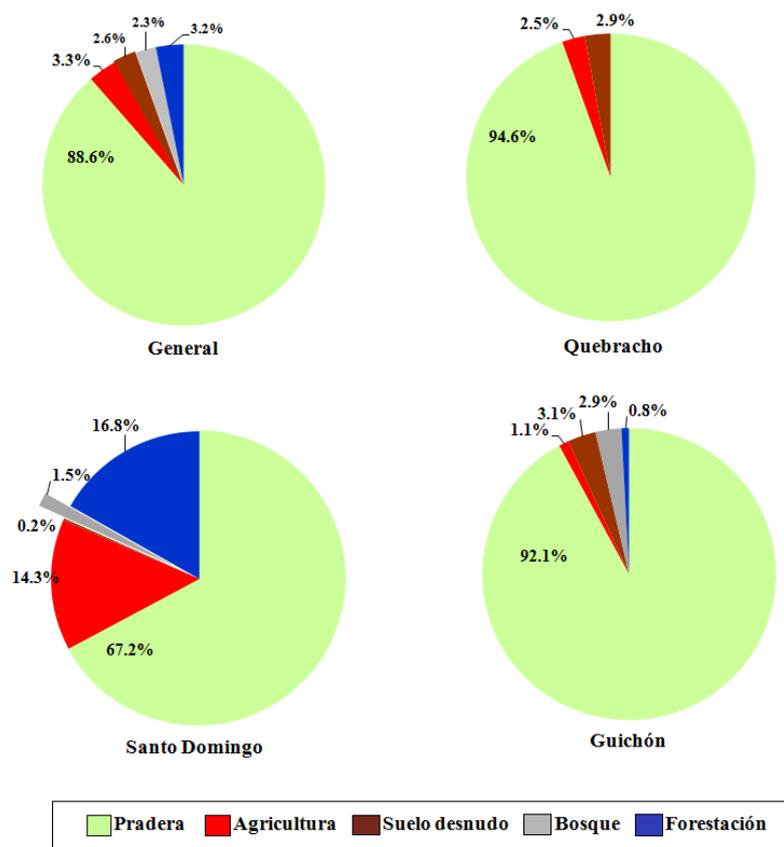


Figura II.5. Representación de la pérdida de la superficie original relevada de *Butia yatay* (i.e., 1966/67), ocupada en la actualidad por distintos usos de suelo. Se representan los valores en porcentaje para Uruguay (general) y por núcleo poblacional.

Se observó una ganancia bruta general de 254.56 ha de palmares en el área relevada, que se debió a la ganancia neta (i.e., ganancia-pérdida) de 114.20 ha en los núcleos Quebracho (81.5 ha) y Santo Domingo (32.7 ha). La ganancia de palmares se dio principalmente sobre áreas de pradera (207 ha) observados en 1966-67, seguido de los cursos de agua (27 ha), agricultura (18 ha) y forestación (2 ha), y bosque (0.5 ha).

El núcleo Quebracho fue el que presentó mayor avance de la superficie absoluta de palmar, correspondiente a 118.72 ha. La superficie de palmar avanzó en mayor proporción sobre pradera (99.20 ha), seguido de la agricultura (15.65 ha) y los cursos de agua (4.15 ha). En Santo Domingo se evidenció el avance sobre 79.30 ha que correspondían en la antigüedad a áreas de pradera (74.6 ha), agricultura (0.75 ha), forestación (2 ha), y superficies de cursos de agua (0.5 ha). En Guichón solamente 56.5 ha de palmares avanzaron sobre áreas de pradera (33 ha), agricultura (2.80 ha) y bosques (0.50 ha) y presentó una gran representatividad sobre los cursos de agua (22 ha) (Fig. II. 6).

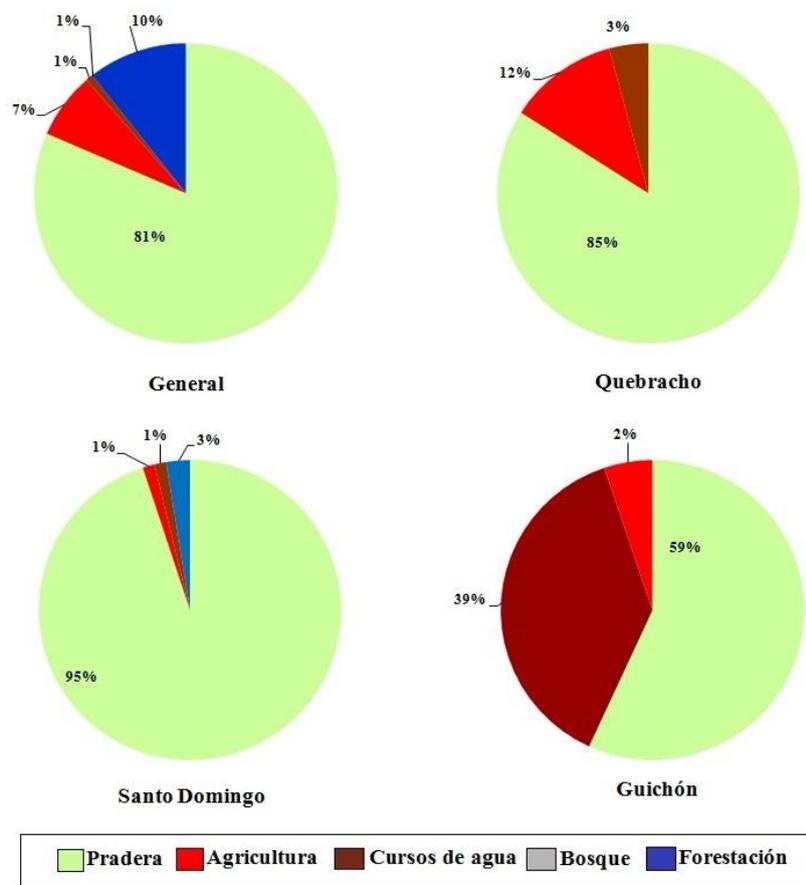


Figura II.6. Representación de la superficie de uso del suelo original relevada (i.e., 1966/67) donde se presentan parches de palmares de *Butia yatay* en la actualidad. Se representan los valores en porcentaje para Uruguay (general) y por núcleo poblacional.

DISCUSIÓN

Uso del suelo en la actualidad y estado de conservación de *Butia yatay*

Los resultados de este capítulo demostraron a través del análisis de conglomerados que los parches actuales de *Butia yatay* están rodeados por ocho distintas categorías de uso del suelo, sin embargo, es la pradera (normalmente bajo pastoreo) el uso más común en la vecindad de los palmares. Secundariamente, aparece la agricultura y la forestación. De tal forma, de los 409 parches de palmar identificados, 166 estuvieron insertos en una matriz de uso ganadero, 162 en una matriz agrícola-ganadera y 81 en una matriz forestal-ganadera. Este panorama está de acuerdo con lo descrito por Achkar et al (2012), quienes destacan a las producciones agrícola-ganaderas como dominantes en la Eco-región Cuenca sedimentaria del Oeste.

Los palmares en Uruguay constituyen una asociación vegetal conformada por un estrato arbóreo de palmeras y un estrato herbáceo de pastizal natural (Rivas 2005). A pesar de que existe cierta variación entre los núcleos poblacionales, en todos los casos la pradera siembre fue el uso dominante en los paisajes donde se desarrollan los palmares, representado en casi el 60 % de las áreas buffers que rodean los parches de *Butia yatay*. En los núcleos Quebracho y Santo Domingo, el área de pradera llegó a superar el 50% de la superficie de los buffers y en el núcleo Guichón representó el 80%. Los demás usos del suelo tuvieron bajos porcentajes comparados a este uso, siendo los más dominantes la agricultura y la forestación.

