



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

DOCTORADO EN CIENCIAS BIOMÉDICAS

INSTITUTO DE ECOLOGÍA

“DEMOGRAFÍA DEL PALMITO (*EUTERPE EDULIS* MART. PALMAE) Y SU
MANEJO EN MISIONES, ARGENTINA”

TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:

DOCTOR EN CIENCIAS

PRESENTA:

SANDRA EMILIA CHEDIACK

TUTOR PRINCIPAL: DR. MIGUEL FRANCO BAQUEIRO
DOCTORADO EN CIENCIAS BIOMÉDICAS

COMITÉ TUTOR: DR. CÉSAR DOMÍNGUEZ PÉREZ TEJADA (UNAM-Instituto de
Ecología). DR. OCTAVIO MIRAMONTES VIDAL (UNAM-Instituto de Física)

México D.F. Enero 2014



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



AGRADECIMIENTOS

Doy mi agradecimiento al Posgrado en Ciencias Biomédicas de la Universidad Nacional Autónoma de México. Así también al Instituto de Ecología de la misma universidad, el cual es excelente por la calidez de su personal y su nivel académico. Quiero agradecer los apoyos recibidos a través de las Becas de DGEP y de “Russell E. Train Education for Nature Program - World Wildlife Fund”. Así como los subsidios de Fundación Vida Silvestre Argentina. También aportaron materiales e infraestructura el Centro de Investigaciones Ecológicas Subtropicales y la Delegación Técnica del Noreste de la Administración de Parques Nacionales de Argentina.

Agradezco especialmente a mi director, el Dr. Miguel Franco Baqueiro y a los doctores miembros de mi Comité: César Domínguez Tejada y Octavio Miramontes Vidal quienes siempre me dieron apoyo.

Finalmente quiero agradecer a los miembros del jurado de la tesis quienes hicieron valiosos comentarios al manuscrito. Ellos son los doctores María del Carmen Mandujano (Departamento de ecología de la diversidad, Instituto de Ecología, UNAM); Carlos Montaña Carubelli (Biología evolutiva, INECOL), Horacio Paz Hernández (Ecología funcional y restauración ecológica, Centro de Investigaciones en Ecosistemas campus Morelia, UNAM), Javier Caballero Nieto (Jardín Botánico, Instituto de Biología, UNAM) y César Domínguez Tejada (Instituto de Ecología, UNAM).

AGRADECIMIENTOS A TITULO PERSONAL

Esta tesis es de muchas personas, yo solamente he sido un vehículo para cristalizar sus esfuerzos e ideas. Principalmente agradezco a dos amigos que me acompañaron durante todo trabajo de campo: María Genoveva Gatti y Justo Herrera. Ellos fueron dos de los caballeros andantes que se sumaron a una de las grandes y maravillosas aventuras de mi vida. Quiero agradecer también otras personas que, desinteresadamente, me dieron su apoyo y también se pusieron la armadura para que juntos trabajemos por un mundo mejor. Ellos son: Karina Schiaffino, Guillermo Placci, Silvia Holz, Walter Maciel, Laura Malmierca, la familia Werle, Julián Alonso, entre muchos otros. Miles de gracias a los “chaceros” del “límite Este” que tantas veces nos llevaron por la ruta 101. El apoyo de los asistentes de campo fue invaluable, entre ellos, Walter Belloso (con su hermosa sonrisa incluso en los momentos más difíciles), Candelaria Cordini, Ana Horta, Paula Tecco (por controlar a la yarará), Pablo Rodríguez (quién además me ofreció desinteresadamente su arte a través de las fotografías), María Dolores Juri, Valeria Aschero, Celia Baldovino (con sus variadas formas de repeler a las abejas), Sandra Basconcelo, Carolina Morales, Gabriela Zuquin, Xavier Chataigner y Marcelo Seguí entre otros. Ha sido valiosa la información y colaboración de M. Fuguet y G. Montalvo del Establecimiento del Ejército Argentino y de L. Dalprá e I. Gotz del Establecimiento Forestal San Jorge.

Quiero agradecer nuevamente a Miguel Franco por darme su apoyo, sus conocimientos, su casa y su familia, por salvarme en las urgencias y por ser mi director y amigo. A mis dos co-tutores de tesis César Domínguez Tejada y Octavio Miramontes Vidal gracias por su confianza y aliento. Quiero dar gracias a Rubén Pérez Ishiwara por ayudarme

en todo momento. También agradezco a los doctores María del Carmen Mandujano y Horacio Paz Hernández quienes revisaron y mejoraron significativamente el manuscrito de la tesis.

Las siguientes personas quizás no saben el tremendo impacto que tuvieron para que esta tesis sea una realidad, a ellas gracias: Adriana Manzano, Andrés Johnson (a quien extraño y siempre sentiré a mi lado), Florencio Aceñolaza, Daniel Ramos, Laura Malmierca, Ivo Götz, Juan Carlos Chebez, Fabricio Del Castillo, Rodolfo Dirzo, Peter Zuidema, Mauro Galetti, Miguel Martínez Ramos, Alejandro Brown y Alfred R. Wallace.

Para escribir una tesis se requiere que nos den, de vez en cuando, unos empujoncitos. Quiero agradecerle a Karina Boege por darme el último empujón que me ayudó a terminar esta tesis.

Mi madre, mi padre, mis hermanas y mi sobrina siempre estuvieron apoyándome, les doy gracias por estar siempre a mi lado y perdón por exigirles tanto.

Gracias a Ricardo por acompañarme, por su infinita paciencia y por su amor. Quiero agradecer a mis hijos. A José especialmente le agradezco el compartirme su sabiduría. A Juan su amor y su excelencia.

Muchas instituciones dieron su apoyo financiero, institucional, logístico y docente, ellas son: Instituto de Ecología y el Posgrado en Ciencias Biomédicas de la Universidad Nacional Autónoma de México, Centro de Investigaciones Ecológicas Subtropicales y Delegación Técnica NEA de Parques Nacionales Argentina, Russell E. Train Education for Nature Program de World Wildlife Fund, Fundación Vida Silvestre Argentina, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas de Argentina, el Laboratorio de Investigaciones Ecológicas de las Yungas y el Establecimiento San Jorge (Pecom S.A.).

Finalmente quiero agradecer a los revisores anónimos de los artículos publicados quienes contribuyeron a mejorar la calidad de los mismos y de esta tesis.



DEDICATORIA

A mi madre

INDICE

Portada	1
Agradecimientos	3
Agradecimientos personales	4
Dedicatoria	8
Índice	9
Resumen	13
Introducción general	16
Objetivos y composición de la tesis	20
Capítulo 1: Descripción de <i>Euterpe edulis</i> Mart. Palmae	24
Fisonomía del Palmito	28
Crecimiento y categorías de tamaño	29
Reproducción	35
Frugívoros: Dispersores y predadores de frutos	42

Herbivoría	49
Diversidad genética	51
Distribución	51
Aprovechamiento del Palmito	55
<i>Artículo publicado: Harvesting and conservation of heart palm</i>	60
Capítulo 2: Área de estudio: La Selva Atlántica y sus Palmitales	73
Selva Atlántica	74
Selva Atlántica Argentina o Selva Misionera	81
Fitogeografía de la Selva Misionera	83
Clima	88
Orografía y suelos	90
Historia	91
Los Palmitales de la Selva Misionera	95
Los Palmitales estudiados en esta tesis	96
<i>Artículo publicado: Efecto del manejo en los Palmitales de la</i>	
Selva Atlántica Argentina.	102
Capítulo 3: Dinámica poblacional de <i>Euterpe edulis</i> (Palmae) en	
bosques con y sin aprovechamiento forestal en Misiones, Argentina	139
<i>Artículo publicado: Comparación de las dinámicas poblacionales</i>	
de Palmito en bosques maduros y aprovechados en Misiones	149

Capítulo 4: Denso-dependencia en el desarrollo, la demografía y el aprovechamiento del Palmito (<i>Euterpe edulis</i> Mart., Palmae) en Misiones, Argentina.	177
Denso-dependencia	179
Denso-dependencia y el crecimiento de <i>Euterpe edulis</i>	181
<i>Artículo en revisores: Euterpe edulis</i> development in protected and logged natural areas in Argentinian Atlantic forests.	181
Manejo de las poblaciones de <i>Euterpe edulis</i> basado en un modelo matricial denso-dependiente	209
Modelo demográfico e historia natural aplicado al manejo del Palmito en Misiones	225
<i>Artículo publicado: Aprovechamiento sustentable del Palmito Misionero</i>	225
 Capítulo 5: Discusión y conclusiones generales	 243
 Capítulo 6: Bibliografía general	 246

**DEMOGRAFÍA Y APROVECHAMIENTO DEL PALMITO
(*EUTERPE EDULIS* MART., PALMAE) EN MISIONES, ARGENTINA**



RESUMEN

La Selva Atlántica de Brasil, Paraguay y la provincia de Misiones en Argentina es considerada un “punto caliente de biodiversidad” (hotspot) por la elevada tasa de desaparición de sus ambientes naturales y la alta concentración de especies endémicas que posee. Entre las especies endémicas se encuentra el Palmito (*Euterpe edulis* Mart. Palmae), que se aprovecha para extraer el palmito o corazón de palmera que comprende el meristemo apical y las hojas indiferenciadas. La extracción del palmito produce la muerte de la palma. *E. edulis* posee estípites únicos y mide aproximadamente 12 m de alto. Forma agregaciones llamadas Palmitales donde es dominante y es una especie clave para el mantenimiento de la selva.