A través de nuestros resultados se puede concluir, de manera general, que el uso actual en la vecindad de los parches de palmares de *B. yatay* no es un buen indicador del estado de conservación actual de los mismos. No se detectaron diferencias significativas en el IEC entre los tres conglomerados de palmar definidos en base al uso del suelo (i.e., pastoril, forestal, agrícola), y tampoco se encontraron relaciones consistentes a través de las correlaciones simples. Los análisis de regresión múltiple solamente detectaron efectos, negativos, de los usos agrícola y urbano, pero que explicaron un bajo porcentaje de la varianza.

Cambio de uso del suelo y dinámica del palmar

Los escenarios relacionados al cambio temporal del uso del suelo, parecen presentar resultados más contundentes. A través de los datos de fotografías aéreas, se constató una pérdida total neta (i.e., ganancia-pérdida) de aproximadamente 51 ha de palmares de *Butia yatay*, representado por el 8.8% del área original relevada (1966/7). Esta superficie de palmar perdida está ocupada en la actualidad por distintos tipos de uso del suelo, destacándose la pradera, y en segundo orden, la agricultura y forestación. Sin embargo, nuevos estudios relacionados al tema deben ser abordados, ya que no hay estudios de este ámbito para la especie. Además, habría que tomarse en cuenta que, debido a la resolución de las imágenes y fotografías aéreas, algunas áreas consideradas praderas podrían tratarse de rotaciones agrícolas recientemente abandonadas.

Guichón ha sido el núcleo poblacional más afectado, con una reducción de 165.2 ha, que representa una pérdida de casi el 60% del área de palmar original (1966/7). Esta situación está de acuerdo con el mal estado actual de conservación de este núcleo, con el menor número de palmares, área de ocupación y abundancia de adultos y juveniles (Cap. I). Hoy día, la mayor parte de la superficie perdida de palmar de Guichón está ocupada por praderas con uso ganadero.

Posibles mecanismos responsables de la pérdida de palmares

La preocupación por la conservación de los palmares de *Butia yatay* de Uruguay comenzó a mitad del siglo pasado (Castellanos y Ragonese 1949; Martínez-Crovetto y Piccinini 1950; Chebataroff 1960; 1971). En los años sesenta, Chebataroff (1960) describió dos palmares de *B. yatay* (Porrúa y Mujica) en el departamento de Río Negro, que hoy en día ya no existen, y enfatizó como los principales factores de amenaza, los desmontes y la ganadería, además de las prácticas agrícolas basadas en la quema de áreas para el control de hierbas dañinas y la extracción ilegal de palmeras adultas. Se acredita que la especie haya sufrido un envejecimiento poblacional, y que, sumado a tales factores, se impidió el establecimiento de los renuevos de la especie, limitando así las poblaciones locales de *B. yatay* (Brussa 1998; Batista et al 2014; Codina 2015). La pérdida y/o alteración de palmares de *B. yatay* por actividades agropecuarias también fueron reportadas para Brasil y Argentina en las décadas de 70 (LVFB, 2013) y 90 (Carnevali 1994). Se ha documentado para *B. odorata*, que la agricultura afectó su regeneración debido a la degradación y compactación de los suelos, de la misma forma que modificó la vegetación original y los regímenes hídricos de la zona (PROBIDES 1997).

A su vez, la fragmentación, degradación y pérdida de hábitats del Bioma Pampa debido a la forestación también ha sido documentada por varios autores (Puelo et al 2006; Overbeck et al 2007; GEO Uruguay 2008; Bond y Parr 2010). La superficie forestada ha tenido un gran aumento a nivel mundial según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO 2010), y en Uruguay ha sido incrementada a partir de 1987 con la denominada Ley Forestal Nro. 15.939. En el área de distribución de *B. yatay*, específicamente en los departamentos de Paysandú y Río Negro, la superficie forestada es de 193 mil y 161 mil ha, respectivamente, destacados como los departamentos con mayor área forestada (Uruguay XXI, 2016).

De acuerdo con nuestros resultados, la expansión de las áreas agrícolas y forestales, a pesar de haber sido muy importante en la región durante los últimos 50 años, no habría tenido mayor responsabilidad en la pérdida de palmares, ya que hoy por hoy el área ocupada por tales usos, donde se perdieron superficie de palmar, es muy reducida (Agricultura 3.3%, Forestación: 3.2%). El principal uso actual en las áreas perdidas de palmar es la pradera. Sin embargo, es necesario tener en cuenta que el mapa de uso de suelo disponible por el MVOTMA y utilizado en este trabajo, puede presentar algunas fallas, y algunas áreas clasificadas como pradera, pueden en realidad ser rotaciones agrícolas recientes (de 2 a 4 años).

Por lo tanto, la explicación de la pérdida de palmares debe ir mucho más allá y radicar en la interacción entre la dinámica poblacional de *B. yatay* y las condiciones ecológicas y prácticas de manejo en estos ecosistemas, visto que hoy por hoy normalmente se encuentran bajo pastoreo más o menos intensivo.

Regulación poblacional: interacción adulto-juvenil

Factores internos de regulación poblacional parecen tener un rol importante sobre la regeneración de los individuos de *Butia yatay*. Lunazzi (2009) describió que los juveniles de la especie ocupan una superficie muy reducida en el área del Parque Nacional El Palmar (PNEP) y el desarrollo de individuos hasta estadios más avanzados parece ser raro a nivel local. Se ha señalado que la avanzada edad y alta tasa de mortalidad de los individuos adultos de *B. odorata*, podrían conducir a un escenario de extinción local de la especie (Rivas 2005). Las especies *B. lallemanti* y *B. paraguayensis* según Brussa y Grela (2007) también enfrentan amenazas demográficas asociadas al envejecimiento poblacional y a la falta de reclutamiento.

En un área de Santo Domingo de propiedad de la empresa Montes del Plata, pudo observarse que el desarrollo de individuos juveniles se dio en forma concentrada en una zona con densidad media de individuos adultos (Codina 2015). Esta situación es concordante con lo que menciona Lunazzi (2009), resaltando la influencia de individuos adultos, que estarían limitando el establecimiento y desarrollo de plántulas y juveniles. Según (Rolhauser 2007) es común que en la proximidad a los adultos conespecíficos disminuya la supervivencia y el crecimiento de plántulas y su desarrollo a estadios más avanzados. De hecho, los patrones de aumento y reducción del área de palmar estudiada podrían ir en este sentido. La influencia de los adultos sobre los juveniles de su propia especie ya fue documentada en diversos estudios, tanto para las palmeras como para otras especies arbóreas (Archer et al 1988; Archer 1995; Rolhauser 2007; Batista et al 2014). Si bien este factor no fue analizado en esta tesis, es de extrema importancia que estudios al respecto sean generados, ya que según los resultados obtenidos por Lunazzi (2009), la interferencia de tal factor sobre las poblaciones locales del Parque podría impedir su viabilidad en el largo plazo.