El objetivo principal de esta tesis fue proponer un aprovechamiento sostenible de las poblaciones naturales del Palmito. Para alcanzar este objetivo se estudió la dinámica de la selva y de las poblaciones de Palmito en sitios con y sin aprovechamiento forestal. Conociendo la respuesta de las poblaciones al ambiente aprovechado se pudo elaborar un modelo matricial con densidad-dependencia que incluye el comportamiento transitorio de la población sucesivo a diferentes turnos de corte.

Para conocer las dinámicas poblacionales y de la selva se muestreó anualmente durante 4 años 3 hectáreas de parcelas permanentes; dos ubicadas en el área intangible del Parque Nacional Iguazú y otra en una propiedad privada lindante con el mismo. También se

hicieron muestreos no permanentes (3 de 0.2 has cada uno) en propiedades privadas y la zona de reserva del Parque.

Se encontró que el Parque Nacional protege la selva en mejor estado de conservación. El aprovechamiento de Palmito disminuye la densidad de la especie y favorece el crecimiento individual y poblacional. Se utilizaron datos de sobrevivencia, crecimiento y fecundidad de Palmitos para elaborar matrices de proyección poblacional de Lefkovitch. En el sitio aprovechado la tasa de crecimiento poblacional es mayor ($\lambda_{PA}=1.507$) que en el parque ($\lambda_{PN}=1.059$).

Para elaborar un plan de aprovechamiento se construyó un modelo matricial estructurado por tamaños con denso-dependencia. En éste las entradas de la matriz son función del área basal de Palmito. La cosecha del modelo corresponde al corte de los Palmitos con diámetro de tronco mayor a 10 cm. Se consideró un modelo sustentable a aquel que principalmente mantiene una alta tasa de crecimiento poblacional, mantiene al menos 60 individuos reproductivos por hectárea y la cosecha potencial anual es similar a la que se obtendría si los turnos de corte fuesen de 100 años. Además se debe considerar que el aprovechamiento no favorezca la presencia de curculiónidos depredadores de palmas juveniles, El turno de corte óptimo estimado es de 13 años con un corte por turno de 458 individuos. El aprovechamiento debe realizarse una vez que los frutos están maduros pero aún no han germinado las semillas, entre septiembre y diciembre. Esto tiene las ventajas de no influir en la producción de semillas, ni en la germinación, disminuyendo el daño a plántulas. Además si se restringe el período de corte se facilita el control gubernamental de extracciones ilegales.

Los resultados dan una guía para realizar aprovechamiento de esta especie y de la selva de manera que la misma favorezca la presencia de especies maderables y no maderables de utilidad. Es necesario que el manejo de la selva sea una actividad rentable para asegurar que se mantenga la conexión entre las áreas naturales protegidas de Argentina y Brasil. Esto permite que se preserve uno de los remanentes bi-nacionales de Selva Atlántica en mejor estado de conservación y uno de los más grandes.

Los resultados presentados en esta tesis son un avance para el manejo de la selva, no obstante, aún resta trabajar en los aspectos políticos, legales y sociales del aprovechamiento. En toda el área de distribución del Palmito son necesarios permisos gubernamentales para su aprovechamiento, pero lamentablemente son frecuentes las extracciones ilegales en áreas naturales protegidas y privadas. En especial se sugiere que es necesario organizar a los productores y al gobierno para garantizar un manejo adecuado que favorezca el desarrollo económico de los habitantes conservando las áreas naturales.

INTRODUCCIÓN GENERAL

El palmito, cogollo, o corazón de palmera, es un recurso que se extrae de diferentes especies de palmas. Corresponde a las hojas indiferenciadas y el extremo apical y se aprovecha para su consumo como “alimento selecto”. El palmito de *Euterpe edulis* Mart., (Palmae) es considerado como el que posee mayor palatabilidad. Esta especie es endémica de la Selva Atlántica de América del Sur que se encuentra en Argentina, Brasil y Paraguay (Henderson *et al.*, 1995). El nombre vulgar de *E. edulis* en Argentina y Paraguay es Palmito, en Brasil lo llaman Juçara o Palmiteiro. El cultivo a gran escala de esta especie no ha prosperado todavía, por lo que la producción de palmitos de *Euterpe edulis* se obtiene de las poblaciones naturales. El manejo sustentable de las poblaciones esta especie en Argentina es un desafío. Como objetivo personal espero que las sugerencias para el manejo de Palmito, que se elaboraron en esta tesis, colaboren con la conservación de una de las selvas más hermosas del mundo y mejore los ingresos económicos de las personas que confían en que es posible aprovechar sus selvas y heredarlas a sus hijos.

La Selva Atlántica es una de las regiones del planeta con mayor biodiversidad pero posee un alto riesgo de desaparecer. Según Myers *et al.* (2000) esta selva es el cuarto punto caliente de biodiversidad (en inglés “hotspot”). Dicho autor define a los punto calientes como zonas de elevada biodiversidad caracterizadas por niveles excepcionales de endemismos y pérdidas importantes del área del hábitat en cuestión. En Argentina resta el

fragmento continuo de Selva Atlántica más grande compuesto por áreas naturales protegidas y privadas. En Brasil y Paraguay casi ha desaparecido y se encuentra sólo en las áreas naturales protegidas. La selva Atlántica interior de Argentina (también llamada Misionera porque está en la provincia de Misiones) se encuentra legalmente protegida en el Corredor Verde. Este corredor está conformado por numerosas áreas naturales protegidas y propiedades privadas que aún tienen selva en diferente estado de conservación. El trabajo de campo de esta tesis se realizó dentro del Parque Nacional Iguazú donde se encuentra la Selva Misionera en mejor estado de conservación y en propiedades rurales aledañas al mismo.

Entre los productos forestales no maderables de la selva (PFNM o NTFPs, por sus siglas en inglés), el Palmito es uno de los recursos más importantes. Es una especie que naturalmente forma agregaciones de alta densidad, su aprovechamiento es relativamente sencillo y de bajo impacto, el mercado está establecido, su precio es relativamente alto, pero son frecuentes las extracciones ilegales en propiedades privadas y en áreas naturales protegidas (Chediack, 2009; Chediack y Franco, 2003). A pesar de estas características y la posibilidad de hacer un uso que beneficie a los productores que aún mantienen la selva en sus propiedades, el gobierno no ha puesto el énfasis necesario para protegerlo. Además, su historia natural y manejo han sido poco estudiados en Argentina.

Dada la importancia de la actividad forestal maderable y de Palmito en Misiones, la característica de “hotspot” de su selva y la crisis social y económica de los pequeños productores, es que es necesario estudios que generen información para el manejo sustentable de los recursos naturales forestales.

Existen numerosas definiciones de lo que se entiende por un manejo sostenible o sustentable. Estrictamente La “Real Academia Española” define sustentable como un adjetivo que indica que un sujeto se puede sustentar o defender con razones. Para esta academia sostenible es un proceso que puede mantenerse por sí mismo sin ayuda exterior ni con merma de los recursos existentes. En esta tesis usaremos sostenible y sustentable con el significado de sostenible, como se hace en general en los artículos científicos y de divulgación de ecología de poblaciones. A nivel poblacional, un aprovechamiento puede considerarse sostenible cuando la población no se extingue como resultado de la explotación ni cuando la productividad de la población (en término de disponibilidad del recurso extraído) no declina (Zuidema, 2000). En un sentido más amplio, se puede considerar la definición del reporte Brundtland (Comisión mundial sobre ambiente y desarrollo, 1987) la cual indica que el desarrollo es sostenible si satisface las necesidades del presente sin comprometer la habilidad de las generaciones futuras de cumplir con sus propias necesidades. Estas definiciones estimularon la imaginación del público y de los políticos, y ha motivado muchos debates, pero pocas veces se aplica ese concepto en la práctica. Sin embargo, queda claro para todos que la formulación de métodos de desarrollo sostenible exige armonizar las actividades humanas con los aspectos biológicos y físicos de los ecosistemas forestales.

En Misiones existe una amplia y moderna legislación de protección de los recursos naturales, pero no se aplica ya que falla en los aspectos jurídicos y ejecutivos debido a la pobreza, el analfabetismo y a la manipulación política de las empresas. Esta selva, una de las áreas más ricas si lo vemos desde el punto de vista biológico, alberga a comunidades campesinas que viven en pobreza, donde algunos de sus habitantes carecen de los bienes

más elementales como educación, asistencia sanitaria, agua potable y vivienda digna. Por ejemplo la tasa de analfabetismo de la provincia de Misiones es del 6.2 cuando el de Argentina es de 2.6 (datos del Instituto nacional de estadística y censos). La dependencia de las comunidades campesinas de los recursos naturales une el destino de los ecosistemas y sus pobladores de manera inseparable (Redford y Padoch, 1992). Uno de los desafíos para los ecólogos es ofrecer un sistema de manejo sustentable de los recursos naturales que mejore la calidad de vida de las comunidades campesinas. Es en el marco de este desafío que se forjó la idea de realizar la presente tesis doctoral.

El objetivo principal es proponer un aprovechamiento sostenible de las poblaciones naturales del Palmito en la provincia de Misiones, Argentina.

OBJETIVOS Y COMPOSICIÓN DE LA TESIS

En esta tesis se genera información de los aspectos ecológicos, especialmente demográficos, de *Euterpe edulis* Mart. Palmae. También se estudia la diversidad y conservación de los Palmitales en Misiones, Argentina. Ambos aspectos permiten proporcionar recomendaciones de uso sustentable de la Selva Misionera.

Los objetivos particulares de este estudio son:

Describir la especie *Euterpe edulis* Mart., Palmae, especialmente su situación de conservación y aprovechamiento.

Describir las áreas de estudio, es decir el estado de conservación y riqueza florística de los Palmitales protegidos y aprovechados.

Analizar la demografía y patrones de crecimiento de *E. edulis* en sitios con y sin aprovechamiento forestal.

Aplicar un modelo matricial con denso-dependencia para evaluar las posibilidades de un manejo sostenible de la especie.

La tesis está organizada en 4 capítulos y una discusión general:

Capítulo 1: Aprovechamiento y conservación del Palmito. En este capítulo se describió la especie, los aspectos morfológicos, fenológicos y ecológicos. También se hace un resumen del estado de conservación, manejo actual de los bosques con Palmito, comercialización y el mercado mundial. Este capítulo fue publicado parcialmente como:

- Chediack, S.E. y M. Franco. 2003. "Harvesting and Conservation of heart palm".

En: The Atlantic Forest of South America. Biodiversity Status, Threats, and Outlook.

Galindo Leal, C. e I. de Gusmão Câmara (eds.). Pp.406-412. Center for Applied

Biodiversity Science at Conservation International. Island Press, Washington.

Este libro fue editado nuevamente en portugués en el 2005 con el título: "Mata Atlântica: Biodiversidade, Ameaças e Perspectivas".

Capítulo 2: Los Palmitales de la Selva Atlántica Argentina, su aprovechamiento y su conservación. Aquí se analiza el efecto de la protección, del aprovechamiento forestal y de la extracción de Palmitos sobre la estructura de Palmitales de la Selva Atlántica Argentina. Las selvas con mayor valor para la conservación de especies endémicas y raras son aquellas protegidas dentro del área intangible del Parque Nacional Iguazú. Los bosques aprovechados presentan una mayor densidad de especies arbóreas maderables y una menor de *E. edulis*.

Este capítulo fue publicado en:

-Chediack, S.E. 2008. Efecto de la explotación forestal sobre la estructura, diversidad y composición florística de los Palmitales de la Selva Atlántica en Misiones, Argentina. Rev. Biol. Trop. (Int. J. Trop. Biol. ISSN-0034-7744) Vol. 56 (2): 721-738.

Capítulo 3: Dinámica poblacional de *Euterpe edulis* (Palmae) en bosques con y sin aprovechamiento forestal en Misiones, Argentina. En este capítulo se compara la estructura y dinámica poblacional del Palmito en el área intangible del Parque Nacional Iguazú y en una propiedad privada con manejo forestal. En el sitio aprovechado existe una menor densidad poblacional y la sobrevivencia, el crecimiento, la fecundidad y la tasa de crecimiento poblacional son mayores que en el área protegida del parque. Un análisis

retrospectivo indica que las diferencias en fecundidad y en transición entre categorías pequeñas son las que más contribuyen a las diferencias en las tasas de crecimiento poblacional entre ambos sitios. Parte de este capítulo está publicado en:

-Chediack, S. E. y M. Franco. 2009. Comparación de las dinámicas poblacionales Palmito en bosques maduros y aprovechados de Misiones. En: Parque Nacional Iguazú. Conservación Desarrollo en la Selva Paranaense de Argentina. Carpinetti, Garciarena y Almirón Eds. 1 Edición. Buenos Aires: Administración de Parques Nacionales. Pp:133-146. ISBN 9 78-987-1363-15-5.

Capítulo 4: Efecto de la denso-dependencia y el aprovechamiento del Palmito (*Euterpe edulis* Mart., *Palmae*) en Misiones, Argentina. Basado en las diferencias en las dinámicas poblacionales en sitios con y sin aprovechamiento forestal halladas en el capítulo anterior, en este capítulo se explora como la denso-dependencia afecta el crecimiento y el comportamiento poblacional de la especie. Primero se compara las tasas de crecimiento de todas las categorías de tamaño tomando como variable dependiente la densidad de Palmitos aprovechables. Basado en estas funciones se estima la edad de cada categoría considerando el área basal del Palmital. Los resultados se presentan en un trabajo que se encuentra en revisores:

-Chediack. En revisores. *Euterpe edulis* development in protected and logged natural areas in Argentinan Atlantic Forest.

En este capítulo también, y respondiendo al objetivo principal de esta tesis, se presenta un modelo demográfico matricial con denso-dependencia que permite estimar la cosecha potencial de Palmitos bajo diferentes regímenes de aprovechamiento. La máxima cosecha de Palmitos que permite la permanencia de la población a largo plazo es en turnos

de corte de 12 ó 13 años aproximadamente. Parte de los resultados de este modelo se publicó en el trabajo:

-Chediack, S.E. 2008. Aprovechamiento Sustentable del Palmito Misionero. Temas de la Biodiversidad del Litoral III INSUGEO, Universidad Nacional de Tucumán, Argentina. Miscelánea, 17(2): 309-316 F.G. Aceñolaza (Coordinador-Editor)- ISSN 1514-4836 – ISSN. En internet:
http://dgisrv15.unt.edu.ar/fcsnat/insugeo/miscelanea_172/miscelanea_17-2.pdf

Capítulo 5: Discusión y conclusiones generales

Capítulo 6: Bibliografía: Para facilitar la búsqueda de las citas se incluye en este capítulo todas las referencias bibliográficas citadas en la tesis y en los artículos que se adjuntan, los cuales también cuentan con su propia bibliografía.

CAPITULO 1

Descripción de *Euterpe edulis* Mart. Palmae



Hoja de Palmito. Foto: P. Rodríguez

Euterpe edulis Mart., vulgarmente llamado Palmito, es una especie perteneciente a la familia Arecaceae o Palmae. Fue descrita por Karl Friedrich Philipp Von Martius en su libro *Historia Naturalis Palmarum* (Martius *et al.*, 1823-1850) (Figs. 1-1 y 1-2). Von Martius viajó por Amazonía y la Selva Atlántica brasileña entre 1817 y 1820.

La palabra *Euterpe* hace referencia a la musa de la música en la mitología griega. *Edulis* proviene del latín y significa comestible. Estas palabras hacen referencia a la belleza de esta palma y a que sus frutos y su cogollo son comestibles (aunque yo diría deliciosos).

La familia de las palmeras es diversa en especies y formas. Según Wallace (1853) las palmeras se nos presentan elegantes y pintorescas, son de las plantas más majestuosas del reino vegetal. Se utilizan de ellas las diferentes partes de la planta, tanto las frutas, las hojas, el tallo, todas las partes tienen numerosos usos según la especie de que se trate. Algunas producen artículos valiosos para exportar a otros países, pero son más valiosos para los nativos de los lugares donde ellas crecen ya que en muchos casos son lo más necesario para su existencia.