Durante la salida de campo se observaron evidencias de envejecimiento poblacional en algunos parches, con palmeras añosas (>10 m de altura) y falta de componentes poblacionales jóvenes y regeneración (plántulas). En estas condiciones, la muerte natural de los individuos añosos implica la retracción poblacional, lo que en términos fisonómicos se visualiza como un cambio de palmar a ambientes de pastizales. La causa última entonces, radica en los factores que limitan la regeneración del palmar.

El pastoreo y la regeneración de los palmares de *Butia yatay*

En otras palmeras del género *Butia*, existen diversos estudios referentes a los efectos ejercidos por la ganadería sobre las tasas demográficas de las poblaciones (Báez y Jaurena 2000; Molina 2001; Brussa y Grela 2007; Cruz de Azambuja 2009; Nazareno 2013; Rivas 2013). Los palmares de *B. odorata* del país y de la región (Argentina y Sur de Brasil), se encuentran la mayor parte del tiempo sometidos al sobrepastoreo y a

fuertes procesos de cambio en el uso de la tierra (Rivas 2013). La ganadería, integrada al sistema de rotación con cultivos de arroz, ha generado graves impactos sobre los palmares del Este uruguayo, amenazando la viabilidad de las poblaciones debido a la reducción casi total de juveniles, imposibilitando el reclutamiento de la especie (Báez y Jaurena 2000).

Durante la salida de campo realizada en algunas áreas del núcleo Santo Domingo, se observaron diferencias respecto a la densidad de juveniles en parcelas de palmares con y sin actividad ganadera. En este sentido, fueron observados signos de herbivoría sobre plántulas e individuos juveniles (menores a 1 m) en áreas pastoreadas. Lo mismo fue presentado por Codina (2015), que describió una mayor densidad de individuos juveniles en aquellas parcelas libres del pastoreo. A pesar de tales observaciones, nuevos estudios sobre los efectos relacionados a la actividad ganadera que proporcionen resultados más concretos y precisos sobre su efecto serían necesarios para la especie.

Una de las posibles alternativas estudiadas, para reducir el impacto del pastoreo sobre la regeneración de *B. yatay*, podrían ser las practicas desarrolladas para la especie emparentada *B. odorata*, evitando el pastoreo durante el invierno o en veranos muy secos, reduciendo de tal forma la herbivoría de plántulas y juveniles (Baez y Jaurena 2000; Rivas 2005; Cruz de Azambuja 2009).

Tampoco se puede descartar la desaparición de palmeras por tala de ejemplares adultos para la implementación de actividades agropecuarias (Cardoso 1995; Oliveira y Teixeira 2009), o para la venta ilegal. Existen relatos de moradores de la región de Guichón que observaron su tala en los años 1960/70 en locales destinados a la agricultura y ganadería (obs.pers.).

Áreas de avance de los palmares de *Butia yatay*

A pesar de la pérdida neta general observada, representada por la reducción en área de Guichón, los núcleos de Quebracho y Santo Domingo presentaron un aumento en la superficie del palmar en el área muestreada. Esta ganancia neta está representada por 81.5 ha y 32.7 ha, respectivamente. Se constató un avance de los palmares sobre aproximadamente 80 % del área donde antes había praderas. El avance de los palmares varió entre los núcleos poblacionales, y este factor puede ser debido a las distintas historias de ocupación de dichos núcleos. El avance de los palmares sobre áreas de pradera pudo haber sido debido a la dinámica poblacional, destacada por manchones disyuntos y debido a competencia entre adultos y juveniles de la especie, como fue demostrado por otros autores (Rolhauser 2007; Lunazzi 2009). Las áreas donde antes había agricultura pueden tratarse de tierras abandonadas o inaptas que en la actualidad fueron ocupadas por palmares de *B. yatay*. En este sentido también se destaca la

necesidad de investigar dichas áreas y relacionar estos avances en la superficie observados, a los posibles factores de regulación de la especie.

BIBLIOGRAFÍA

Achkar, M; Blum, A, Bartesaghi, L; Ceroni, M. 2012. Escenarios de cambio de uso del suelo en Uruguay. Informe Técnico. Convenio MGAP/PPR – Facultad de Ciencias/Vida Silvestre/ Sociedad Zoológica del Uruguay/CIEDUR. 24p.

Altesor, A.; Oesterheld, M.; Leoni, E.; Lezama, F.; Rodríguez, C. 2005. Effect of grazing on community structure and productivity of an Uruguayan grassland. *Plant Ecology*, 179: 83-91p.

Archer, S. 1995. Tree-grass dynamics in a *Prosopis*-thomscrub savanna parkland. Reconstructing the past and predicting the future. *Ecoscience* 2: 83-99p.

Archer, S.; Schimel, D.S.; Holland, E.A. 1995. Mechanisms of shrubland expansion: Land use, climate or CO₂? *Climatic Change* 29: 91-99p.

Archer, S.; Scifres, C.; Bassham, C.R.; Maggio, R. 1988. Autogenic succession in a subtropical savanna: Conversion of grassland to thorn woodland. *Ecol Monogr.* 58: 111-128p.

Baéz, F.; Jaurena, M. 2000. Regeneración del palmar de *Butia (Butia capitata)* en condiciones de pastoreo. Relevamiento de establecimientos rurales de Rocha. Rocha (Uruguay): PROBIDES.

Batista, W.B.; Rolhauser¹, A.G.; Biganzoli¹, F.; Burkart, S.E.; Goveto, L.; Maranta, A.; Pignataro, G.A.; Morandeira, N.S.; Rabadán, M. 2014. Las comunidades vegetales de la sabana del Parque Nacional El Palmar (Argentina). *Darwiniana*, nueva serie 2(1): 5-38p.

Bond, W. J.; Parr, C. L. 2010. Beyond the forest edge: Ecology, diversity and conservation of the grassy biomes. *Biological Conservation*, 143: 2395-2404p.

Brazeiro, A., Panario, D., Soutullo, A., Gutiérrez, O., Segura, A., Mai, P., 2015. in: Brazeiro, A. 2015. Eco-regiones de Uruguay: Biodiversidad, presiones y conservación. Aportes a la Estrategia Nacional de Biodiversidad. Facultad de Ciencias. CIEDUR, VS-Uruguay, SZU. Montevideo. 122p.

Brussa, C.A, Grela, I.A. 2007. Flora Arbórea del Uruguay. Con énfasis en las especies de Rivera y Tacuarembó. Montevideo (Uruguay): COFUSA.

Brussa, C. A. 1998. El Uruguay y sus palmeras. Suplemento Jardines. El país. Montevideo, UY. Acceso en Abril 2017. Disponible en http://www.guayubira.org.uy/palmares/uruguay_y_sus_palmeras.html

Cale, W.G.; Henebry, G.M.; Yeakley, A. 1989. Inferring process from pattern in natural communities. *BioScience*, 39: 600-605p.

Cardoso, M.C.L. 1995. El palmar, la palma y el butiá. PROBIDES. Fichas didácticas n°4. 23p.

Carnevali, R. 1994. Fitogeografía de la Provincia de Corrientes. Gobierno de la Provincia de Corrientes. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.

Castellanos, A.; Ragonese, A. 1949. Distribución geográfica de algunas palmas del Uruguay. *Lilloa* 20: 251-261p.

Colominas, G. 2016. Palmares de *Butia odorata* en el Este de Uruguay. Capítulo 23: 471- 486p. *En*: Lasso, C. A.; Colonnello G.; Moraes, M.R. (Eds). 2016. XIV. Morichales, cananguchales y otros palmares inundables de Suramérica. Parte II: Colombia, Venezuela, Brasil, Perú, Bolivia, Paraguay, Uruguay y Argentina. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D.C., Colombia. 573p.