Del género *Euterpe* este autor nos dice que es productor de alimentos. Nos describe cómo se produce el vino o bebida del fruto de las palmeras de *Euterpe oleraceae* (vino que también se obtiene de *Euterpe edulis* en los estados del sur de Brasil).



Figura 1-1: Ilustración de *Euterpe edulis* tomada del libro “Historia Naturalis Palmarum” (Martius *et al.*, 1823-1850). La imagen es cortesía del “ Missouri Botanical Garden. <http://www.botanicus.org>”.



Figura 1-2: Ilustración de un paisaje de selva con Palmitos, tomado del libro de “Historia Naturalis Palmarum” (Martius *et al.*, 1823-1850). Cortesía de Centro de Referência em Informação Ambiental, Flora brasiliensis on-line <http://florabrasiliensis.cria.org.br/make.pdf>.

Wallace, en el mismo libro, cuenta que del género *Euterpe* también se aprovecha el corazón de la palma y lo describe así: "Las hojas no desarrolladas en el centro de la columna forman una masa blanca dulzona, la cual al hervirla recuerda a la alcachofa o a la chirivía (plantas de origen europeo) y es un vegetal muy rico y saludable. También se lo puede comer fresco, cortado y aderezado en ensalada con aceite y vinagre. Pero como para obtener esto se debe destruir la planta, no se consume, excepto por viajeros que visitan y no tienen un particular interés en conservar las plantas para fruta".

En Argentina se ha perdido la tradición de comer los frutos del Palmito debido quizás a que casi no queda población indígena. Sin embargo, sí se aprovecha su cogollo, palmito o corazón de palmera (Fig. 1-3), tal vez porque el área donde habita esta especie fue colonizada por inmigrantes europeos que ya tenían la costumbre de comer el corazón de palmeras, sin preocuparse por la conservación de la planta.



Figura 1-3: Cogollos cortados en el suelo de la selva. En primer plano se observa el resto de un tronco de Palmito del cual se ha sacado el cogollo. Foto tomada en el Establecimiento San Jorge, Misiones Argentina. S. Chediack.

Fisonomía del Palmito: Según Henderson (2000) *Euterpe edulis* es una palma de estípote único, erecta y que llega a medir 12 m de alto. En la provincia de Misiones, en las parcelas donde se realizó el trabajo de campo de esta tesis, la altura promedio de los Palmitos que poseen un tronco con más de 10 cm de diámetro fue de 12 m y la máxima fue de 18 m. (Chediack, 2008). Henderson (2000) describe a las hojas pinadas, de color verde oliva, con pinas en ambos lados, erectas o péndulas, arregladas regularmente. El raquis puede medir entre 1.5 y 3 m y la hoja propiamente dicha entre 0.8 y 1.4 m.

El cogollo o corazón de palmera se encuentra en el extremo apical del tronco y comprende el meristemo apical y las hojas indiferenciadas. Externamente se distingue porque está cubierto por las bases o vainas de las hojas que se encuentran adheridas al tallo. Para el aprovechamiento del cogollo se debe matar la palma (Strudwick y Sobel, 1988).

El estípote es recto, con cicatrices más o menos conspicuas dejadas por las hojas y las infrutescencias. En Argentina hemos registrado Palmitos que llegan a medir más de 60 cm de diámetro de tronco, pero en general los individuos adultos no pasan los 30 cm. Estas diferencias en diámetro pueden originarse principalmente por la edad de las palmas pero también por las condiciones ambientales imperantes como la luminosidad. Esto implica que las palmas poseen una plasticidad fenotípica que les permite adecuarse a las condiciones que las rodea.

Crecimiento y categorías de tamaño: En esta tesis se utiliza las categorías de tamaño que usan los campesinos y los forestales que viven en la provincia de Misiones.

Con esto se espera que los resultados puedan ser accesibles y comparables con los que poseen las personas que manejan este recurso.

El crecimiento de un Palmito se inicia cuando la semilla germina. La etapa de plántula va desde que nace la raíz hasta que se agotan las reservas en el endospermo de la semilla (Tomlinson, 1990). Al final de esta etapa la plantita cuenta con una raíz funcional y al menos una hoja (Figs. 1-4 y 1-5).



Figura 1-4: Plántulas de Palmito creciendo entre una infrutescencia seca caída, al lado de un tronco de la posible palmera “madre”. Foto: S. Chediack.



Figura 1-5: Plántulas de Palmitos con la semilla de donde germinaron, el sistema radicular incipiente y la primera hoja. Escala en centímetros. Foto de la página web:

<http://www.infojardin.com/foro/showthread.php?t=93848>

En la fase de renuevo o brinjal el Palmito crece principalmente en alto y se da un mayor desarrollo foliar pero, todavía, no se observa un tronco leñoso conspicuo (Fig. 1-6).

Una vez que la plantita posee un tronco leñoso conspicuo donde se puede medir el diámetro, ingresa a lo que en esta tesis se denomina categoría de inmaduro pequeño (Fig. 1-7).

El aumento gradual en el tamaño de tronco se da tanto en altura como en diámetro. El crecimiento progresivo en diámetro del tallo origina el área donde se genera el sistema radicular lo que le da a la planta un anclaje eficiente y un sistema absorbente adecuado (Tomlinson, 1990).

Una vez que los Palmitos alcanzan una altura donde su tronco leñoso supera el 1.30 m, se les puede medir el DAP. El DAP, o diámetro del tronco medido a la altura del pecho del observador, es una medida ampliamente utilizada en ecología forestal. Para estandarizarla se propuso que la medida sea tomada a una altura de 1.3 m tomando como referencia el suelo. Durante el trabajo de campo de esta tesis se pintó con pintura en aerosol donde se registró el DAP la primera vez y así medirlo en los años sucesivos en el mismo lugar.



Figura 1-6: Renuevo de Palmito en el Parque Nacional Iguazú. Foto: S. Chediack

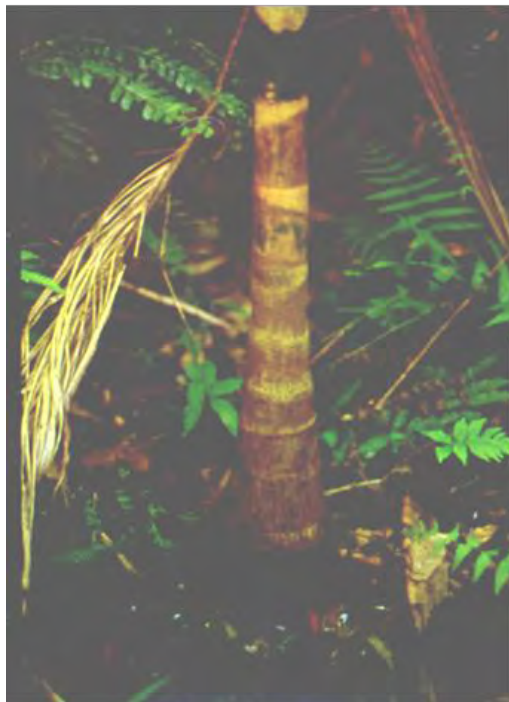


Figura 1-7 Tronco de un Palmito inmaduro pequeño. Foto: S. Chediack

Los Palmitos a los que se les puede registrar el diámetro de estípote se los categorizó en Palmitos menores y Palmitos mayores a 10 cm de DAP. Incluyendo a individuos reproductivos y no reproductivos (Fig. 1-8).



Figura 1-8: Palmitos reproductivos y no reproductivos aledaños a una abertura del dosel en el Parque Nacional Iguazú. Foto: S. Chediack

El crecimiento del tronco del Palmito debe permitirle a la planta elevarse hasta la luz solar que se cuele a través del dosel. Además tiene que ofrecerle un sistema de sostén que soporte el peso de las hojas y las infrutescencias y los posibles vientos e impactos de la caída de los árboles aledaños, entre otras inclemencias.

Estudios sobre la alometría (relación entre diámetro del tronco y la altura de mismo) del Palmito realizados en Brasil, demuestran que el diámetro del tronco no escala de manera isométrica con la altura. Esto significa que hay un cambio en la forma de la palmera a medida que crece el tronco. El diámetro del tronco medido en Palmitos de diferentes

alturas estaría indicando que estas palmeras, en etapas tempranas de su desarrollo, poseen un tronco muy desarrollado en diámetro. Paulatinamente la proporción entre diámetro y altura cambia a medida que el estípite crece en alto. Pero continúa un incremento en diámetro probablemente como una adecuación que previene el riesgo de que el tronco falle mecánicamente y se quiebre (Alves *et al.*, 2004).

Según Valla (1996), son pocas las monocotiledóneas en las cuales se registra un crecimiento secundario del tronco. En estas plantas, el cambium se diferencia a partir del tejido parenquimático exterior a los haces y produce, hacia el interior, haces colaterales o anfibasales y parénquima fundamental y, hacia el exterior, una escasa cantidad de parénquima. Rich (1987) sugiere que también el crecimiento en diámetro de las palmas puede ser producto del incremento en dureza y fuerza del tejido del tallo a través de lignificación constante. Probablemente *E. edulis* posea ambos mecanismos porque los individuos más grandes poseen estípites más duros. Además esta especie presenta raíces adventicias que aparecen a lo largo de la vida de la palma (Chediack, obs. pers.) (Fig. 1-9), que no se encuentran muy desarrolladas como las fulreas de otras especies de palmas, pero que cumplirían una doble función de sostén y absorción. El sistema radicular de *E. edulis* no ha sido estudiado en detalle y es un tema interesante para que se investigue.



Figura 1-9: Raíces de *Euterpe edulis*. Foto: C. Suter.

Reis *et al.* (2000) sugieren que el incremento anual en DAP depende del diámetro del tronco. Ellos encontraron que el incremento en DAP ronda entre los 0.04 cm en palmeras con DAP de 14 cm hasta aumentos de 1.15 cm en palmas con ocho cm. de diámetro de tronco.

Como veremos en el trabajo en preparación que se presenta en el capítulo 4 de esta tesis, el crecimiento de los Palmitos está determinado por efectos de denso-dependencia. El incremento en altura y diámetro del tronco a lo largo de la vida depende del área basal del bosque. También la forma en que se desarrollan los renuevos está determinada por la disponibilidad de luz solar.

Reproducción: Las inflorescencias (o panojas) son infra-foliaras (Fig. 1-10).



Figura 1-10: Flores de *Euterpe edulis*. Se observan las flores masculinas abiertas y las femeninas cerradas. Foto: Marcio Verdí. Página web: Flora digital do Rio Grande do Sul. http://ufrgs.br/fitoecologia/florars/opem_sp.php?img=4473.

Al caer determinadas hojas, aparece una bráctea peduncular y se expone la inflorescencia. La bráctea está compuesta por una doble capa que envuelve a la inflorescencia y que se abre durante la antesis (Mantovani y Morellato, 2000) (Fig. 1-12).

Las inflorescencias son más o menos horizontales durante la antesis. El raquis tiene entre 45 y 69 cm de largo y posee entre 49 a 56 raquillas. Las flores están dispuestas en tríadas, dos flores femeninas a los lados y una masculina al centro (Henderson, 2000) (Fig. 1-10). Las flores masculinas permanecen abiertas por aproximadamente siete días y, luego de tres o cuatro días abren las femeninas y permanecen abiertas por otros siete días. Ya que las flores masculinas abren antes que las femeninas pareciera que beneficia el entrecruzamiento (Cardoso *et al.*, 2000). Las flores son de color blanco amarillentas y parecen una cascada de color que contrasta con el verde de la selva. Mantovi y Morellato

(2000) reportan también la presencia de inflorescencias con sólo flores masculinas. Esto autores encontraron que las flores poseen glándulas productoras de olor ubicadas en la base de la flor masculina y en el estigma de las femeninas. Las flores masculinas ofrecen como recursos a sus visitantes néctar, polen y los elementos florales. Las femeninas ofrecen sólo néctar azucarado. Desde que abren las flores, se puede oír el zumbido de los insectos posados y volando a su alrededor. Un trabajo de etno-ecología muy interesante realizado en las “Quilombolas” de Sao Paulo Brasil en el que entrevistaron a personas sobre diferentes aspectos de la ecología del Palmito. Los entrevistados reportaron 20 especies de visitantes florales que incluían principalmente insectos (abejas europeas, africanas y nativas, avispas, mariposas, coleópteros, moscas) y también picaflores. Los principales polinizadores identificados fueron las abejas del gen *Apis* sp., *Trigona spinipes* y abejorros (gen *Bombus* sp. entre otros) (Barroso *et al.*, 2010) (Fig.1-11).



Figura 1-11: Inflorescencia de *E. edulis*. Se observan abejas meliponas (posiblemente correspondan a la especie *Tetragonisca fiebrigi*). Foto de Marcio Verdí. Flora digital do Rio Grande do Sul. http://ufrgs.br/fitoecologia/florars/opem_sp.php?img=4472.

El período de floración es estacional con un máximo de inflorescencias abiertas entre noviembre y diciembre (Castro *et al.*, 2007). En Minas Gerais la floración va desde noviembre a marzo, con un pico en diciembre y enero. En Sao Paulo aparecen las flores en agosto y se concentran en octubre y noviembre (Fisch *et al.*, 2000), o de septiembre hasta noviembre (Matos, 1995 en Fisch *et al.*, 2000) y también se registraron de noviembre a febrero (Mantovani y Morellato, 2000). En Rio de Janeiro la floración ocurre entre julio y octubre (Costa *et al.* en Fisch *et al.*, 2000). En general se puede decir que en Brasil la

floración tiene un período largo, varía entre sitios y años y comprende la primavera y el verano.

En el Parque Nacional Iguazú, en Misiones, Argentina, realicé un seguimiento fenológico a 21 Palmitos marcados durante los años 1989 y 1990 como parte de un proyecto de frugívora que realicé para la Universidad Nacional de Tucumán. El mayor número de palmas con inflorescencias las registré en noviembre de ambos años (el 19 y el 36 % de los individuos, respectivamente), pero también se pudo observar un 4% de Palmitos con flores en febrero, abril y en agosto (Chediack, datos no publicados).

Los frutos del Palmito son drupas con una sola semilla, verdes cuando están inmaduros y de color morado a negro al madurar (Fig. 1-13). Según Henderson (2000) son redondeados y miden entre 3 y 4.5 mm de diámetro, aunque Pizo *et al.* (2006) reporta que pueden llegar a medir en promedio 14.1 mm.



Figura 1-12: Infrutescencia de Palmito. Se observa la bráctea que aún no ha caído. La parte verde oscura que rodea al tronco por arriba de la infrutescencia, es el cogollo. Este se encuentra rodeado por las “vainas” de las hojas. Foto: M. Molz. Flora digital do Rio Grande do Sul. Página web: http://ufrgs.br/fitoecologia/florars/opem_sp.php?img=1228.



Figura 1-13: Infrutescencias de *Euterpe edulis*. Infrutescencia de la derecha con frutos inmaduros, la de la izquierda con frutos maduros. Foto: Página web: www.palmito-info.net/deutsch/000_frameset_deutsch/006_frame_management.html

Durante el proyecto de frugivoría anteriormente citado, se contó el número de frutos que poseían las infrutescencias de Palmito. Se registró un promedio de 1147 frutos maduros por Palmito adulto. El número de frutos por panoja fue variable, la panoja más grande presentó 2041 frutos. En enero del año 2000 se estimó el número de infrutescencias por Palmito adulto. Para esto se contó el número de infrutescencias que poseía cada Palmito adulto que se encontraba dentro de las parcelas permanentes que se realizaron para hacer el estudio demográfico de esta especie y que se presenta en los capítulos siguientes de esta tesis. En esa ocasión registré palmas adultas con cero a cinco infrutescencias. La mediana de infrutescencias por palma fue de dos. En lugares con aprovechamiento forestal los Palmitos se convierten en adultos cuando su tronco mide 10 cm o más de diámetro. En el Parque Nacional registré individuos con siete cm de diámetro de tronco que presentaban signos de haber tenido al menos un evento reproductivo (Fig. 1-14) (Chediack datos no publicados).

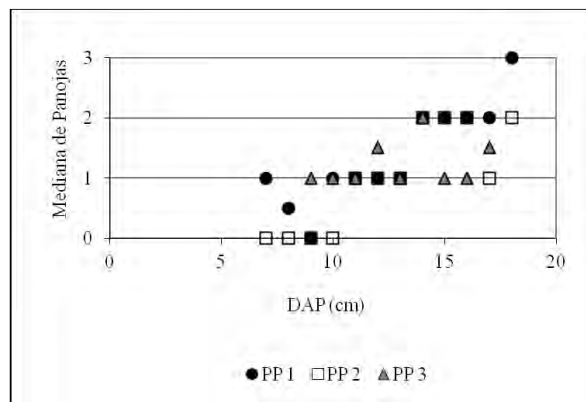


Figura 1-14: La mediana del número de infrutescencias en relación al diámetro del tronco del Palmito medido a 1.3m de altura (DAP). PP1 y PP2 son parcelas permanentes ubicadas en el Parque Nacional Iguazú. PP3 o PA es una parcela permanente ubicada en un área que

ha sido aprovechada forestalmente. En esta última parcela la mayoría de los Palmitos poseen una sola infrutescencia. En el Parque se observa una tendencia a poseer más infrutescencias a mayor DAP.