Chaneton, E.J; Mazia, C.N.; Batista, W.B.; Rolhauser, A.G.; Ghersa, C.M. 2012. Woody plant invasions in Pampa grasslands: A biogeographical and community assembly perspective. In: Myster RW (ed) *Ecotones between forest and grassland*. Springer, New York, 317p.

Chebataroff, J. 1960. El Palmar de Porrúa. Una reliquia botánica en el territorio uruguayo. Universidad de la República (UdelaR), Facultad de Humanidades y Ciencias, Montevideo. 49p.

Chebataroff, J. 1971. Condiciones Ecológicas que Influyen en la Distribución de las palmeras del Uruguay. Universidad de la República (UdelaR), Facultad de Humanidades y Ciencias, Montevideo. Trabajos de investigación y de revisión n°4. 24p.

Chebataroff, J. 1974. Palmeras del Uruguay. Montevideo. Bouzet Ed., 32p.

Codina, C.S. 2015. Evaluación genética de la efectividad del diseño y manejo de las reservas de palmares de palma yatay para la conservación de la especie. Tesis de Grado, Universidad de la República (UdelaR), Facultad de Agronomía. Montevideo. 63p.

Cruz de Azambuja, A. 2009. Demografía e fenología reproductiva de *Butia capitata* (Mart.) Becc. (Arecaceae) em Arambaré, Rio Grande do Sul. Tese de mestrado em Botânica, Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre-RS. 47p.

FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Evaluación de los recursos forestales mundiales 2010. Informe principal Roma. 347p. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/013/i1757s/i1757s.pdf>

Fernández Núñez, M. y Prados Velasco, M. J. 2010. Cambios en las coberturas y usos del suelo en la cuenca del río Guadálfe (1975-1999), *GeoFocus* (Artículos), nº 10, p. 158-184. ISSN: 1578-5157.

GeoUruguay. 2008. GeoUruguay. Informe del Estado del Ambiente. CLAES/PNUMA/DINAMA, Montevideo. 350p.

Goetze, D.; Hörsch, B.; Porembski, S. 2006. Dynamics of forest-savanna mosaics in north-eastern Ivory Coast from 1954 to 2002. *Journal of Biogeography* 33:653-664.

González-B., V. y A. Rial. 2013. Terminología y tipos de agrupación de *Mauritia flexuosa* según el paisaje. 75-83p. *En*: Lasso, C. A.; Rial, A.; González-B.V. (Eds.), Morichales y canangunchales de la Orinoquia y Amazonia: Colombia - Venezuela. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de los Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH), Bogotá.

ICMBio: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. 2011. Atlas da fauna brasileira ameaçada de extinção em unidades de conservação federais. Brasília, 276p.

Jaurena, M.; Rivas, M. 2005. La pradera natural del palmar de *Butia capitata* (Arecaceae) de Castillos (Rocha): Evolución con distintas alternativas de pastoreo. Serie Técnica INIA, nº 151, 15-20p.

LVFB: Livro vermelho da flora do Brasil. 2013. Texto e organização Gustavo Martinelli, Miguel Ávila Moraes; Tradução Flavia Anderson, Chris Hieatt. - 1. ed. - Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 1100p.

Lorenzi, G.M.A.C. 2006. *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lood. ex Mart. – Arecaceae: bases para o extrativismo sustentável. Tese de doutorado em Produção Vegetal. Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba-PR. 156p.

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. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Facultad de agronomía, Universidad de Buenos Aires (UBA), Buenos Aires, 125p.

MacQueen, J. B. 1967. Some Methods for classification and Analysis of Multivariate Observations. Disponible en: <http://projecteuclid.org/euclid.bsm/1200512992>. Proceedings of 5th Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability. University of California Press, 281–297p.

Martínez-Crovetto, R.; Piccinini, B.G. 1950. La Vegetación de la República Argentina. Los palmares de *Butia yatay*. *Revista de Investigaciones Agrícolas* IV:153-242p.

- MGAP/MVOTMA/FAO/UNESCO (2011): Mapa de cobertura del suelo de Uruguay. Land cover classification system. Montevideo, Empresa Gráfica Mosca, 54p
- MEA: Millennium Ecosystem Assessment 2005. Disponible en: [Ecosystems and human well-being: synthesis](#). Washington, DC: Island Press. ISBN 1-59726-040-1. Acceso en February, 2017. 155p.
- Molina, B. 2001. Biología y conservación del palmar de butiá (*Butia capitata*) en la Reserva de la Biosfera Bañados el Este. Avances de investigación. PROBIDES. Documento n° 34. 33p.
- Nazareno, A.G.; Dos Reis, M.S..2013. At Risk of Population Decline? An Ecological and Genetic Approach to the Threatened Palm Species *Butia eriospatha* (Arecaceae) of Southern Brazil. Journal of Heredity, 105(1): 120-129p.
- Oliveira, O.A.; Teixeira, C.A.R. 2009. O Palmar de Santa Vitória do Palmar. 319-323p. En: Geymonat, G. y Rocha N. (Eds.). M'Botía Ecosistema único en el mundo. Casa ambiental. Rocha, Uruguay.
- Overbeck, G.E.; Muller, S.C.; Pillar, V.D.; Pfadenhauer, J. 2007. Floristic composition environmental variation and species distribution patterns in burned grassland in Southern Brazil. Brazilian Journal of Biology, 66(4): 1073-1090p.
- Paruelo, J.M.; Guerschman, J.P.; Piñeiro, G.; Jobbágy, E.G.; Verón, S.R.; Baldi, G.; Baeza, S. 2006. Cambios en el uso de la tierra en Argentina y Uruguay: Marcos conceptuales para su análisis. Agrociencia, Montevideo, 10(2): 47-61p.
- Pizzanelli, M.T.; Xavier, O.D. 2013. Aportes para la elaboración de una guía de buenas prácticas de la cosecha extractiva del butiá: Caracterización social y estimación del potencial productivo y reproductivo del palmar de *Butia odorata* (Barb.Rodr.) Noblick de Castillos (Rocha, Uruguay). Tesis de Grado. Facultad de Agronomía, Universidad de la República (UdelaR), Montevideo, 80p.
- PROBIDES. 1997. Reserva de Biosfera Bañados del Este. Avances del Plan Director. PROBIDES, Rocha, Uruguay. 233 p.
- Proyecto de Ley nro 9.872/39 del 13 de Septiembre de 1939: Disponible en: https://parlamento.gub.uy/documentosyleyes/leyes?Ly_Nro=9872&Searchtext=&Ly_fechaDePromulgacion%5Bmin%5D%5Bdate%5D=03-01-939&Ly_fechaDePromulgacion%5Bmax%5D%5Bdate%5D=03-10-2016
- Rivas, M. 2005. Desafíos y alternativas para la conservación *in situ* de los palmares de *Butia capitata* (Mart.) Becc. Agrociencia, Montevideo, v. IX, n° 1-2, 161-168p.
- Rivas, M. 2010. La conservación de los palmares de *Butia capitata* y el desarrollo local sostenible. IN: IV Encuentro sobre pequeñas frutas e frutas nativas do Mercosul. Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil. Pelotas: Embrapa Clima Temperado. 123-127p.