En Sao Paulo, Fisch *et al.* (2000), encontraron que la mayor concentración de frutos maduros es en mayo y junio, prolongándose hasta noviembre dependiendo del año de muestreo.

En el Parque Nacional Iguazú registré frutos inmaduros entre febrero y marzo de 1989. Frutos maduros en junio y agosto en 1989 y desde abril hasta noviembre en 1990, durante el invierno y primavera. En junio se dio el pico de fructificación en ambos años.

Fisch *et al.* (2000) encuentran que el clima es un factor importante para explicar las variaciones en la reproducción de *Euterpe edulis*. Considerando que los frutos de esta palmera son un recurso económico importante en Brasil y para la fauna como veremos más adelante, los estudios fenológicos y climáticos son herramientas importantes para su manejo.

Frugívoros: Dispersores y predadores de frutos: *E. edulis* es una especie que se caracteriza por poseer una curva de distribución de las semillas caídas en el suelo del tipo leptocúrtica, con una alta densidad de semillas próximas a la palma parental y una reducción numérica a partir del aumento de la distancia a la fuente de frutos (Reis y Kageyama, 2000). Las semillas son recalcitrantes y germinan dentro de los tres meses después de producidas.

El mesocarpo (que corresponde a la pulpa de los frutos) del Palmito posee un alto valor nutricional, con gran cantidad de calcio, hierro y fósforo, con los ocho aminoácidos

esenciales y también un alto contenido graso especialmente en omega 9. Esto, además de ser un alimento “orgánico” pues sale de la selva sin agroquímicos, ha hecho que el jugo de Palmito se haya puesto de moda y su producción es una industria creciente en el sur del Brasil.

Placci *et al.* (1992) sugieren que *E. edulis* puede ser considerada como una especie clave en la selva del Parque Nacional Iguazú porque posee frutos maduros cuando la disponibilidad de otros frutos carnosos en la selva es baja. En oposición a esto, Galetti y Aleixo (1998) encontraron en Sao Paulo que no puede considerarse a esta especie como clave porque en este lugar si coincide la fructificación (que va desde abril a septiembre con un pico entre junio y julio) con el período de abundancia de frutos maduros. Además, ellos observaron que al menos las aves pueden cambiar su dieta a otros recursos cuando no hay frutos de Palmito disponibles.

En el Parque Nacional Iguazú, las Palmeras fructifican en el invierno a diferencia de la mayoría de las otras especies de plantas que poseen frutos carnosos. Las palmeras que se encuentran en el Parque son: Palmito, Pindó (*Arecastrum romanzoffianum*) y Coquito (*Acracomia totai*), ésta última en muy baja densidad. Al menos las dos primeras presentan frutos carnosos maduros durante el invierno en la época de escasez de otros frutos en el bosque (Chediack, 1992), lo que las hace importantes para una gran variedad de vida silvestre. Su fenología hace que sus frutos sean consumidos por la mayoría de los frugívoros y omnívoros. Según Reis y Kageyama (2000) numerosos animales se alimentan de los frutos maduros en las infrutescencias, como varias especies de aves de las familias Psittacidae (Fig. 1-15), Turdidae, Ramphastidae (Fig. 1-16), Emberizidae, Corvidae, Cracidae (Fig. 1-17), entre otros. Fadini *et al.* (2009) hicieron estudios comparativos sobre

el efecto de la densidad de aves depredadoras y dispersoras de semillas sobre la regeneración del Palmito. Ellos encontraron que el principal consumidor de frutos es *Turdus flavipes* y que existen zonas donde la alta densidad de depredadores de semillas pueden consumir el 100% de las mismas. En este caso ellos recomiendan el manejo de poblaciones de animales depredadores de semillas para permitir la regeneración de las poblaciones de Palmito que es una especie clave y que mantiene a los frugívoros que dependen de él.



Figura 1-15: Psittacidae (posiblemente *Pyrrhura frontalis*) alimentándose de los frutos de *E. edulis*. Foto: Sérgio Campestrini, Flora digital do Rio Grande do Sul. Página web: http://ufrgs.br/fitoecologia/florars/opem_sp.php?img=6075.



Figura 1-16: *Pteroglossus bailloni* (Rhamphastidae), llamado vulgarmente Tucán banana, comiendo frutos de Palmito. Foto Modificada de H. Palo Jr. Página web: www.Arkive.org



Figura 1-17: Yacutinga (*Pipile jacuntinga*, Cracidae) sobre infrutescencia de Palmito. Las Yacutingas degluten el fruto completo. Foto: R. Meira.

<http://www.flickr.com/photos/rafaelteofilomeira/6141701734/sizes/l/in/photostream>

También se alimentan en la copa mamíferos como murciélagos, coatíes y monos. Algunas especies son despulpadoras como los loros, otras regurgitan la semilla como los Turdidos. También están los que se alimentan del fruto completo y defecan la semilla a

mayores distancias. Algunos animales se alimentan de los frutos caídos en el suelo como sucede con la iguana overa (*Tupinambis teguixin*) y las Corzuelas o Cérvidos (*Mazama americana* y *Mazama nana*). El Tapir (*Tapirus terrestris*), que se encuentra en la categoría de vulnerable de extinción (Nevada *et al.*, 2008), también se alimenta de éstos frutos. El Tapir busca en particular áreas con alta densidad de palmas para alimentarse y es un activo dispersor de sus frutos (Brooks *et al.*, 1997). En el Parque Nacional Iguazú se han encontrado heces de tapir con semillas de *E. edulis* (Chediack, obs. pers.). También se alimentan de los frutos en el suelo los chanchos del monte, llamado también jabalí o pecarí (*Tayassu pecari* y *Pecari tajacu*) los cuales rompen las semillas grandes durante la ingestión y digestión (Lazure *et al.*, 2010) por lo que no serían buenos dispersores. Keuroghlian y Eaton (2009) realizaron un estudio en una reserva en São Paulo donde estimaron que el 95% de los frutos caídos de *E. edulis* son removidos por *T. pecari* o Pecarí labiado, siendo más intensa la frugivoría durante la estación seca. Sin embargo, estos autores encontraron que el consumo de frutos de Palmitos por el Pecarí de collar, la Paca, el Tapir y las ardillas fue insignificante.

Entre los roedores que guardan semillas para comerlas en período de escasez (acopiadores), están *Agouti paca* (Cuniculidae), *Sciurus aestuans* (Sciuridae) (Fig. 1-18) y *Dasyprocta azarae* (Dasyproctidae). En el trabajo de Gallardo *et al.*, 2008, realizado en el Parque Nacional Iguazú, se describe que la depredación post-dispersión por roedores (pequeños y por *D. azarae*) es mayor cuando las semillas fueron originalmente dispersadas por endozoocoria.



Figura 1-18: Ardilla misionera (*Sciurus aestuans*), alimentándose de frutos de Palmito.

Foto: M. Salgado. Página web: <http://www.flickr.com/photos/marceloesalgado>

Pizo y Vieira (2004) encuentran que la depredación post dispersión de semillas de Palmito es causada por el escarabajo (*Coccotrypes palmarum*, Scolytidae) cuyos adultos consumen el endospermo de la semilla pero no ovopositan en ella. Ellos también observaron que los roedores de los géneros *Nectomys* y *Oryzomys* son consumidores de semillas ya dispersadas.

En los Palmitales de Misiones también registramos semillas depredadas por escolítidos (Fig. 1-19). Pizo *et al.* (2006) registraron que las semillas atacadas por estos animales ven afectadas negativamente su biomasa radicular y la sobrevivencia. Estos autores también encontraron que el diámetro de las semillas de Palmito es variable, éste puede ir desde los 8.3 hasta los 14.1 mm, pero ni los insectos ni los roedores eligen las semillas por su tamaño. Sin embargo, estos autores indicaron que la probabilidad de germinar, el tamaño de la plúmula y la biomasa de la raíz de las plántulas de un año, sí son afectadas positivamente por el tamaño de la semilla. El trabajo reciente de Galetti *et al.*,

(2013) se enumeran 77 especies de consumidores de frutos de Palmito. Estos autores sugieren que en fragmentos pequeños de selva, donde la probabilidad de extinción de grandes animales dispersores de semillas de Palmito es alta, se encuentran semillas de menor tamaño por la carencia de sus dispersores. La falta de grandes dispersores consumidores frutos grandes, habría hecho que estos frutos desaparezcan en fragmentos pequeños y solo se encuentran en fragmentos grandes de selva. Sin embargo no queda claro como separan el efecto de los dispersores del efecto del aprovechamiento de frutos que hacen los campesinos. Es probable que en fragmentos pequeños sea más frecuente que los pobladores entren a extraer frutos y escogan especialmente los más grandes.