- Rivas, M. 2013. Conservação e uso sustentável de palmares de *Butia odorata* (Barb, Rodr.) Noblick. Tese de doutorado, Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), Pelotas-RS. 102p.
- Rolhauser, A.G. 2007. Expansión de poblaciones arbóreas nativas en las sabanas del Parque Nacional El Palmar: Patrones y procesos en las escalas de paisaje y de parche. Tesis de maestría, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires (UBA), Buenos Aires, 68p.
- Rolhauser, A. G.; Chaneton, E. J. ; Batista, W. B. 2011. Influence of conspecific and heterospecific adults on riparian tree species establishment during encroachment of a humid palm savanna. *Oecologia* 167: 141-148p.
- Rolhauser, A. G.; Batista, W. B. 2014. From pattern to process: Estimating expansion rates of a forest tree species in a protected palm savanna. *Landscape Ecol*, 29: 919-931p.
- Sala, O.E., Chapin, F.S., Armesto, J.J., Berlow, E., Bloomfield, J., Dirzo, R., Huber-Sanwald, E., Huenneke, L.F., Jackson, R.B., Kinzig, A., Leemans, R., Lodge, D.M., Mooney, H.A., Oesterheld, M., Poff, N.L., Sykes, M.T., Walker, B.H., Walker, M.; Wall, D.H. 2000. Global biodiversity scenarios for the year 2100. *Science*, 287:1770-1774p.
- Scholes, R.J.; Archer, S.R. 1997. Tree.grass interaction in savannas. *Annual review of Ecology and Systematics*. 28: 517-544p.
- Uruguay XXI – Promoción de inversiones y exportaciones. Informe del Sector Forestal en Uruguay. 2016. 35 p. Disponible en: http://www.camaramercantil.com.uy/uploads/cms_news_docs/Sector-Forestal-2016.pdf
- Vitousek, P.M. 1994. Beyond Global warming: Ecology and Global change. *Ecology*, 75(7): 1861-1876p.
- Wiegand, K., Saltz, D.; Ward, D. 2006. A patch-dynamics approach to savanna dynamics and woody plant encroachment - Insights from an arid savanna. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 7: 229-242p.

CAPITULO III

CONSIDERACIONES FINALES SOBRE EL ESTUDIO DE LA ESPECIE *Butia yatay* EN URUGUAY

DISCUSIÓN GENERAL

Los parches de *Butia yatay* (n=409) encontrados actualmente denotan cierto localismo de la especie en Uruguay, tal como descripto por Martínez-Crovetto y Piccinini (1950) y Chebataroff (1974), representado por solamente tres localidades. El área total de distribución actual de la especie, calculada como el área de extensión, representó 1.450 km². Al paso que el área de ocupación, es decir, donde realmente se han detectado parches de palmares, es de tan solo 27 km² (2.696 ha). Esos datos representan medidas mucho menores a lo estimado por Brussa y Grela (2007) quienes propusieron para la especie un área potencial de extensión de de 16.440 km². Fueron descriptos en este trabajo tres núcleos poblacionales para la especie, denominados como Quebracho, Santo Domingo y Guichón. La mayor área de ocupación se localiza actualmente en el departamento de Paysandú (n=357; 2.386 ha), y es muy reducida en Río Negro, abarcando solamente 310 ha. No se detectaron parches de palmar en el departamento de Salto y tampoco en la cercanía del río Negro, entre las localidades de Palmar y Paso de los Toros, donde anteriormente existían reportes de los palmares de Mujica y de Porrúa (Chebataroff 1960; 1974) (capítulo I).

Los datos referentes al tamaño poblacional demostraron a través de los análisis de imágenes, un total de 496.262 individuos (adultos y juveniles), esta estimación, sin embargo, no contempla a los individuos dispersos en la matriz (individuos que no conforman palmares con un área de parche <0.5 ha), por lo que la real abundancia poblacional podría ser algo mayor. El número de individuos juveniles de las poblaciones uruguayas de *B. yatay* (N=115.266) es mucho menor en relación a los adultos encontrados (N= 380.996), y podemos interpretar que existen factores que estarían limitando la tasa de reclutamiento de la especie, y por ende el número de juveniles. La baja regeneración natural de los palmares de Colón en la provincia de Entre Ríos (Argentina) fue considerado como un problema de conservación para la especie (Lunazzi 2009; Batista et al 2014) (capítulo I).

El estado de conservación de la especie a nivel global aún no ha sido evaluado, pero existen algunos antecedentes regionales escasos y fragmentarios. En 2013, *B. yatay* fue incluida en el libro rojo de especies de la flora amenazadas de Brasil como “Vulnerable” (LVFB 2013). Los datos encontrados en este trabajo para Uruguay permiten realizar una categorización basada en los criterios de la UICN a nivel regional/nacional (UICN 2012a). A través de tales criterios, se determinó que la especie puede ser catalogada

como “**en Peligro**” para el país debido a su área actual de ocupación y su número de localidades (capítulo I). Los datos generados aquí sobre la distribución de *B. yatay* en Uruguay, pueden ser ahora integrados con la información de Argentina y Brasil, para llevar adelante una evaluación global. En este sentido, considerando que distribución global de la especie abarcaría 9 localidades (4 en Argentina, 2 en Brasil y 3 en Uruguay) (i.e., ≤ 10), y que el rango de extensión es de 5.594 km² (< 20.000 km²), la evaluación global de *B. yatay* podría ser catalogada como “**Vulnerable**” (capítulo I).

El mejor estado de conservación a nivel de parche se registró en el núcleo poblacional Quebracho, posiblemente debido a la mayor superficie promedio de sus parches. A su vez, Guichón representa el núcleo con situación más crítica para el país, con menor número de parches (N=52) y menor área de ocupación (310 ha), encontrándose más aislado de los demás núcleos y con mayor promedio de distancia entre sus parches (capítulo I).

Se demostró que los parches actuales de *B. yatay* están rodeados por ocho distintas categorías de uso del suelo, siendo la pradera (normalmente bajo pastoreo) el uso más común en la vecindad de los palmares. Secundariamente, aparece la agricultura y la forestación. De tal forma se representó tres matrices de uso en orden de proporción: matriz de uso ganadero (n= 166), matriz agrícola-ganadera (n= 162) y matriz forestal-ganadera (n= 81). Sin embargo, el uso actual en la vecindad de los parches de palmares de *B. yatay* no es un buen indicador de su estado de conservación ya que no fueron detectadas diferencias significativas en el IEC entre los tres conglomerados de palmar definidos en base al uso del suelo y tampoco se encontraron relaciones consistentes a través de las correlaciones simples y análisis de regresión múltiple (capítulo II).

Se constató a través de los datos de fotografías aéreas, una pérdida total neta (i.e., ganancia-pérdida) de aproximadamente 51 ha de palmares de *Butia yatay*, representado por el 8.8% del área original relevada (1966/7). Guichón ha sido el núcleo poblacional más afectado, con una reducción de 165.2 ha, que representa una pérdida de casi el 60% del área de palmar original (1966/7) (capítulo II). Esta situación está de acuerdo con el mal estado actual de conservación de este núcleo (capítulo I). Hoy día, gran parte de esta área está representada por praderas de uso ganadero con distintos grados de intensidad de pastoreo. La expansión de las áreas agrícolas y forestales, a pesar de haber sido muy importante en la región durante los últimos 50 años, no habría tenido mayor responsabilidad en la pérdida de palmares (Agricultura 3.3%, Forestación: 3.2%) (capítulo II).

A pesar de tal pérdida, representada por la reducción en el área del núcleo Guichón, se presentó un aumento en la superficie del palmar para Quebracho y Santo Domingo. Esta ganancia neta estuvo dada por 81.5 ha y 32.7 ha, respectivamente. Se observó un avance de los palmares sobre aproximadamente 80% del área donde antes había praderas (capítulo II). La dinámica del palmar, destacada por la formación de palmares

disyuntos, debido a la competencia entre adultos y juveniles (Rolhauser 2007; Lunazzi 2009) pueden ser la causa de su avance sobre ambientes de pastizales naturales. Mientras las áreas antiguamente ocupadas por la agricultura (3.3%), podrían tratarse de tierras abandonadas o inaptas para tal actividad, donde se posibilitó el establecimiento de la especie en la actualidad.

CONCLUSIÓN GENERAL

El principal resultado de nuestro estudio demuestra que las poblaciones de *Butia yatay* de Uruguay se encuentran en la categoría “**En Peligro**” a nivel nacional y que la especie podría ser catalogada como “**Vulnerable**” a nivel global, de acuerdo a los criterios establecidos por la UICN.

A escala regional se constató que la especie presenta una distribución limitada a los Departamentos de Paysandú y Río Negro, con un rango de ocupación de tan solo 27km², restringido a tres localidades, aquí denominadas como Quebracho, Santo Domingo y Guichón. A nivel de núcleo poblacional, Guichón es el que se encuentra en peor estado de conservación, presentando menor número de parches (N=52) y menor área de ocupación (310 ha), además de encontrarse más aislado de los demás núcleos y poseer parches de palmares más aislados entre sí.

La comparación de fotografías aéreas de los años 1966/67 con imágenes recientes, se pudo estimar que la población sufrió una reducción de 8.8%, focalizada especialmente en los palmares en Guichón, representando casi el 60% de su superficie original. Esta pérdida pudo haber sido generada por un conjunto de factores antrópicos y propios de la especie. Se destaca la pérdida de palmares donde hoy por hoy existe la presencia de praderas (pastizales naturales y artificiales), y secundariamente áreas de agricultura y forestación.

En tal sentido, la conservación a largo plazo de los palmares de *B. yatay* requiere de un manejo sustentable de las actividades desarrolladas en su entorno, especialmente de las actividades ganaderas, que son las dominantes sobre el área de palmar, con foco en evitar el sobrepastoreo e incrementar la supervivencia de plántulas y juveniles, y garantizando hábitats adecuados para su reclutamiento. Se hace de extrema importancia, además, que nuevos estudios relacionados al cambio en el uso del suelo sean realizados en otras áreas de palmares. A pesar de la reducción del área de palmares observada, los núcleos Quebracho y Santo Domingo presentaron un avance de su superficie, en este sentido también se destaca la necesidad de investigar dichas áreas y relacionar estos avances a los factores de regulación de la especie.

BIBLIOGRAFÍA

Batista, W.B.; Rolhauser, A.G.; Biganzoli, F.; Burkart, S.E.; Goveto, L.; Maranta, A.; Pignataro, G.A.; Morandeira, N.S.; Rabadán, M. 2014. Las comunidades vegetales de la sabana del Parque Nacional El Palmar (Argentina). *Darwiniana*, nueva serie 2(1): 5-38p.

Brussa, C.A, Grela, I.A. 2007. Flora Arbórea del Uruguay. Con énfasis en las especies de Rivera y Tacuarembó. Montevideo (Uruguay): COFUSA.

Chebataroff, J. 1960. El Palmar de Porrúa. Una reliquia botánica en el territorio uruguayo. Universidad de la República (UdelaR), Facultad de Humanidades y Ciencias, Montevideo. 49p.

Chebataroff, J. 1974. Palmeras del Uruguay. Montevideo. Bouzet Ed., 32p.

Livro vermelho da flora do Brasil (LVFB)/ texto e organização Gustavo Martinelli, Miguel Ávila Moraes; Tradução Flavia Anderson, Chris Hieatt. - 1. ed. - Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2013. 1100p.

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. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Facultad de agronomía, Universidad de Buenos Aires (UBA), Buenos Aires, 125p.

Martínez-Crovetto, R.; Piccinini, B.G. 1950. La Vegetación de la República Argentina. Los palmares de *Butia yatay*. *Revista de Investigaciones Agrícolas* IV:153-242p.

Rolhauser, A.G. 2007. Expansión de poblaciones arbóreas nativas en las sabanas del Parque Nacional El Palmar: Patrones y procesos en las escalas de paisaje y de parche. Tesis de maestría, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires (UBA), Buenos Aires, 68p.

UICN. 2012a. Guidelines for Application of IUCN Red List Criteria at Regional and National Levels: Version 4.0. (Gland, Switzerland and Cambridge, UK: IUCN, 2012).

APÉNDICES

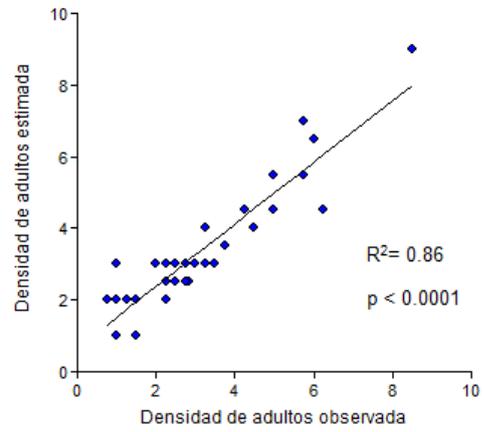
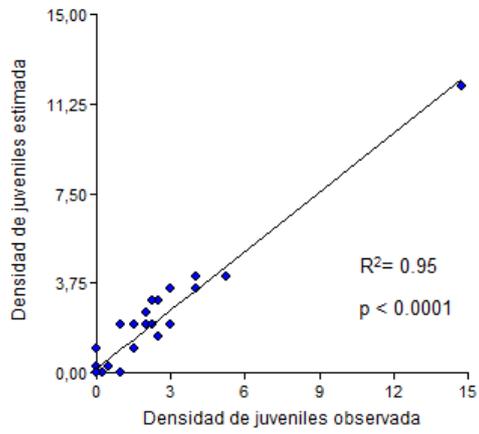
APÉNDICE 1: Aspectos ontogenéticos de los estadios de vida de *Butia yatay*. A: plántula con hoja graminoide; B: palmera juvenil; C: palmera adulta; D: palmera adulta longeva.