Sería interesante un estudio desde el punto de vista evolutivo para estudiar cómo los tamaños de la semilla se mantienen en las poblaciones y cómo esto afecta el éxito individual de las plantas.

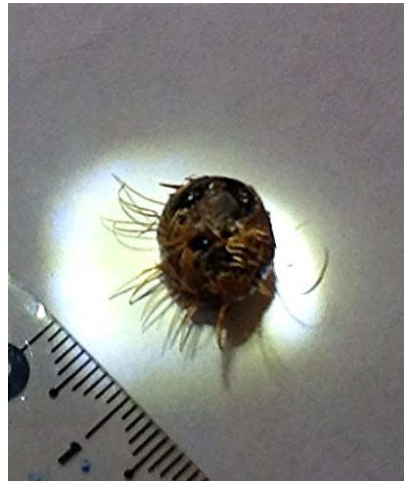


Figura 1-19: Semilla de Palmito infectada por un coleóptero de la subfamilia Scolytinae.

Foto: S. Chediack.

Herbivoría: Barroso *et al.* (2010) nombra a los herbívoros que se comen las hojas de las plántulas y renuevos como el Tapir. Bovi *et al.* (1987) encontraron varias plagas en los ensayos de cultivo de Palmito como larvas de mariposas, cigarras, cochinillas y pulgones. Gatti (1999) describe que el adulto del escarabajo *Rhyncophorus palmarum* (Curculionidae) (Figs. 1-20 y 1-21) pone los huevos en la base de las hojas de los renuevos de Palmito. Vulgarmente se llama a este escarabajo el Picudo de la palma o Mayate. Las larvas se desarrollan alimentándose de las hojas nuevas hasta llegar al meristemo y pueden matar el individuo. Ella registró una mayor incidencia de depredación de Palmitos en las zonas donde se realiza aprovechamiento de *E. edulis*. El Picudo adulto también deposita los huevos en troncos de Palmitos aprovechados que se encuentran en el suelo de la selva y que son más abundantes después de una cosecha de palmitos. Esto provoca una alta densidad de Mayates que al llegar a la adultez no tienen troncos en descomposición adecuados y recurren a los renuevos para dejar sus huevos. Un aspecto interesante es que en Argentina observamos sólo ataques a renuevos de Palmito, en cambio Bovi *et al.* (1987) reportan que estos animales consumen las hojas y meristemo de palmas adultas.

R. palmarum además es el vector de un parásito nematodo que produce la enfermedad del anillo rojo que mata a la palma. Esta enfermedad es una plaga importante en los cultivos de palmas brasileñas y de otras regiones. Afortunadamente no se ha registrado esta enfermedad en Argentina por lo que es necesario que se implementen barreras fitosanitarias a fin de no poner en riesgo los palmares nativos y los cultivos de palmas en este país.

Gatti (1999) también encontró larvas de *Metamazius ensirostris* (Curculionidae) dentro los renuevos de Palmito lo que también puede causar la muerte de la palma

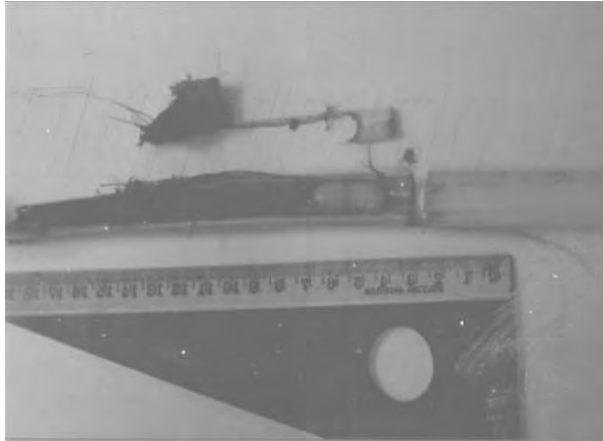


Figura 1-20: cogollo de Palmito cortado mostrando la larva de *Rhynchophorus palmarum*.

Foto: S. Chediack.



Figura 1-21: *R. palmarum*, Curculionidae adulto. Foto: T. Maia.

En Brasil se ha reportado que los monos capuchinos (*Cebus nigritus*, Cebidae) consumen la yema apical (o palmito) de *E. edulis* provocando la muerte de la palmera. Este

comportamiento es más frecuente en invierno, cuando no hay otros recursos alimentarios. Solo se ha observado a los monos comiendo Palmito en algunas localidades lo que indicaría que es un comportamiento que se hereda dentro de la tropa (Brocardo *et al.*, 2010). Cabe mencionar que esta especie de mono se encuentra cerca de extinguirse (Kierulff *et al.*, 2008). En Argentina no hemos registrado que los monos se alimenten del Palmito, en las épocas de escasez de recursos frutales pueden recurrir a la base de las hojas de Bromeliáceas y a la yema apical de Bambuseas (Chediack, 1992; Chediack, obs. pers.). Los resultados de Portela *et al.* (2010) indican que la herbivoría por monos puede alterar la dinámica de las poblaciones de *E. edulis* en algunas localidades ya que afecta a palmas inmaduras y adultas.

Diversidad genética: Los estudios sobre la diversidad genética *E. edulis* se han realizado en Brasil. Cardoso *et al.* (2000) encontraron que existe una divergencia genética entre poblaciones pertenecientes a diferentes fragmentos de selva, por lo que las poblaciones habrían estado a través de varias generaciones parcialmente aisladas. A diferencia de Brasil donde la Selva Atlántica está muy fragmentada, en Argentina existe el remanente de este tipo de selva más grande. Esto permitiría que las poblaciones no se encuentren aisladas y haya flujo entre ellas (ver capítulo de área de estudio).

Distribución: *E. edulis* es endémico de la Selva Atlántica (Fig. 1-22), habita desde las selvas costeras en Brasil, llegando a Paraguay y su distribución más austral está en la provincia de Misiones, Argentina (Henderson *et al.*, 1995) (Fig. 11-23).



Figura 1-22: Mapa con la distribución de la Selva Atlántica. La línea amarilla encierra la Selva Atlántica como fue delineada por “World Wide Fund for Nature”. I, Miguelrangeljr, hecho usando NASA Blue Marble imagery and Corel Draw. Imagen obtenida de la página web:

http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/f/f2/Atlantic_Forest_WWF.jpg/1017px-Atlantic_Forest_WWF.jpg

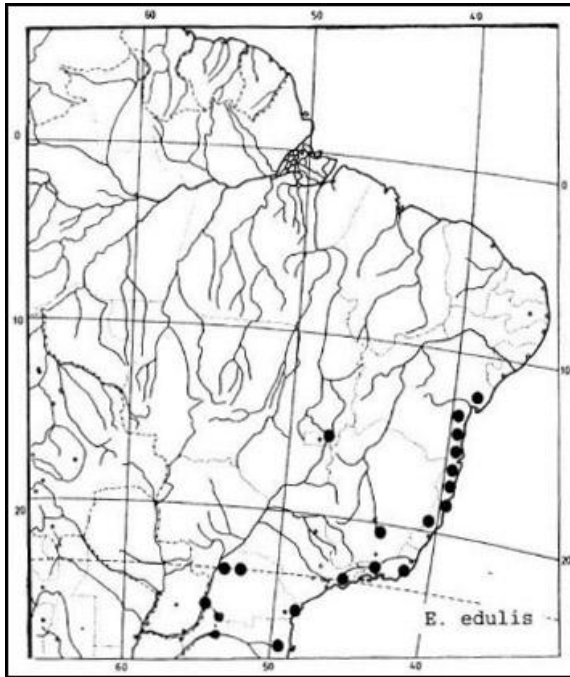


Figura 1-23: Áreas donde se han colectado ejemplares de herbario de *Euterpe edulis*.

Tomado de Henderson (2000).