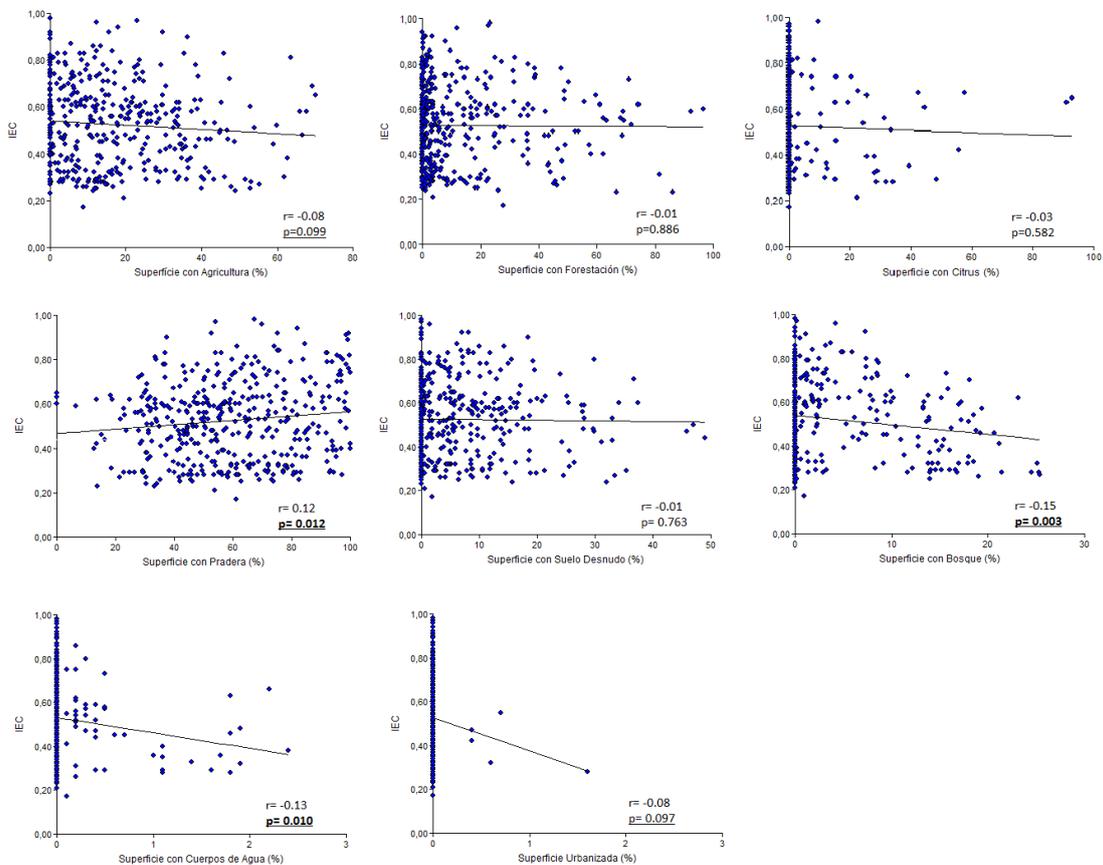
APÉNDICE 2: Puntos de muestreo. A – Quebracho; B – Santo Domingo; C – Guichón



APÉNDICE 3: Regresión lineal de la densidad de juveniles y adultos (individuos/m²) en el campo vs. estimada por imágenes satelitales.

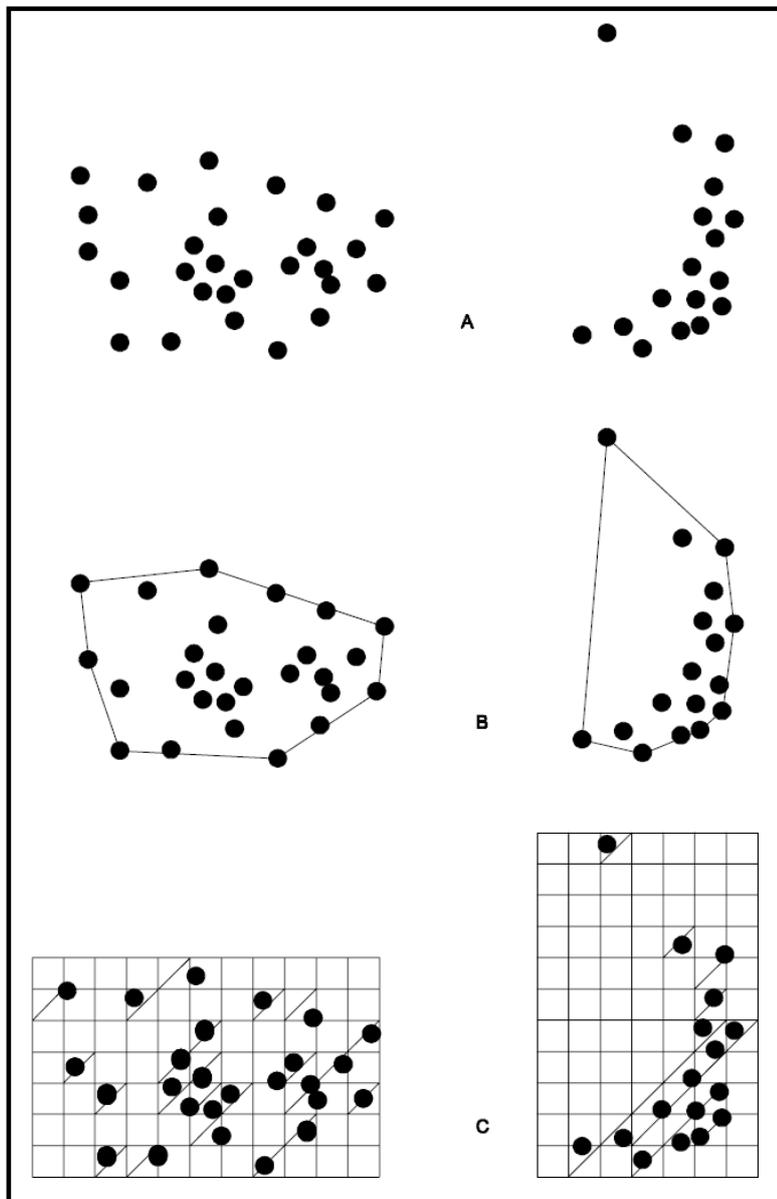


APÉNDICE 4: Regresiones lineales simples entre el IEC y los distintos usos del suelo en la vecindad de los parches de palmar. Se dibujan las líneas de regresión en los casos en que los ajustes fueron significativos a un $p < 0.1$ (denotado con subrayado) y a un $p < 0.05$ (subrayado y negrita).



ANEXOS

ANEXO 1: Rango de extensión (EOO) y Área de ocupación (AOO). A- es la distribución espacial de lugares de presencia conocidos, inferidos o proyectados. B- muestra una delimitación posible de la extensión de la presencia (EOO), la cual es el área medida dentro de este límite. C- muestra una medida del área de ocupación (AOO) la cual puede ser obtenida por la suma del cuadrado ocupado. Según Gastón (1994).

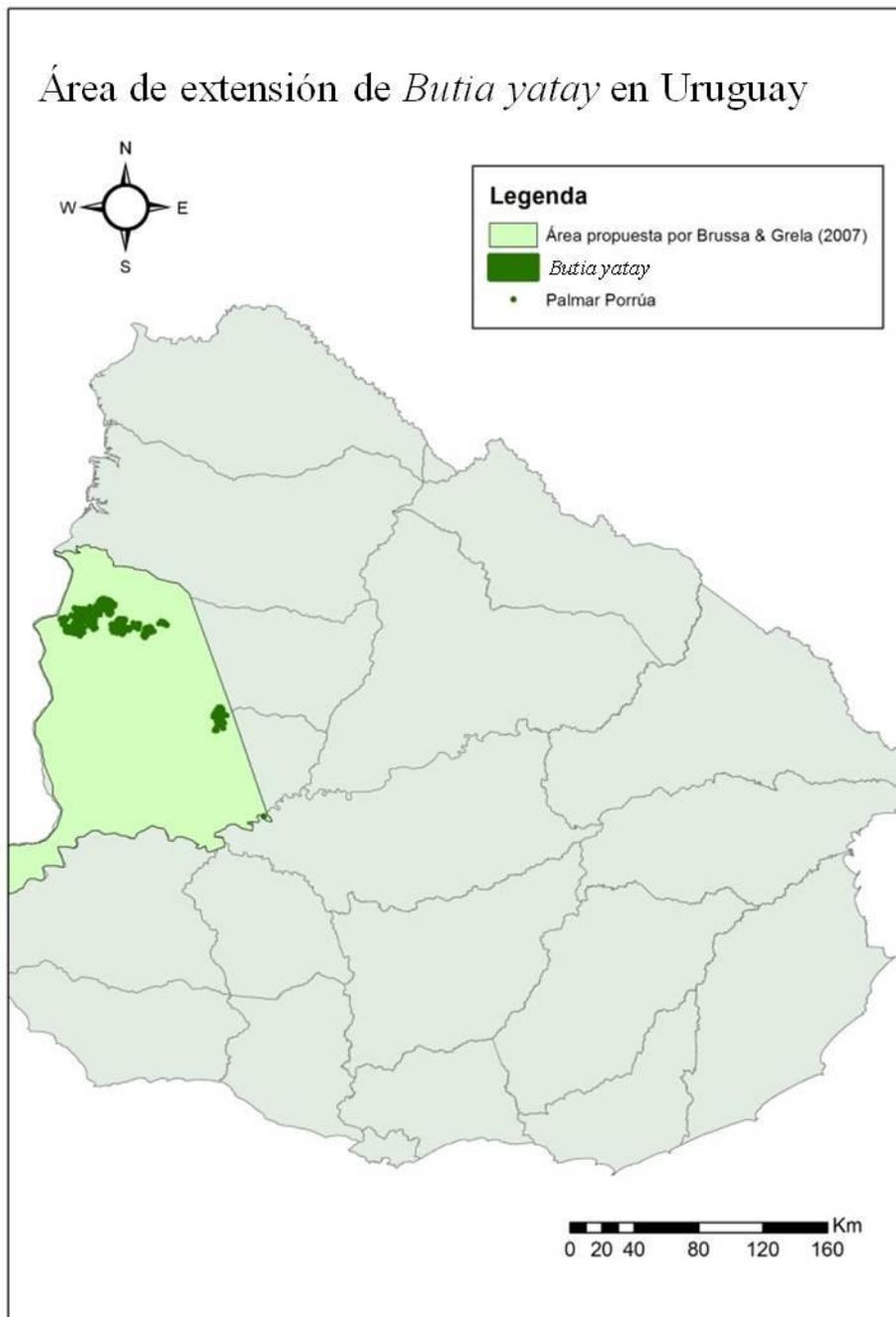


ANEXO 2: Criterios para la determinación de las Categorías de Amenaza de las Listas Rojas según UICN (2012b).

A. Reducción del tamaño poblacional. Reducción del tamaño de la población basada en cualquiera de los subcriterios A1 a A4. El nivel de reducción se mide considerando el período más largo, ya sea 10 años o 3 generaciones.			
	En Peligro Crítico	En Peligro	Vulnerable
A1	≥ 90%	≥ 70%	≥ 50%
A2, A3 & A4	≥ 80%	≥ 50%	≥ 30%
<p>A1 Reducción del tamaño de la población observada, estimada, inferida o sospechada, en el pasado donde las causas de la reducción son claramente reversibles Y entendidas y conocidas Y han cesado.</p> <p>A2 Reducción del tamaño de la población observada, estimada, inferida o sospechada, en el pasado donde las causas de la reducción pudieron no haber cesado O no ser entendidas y conocidas O no ser reversibles.</p> <p>A3 Reducción del tamaño de la población que se proyecta, se infiere o se sospecha será alcanzada en el futuro (hasta un máximo de 100 años) [(a) no puede ser usado].</p> <p>A4 Reducción del tamaño de la población observada, estimada, inferida, proyectada o sospechada donde el período de tiempo considerado debe incluir el pasado y el futuro (hasta un máx. de 100 años en el futuro), y donde las causas de la reducción pueden no haber cesado O pueden no ser entendidas y conocidas O pueden no ser reversibles.</p>	<p><i>Con base en y especificando cualquiera de los siguientes puntos:</i></p>		<p>(a) observación directa [excepto A3]</p> <p>(b) un índice de abundancia apropiado para el taxón</p> <p>(c) una reducción del área de ocupación (AOO), extensión de presencia (EOO) y/o calidad del hábitat</p> <p>(d) niveles de explotación reales o potenciales</p> <p>(e) como consecuencia de taxones introducidos, hibridación, patógenos, contaminantes, competidores o parásitos.</p>
B. Distribución geográfica representada como extensión de presencia (B1) Y/O área de ocupación (B2).			
	En Peligro Crítico	En Peligro	Vulnerable
B1. Extensión de presencia (EOO)	< 100 km ²	< 5.000 km ²	< 20.000 km ²
B2. Área de ocupación (AOO)	< 10 km ²	< 500 km ²	< 2.000 km ²
Y por lo menos 2 de las siguientes 3 condiciones:			
(a) Severamente fragmentada, O Número de localidades	= 1	≤ 5	≤ 10
(b) Disminución continua observada, estimada, inferida o proyectada en cualesquiera de: (i) extensión de presencia; (ii) área de ocupación; (iii) área, extensión y/o calidad de hábitat; (iv) número de localidades o subpoblaciones; (v) número de individuos maduros.			
(c) Fluctuaciones extremas en cualesquiera de: (i) extensión de presencia; (ii) área de ocupación; (iii) número de localidades o subpoblaciones; (iv) número de individuos maduros.			

C. Pequeño tamaño de la población y disminución.			
	En Peligro Crítico	En Peligro	Vulnerable
Número de individuos maduros	< 250	< 2.500	< 10.000
Y por lo menos uno de C1 o C2			
C1. Una disminución continua observada, estimada o proyectada (hasta un máximo de 100 años en el futuro) de al menos:	el 25% en 3 años o 1 generación (lo que fuese más largo)	el 20% en 5 años o 2 generaciones (lo que fuese más largo)	el 10% en 10 años o 3 generaciones (lo que fuese más largo)
C2. Una disminución continua observada, estimada, proyectada o inferida Y por lo menos 1 de las siguientes 3 condiciones:			
(a) (i) Número de individuos maduros en cada subpoblación	≤ 50	≤ 250	≤ 1.000
(a) (ii) % de individuos en una sola subpoblación =	90-100%	95-100%	100%
(b) Fluctuaciones extremas en el número de individuos maduros			
D. Población muy pequeña o restringida.			
	En Peligro Crítico	En Peligro	Vulnerable
D. Número de individuos maduros	< 50	< 250	D1. < 1.000
D2. <i>Solo aplicable a la categoría VU</i> Área de ocupación restringida o bajo número de localidades con una posibilidad razonable de verse afectados por una amenaza futura que podría elevar al taxón a CR o EX en un tiempo muy corto.			D2. típicamente: AOO <20km ² o número de localidades ≤ 5
E. Análisis Cuantitativo.			
	En Peligro Crítico	En Peligro	Vulnerable
Indica que la probabilidad de extinción en estado silvestre es:	≥ 50% dentro de 10 años o 3 generaciones, lo que fuese más largo (100 años máx.)	≥ 20% dentro de 20 años o 5 generaciones, lo que fuese más largo (100 años máx.)	≥ 10% dentro de 100 años

ANEXO 3: Área de extensión estimada para la especie *Butia yatay* en Uruguay. Según Brussa y Grela (2007).



ANEXO 4: Mapa de distribución de las seis especies nativas descritas para Uruguay. Según Chebataroff (1974).