Lamentablemente debido a los procesos de deforestación y fragmentación de la Selva Atlántica, las poblaciones de Palmito también han disminuído y se han fragmentado. Además, muchos de los remanentes están siendo explotados ilegalmente, lo que compromete aun más su estado. Según Reis y Reis (2000) la situación de la especie en toda su área de ocurrencia es crítica. La degradación y fragmentación intensa y la sobre-explotación también influyen en la biodiversidad de la selva debido a las interacciones que presenta esta especie con las otras, especialmente la fauna. Silva Matos y Bovi (2002) coinciden con el panorama propuesto por Reis y Reis (2000), ellas muestran que la alta explotación del Palmito, como consecuencia de problemas sociales, ha contribuido significativamente a su extensión en numerosos fragmentos forestales. Dentro de éstos

también algunas especies se han perdido como un resultado directo de la caza de animales cuando se está cosechando el Palmito, mientras que otras han desaparecido como consecuencia de la disminución de alimento disponible por alteración de la estructura de la selva. La situación es similar en Argentina. Si bien aquí la selva está menos fragmentada, si se encuentra degradada. En las áreas protegidas se hace un gran esfuerzo para su conservación, pero los “palmiteros” o cosechadores ilegales aprovechan los caminos y carreteras que atraviesan estas áreas y cortan los Palmitos. Es necesario acabar con estas prácticas si se quiere hacer un manejo sustentable de éste y otros recursos naturales.

En la provincia de Misiones, donde se realizó el trabajo de campo de la presente tesis, el Palmito vive en selvas desde los 200 m a los 400 m sobre el nivel del mar (Gatti, 2005; Gatti *et al.*, 2008). Estos autores encontraron que en Argentina la abundancia de *E. edulis* es mayor cuanto más alto sobre el nivel del mar están los sitios ya que allí no se registran días con heladas en invierno; a diferencia de lo que ocurre en los valles y partes bajas de las colinas donde el aire frío es atrapado durante la noche o en las mañanas (Fig. 1-24). Esta especie vive en la región de las selvas semi-decíduas y forma agregaciones denominadas palmitales donde *E. edulis* es la especie dominante (Placci *et al.*, 1992).



Figura 1-24: Imagen de la caña tacuarembó (*Chusquea ramossissima*) helada en el borde de la selva en el Parque Nacional Iguazú en el invierno de 1999 durante una época de frío extraordinaria. Foto: S. Chediack.

Aprovechamiento del Palmito: El aprovechamiento de esta especie consiste en el corte de las palmeras con machete; el tronco y la corona de hojas quedan en el suelo y se retira el “palmito” que es el extremo apical de 1 m de largo aproximadamente. El palmito queda cubierto por las vainas de las hojas para evitar que se “oxide” y es lo que se denomina en la zona cogollo (Fermino, com. pers.). El proceso de oxidación del palmito propiamente dicho (es decir las hojas indiferenciadas y meristemo que componen la parte blanca que es la que es consumida) se produce al dañar el tejido. Cuando esto sucede se liberan las enzimas llamadas polifenol oxidasas que reaccionan con las o o-quinonas

favoreciendo la formación de polímeros de color negro-marrón. Estos polímeros son los responsables del oscurecimiento de tejidos vegetales (Wikipedia, 2012 a).

El cogollo es llevado por una persona hasta el camino más cercano donde se “acancha”, en espera a ser colocado en camiones para su transporte hasta las envasadoras o a los mercados locales. La mayoría de la producción en la Selva Atlántica es enviada a las envasadoras. Una vez allí se les extrae las vainas exteriores y se los despunta. Se cortan en trozos de 8 o de 9 cm de largo que son los tamaños adecuado para frascos o latas de conservas. Se los sumerge en una solución de ácido cítrico y salmuera. Finalmente estos trozos son envasados. El recipiente cerrado al vacío se calienta para su pasteurización. Un Palmito de 10 cm de DAP produce un palmito de 350 g (Nodari *et al.* 1988), por lo que la relación es aproximadamente una palma por lata.

En general el sistema tradicional es la venta del producto “en pie”. La envasadora se encarga del corte y transporte del producto. Lo que es un sistema adecuado para pequeños productores que no pueden contratar gente o transportar sus cosechas. Pero también pueden llevar sus cogollos a las envasadoras donde les pagan entre un o un dólar y medio por cogollo según el tamaño.

Legalmente se permite el corte de Palmitos cuyo estípite tiene un DAP (diámetro del tronco a 1.3 m) mayor a 10 cm (Ministerio de Ecología de la Provincia de Misiones, Argentina). El propietario debe presentar un plan de manejo de su propiedad que es aprobado por el Ministerio de ecología de la provincia. El Ministerio emite una guía (o documento oficial) que permite el corte y transporte de los cogollos. Sin embargo, la ley y los procedimientos adecuados no se cumplen. No he registrado propiedades donde se tenga claro cada cuanto se debe cosechar Palmitos, aunque muchos productores dicen que debe

hacerse cada 8 años. En general la venta del Palmito se hace cuando el dueño necesita dinero, o antes de hacer un aprovechamiento maderero, cuando el propietario ve que hay mucho y teme que se lo roben, o cuando una empresa quiere tener una imagen de “ecológicamente amigable” aprovechando productos forestales no maderables.

Los eventos ilegales registrados a través de observación personal, comentarios de guardaparques del Parque Nacional Iguazú, guardaparques provinciales, propietarios de propiedades privadas pequeñas, negocios de la ciudad de Puerto Iguazú, ingenieros forestales a cargo de propiedades con Palmitales, maestros, etc. son:

(1) El robo de cogollos de las áreas naturales: Una persona coludida con una envasadora, organiza una “cuadrilla de palmiteros” (grupo de personas reunidas para ir a cortar palmitos). La cuadrilla está integrada en general por gente pobre, sin tierra, trabajadores por el pago, cuya su única posesión en el campo es el machete con el que trabaja y algo de comida. Es gente sin ningún contrato de trabajo. El organizador deja a los palmiteros en un lugar donde los recoge al final del día o de varios días en los que los palmiteros han estado a la intemperie, comiendo lo que pueden, cazando y durmiendo bajo unas tiendas improvisadas. Se les paga por cogollo. Cuando son “atrapados” se les incauta el machete y pasan unos días en la cárcel. En Brasil Fantini (1999) reporta que incluso algunos pequeños productores contratan a los “organizadores” para que hagan una extracción ilegal en su propiedad, al día siguiente denuncia que fue robado, y así se evita gestionar permisos y obedecer la ley en cuanto a los requerimientos de límite de tamaños de corte.

(2) El transporte sin la guía correspondiente, con guías que son utilizadas varias veces, o mezclando palmitos obtenidos legalmente con los ilegales. El transporte es realizado por el mismo “organizador” o por un “fletero” (camión alquilado para transportar una carga). Los

Palmitos robados son transportados a las envasadoras. Existen casos en que los cogollos son robados del Parque Nacional Iguazú en Argentina o del Parque en Brasil y son llevados en lanchas a las envasadoras de uno u otro país o en Paraguay.

(3) El envasado en envasadoras clandestinas, muchas veces en condiciones sanitarias mínimas. Este producto es vendido generalmente a empresas locales, pero también es comprado por envasadoras que etiquetan nuevamente el producto con su propia marca.

Personalmente he visto a los guardaparques del Parque Nacional Iguazú arriesgar su vida intentando capturar a palmiteros ilegales dentro del Parque. En contadas ocasiones incluso han logrado decomisar camiones que transportan los cogollos ilegales. El trabajo y la pasión de muchos han defendido uno de los Palmitales más hermosos que he visto y el que protege a especies endémicas y en peligro de extinción. Pero me parece que deben ser ayudados por otros elementos de control del gobierno provincial, municipal y federal para poner fin al robo de éste y de otros recursos naturales. En vista de los resultados obtenidos se puede concluir que el método de control de palmiteros en el campo no es el más efectivo para controlar este flagelo.

En Argentina las causas del comercio ilegal pueden ser la ignorancia, la pobreza, la desidia y la corrupción. Paulatinamente se ha incorporado en la sociedad la idea de que poseer la “picardía criolla” es un beneficio y que los actos que se realizan bajo su denominación no son de corrupción. Lentamente los pequeños actos ilícitos han pasado a ser socialmente aceptados especialmente cuando los daños no se presentan de manera física e inmediata ante el actor.

Fantini (1999) sugiere que es necesario entender los patrones de producción clandestina para poder adoptar medidas que resuelvan el problema. Cada segmento de la

industria palmitera parece estar propiciando que la gente evite la producción legal. El precio del palmito obtenido de *Euterpe edulis* debería ser mayor si el costo verdadero de un manejo sustentable fuera capturado en el precio de venta en el mercado. Obviamente, algunas compañías toman ventaja de ésta situación y asumen el bajo riesgo de ser capturados en operaciones ilegales.

Cabe destacar aquí una luz en el camino. El proyecto “Cooperativa Agroecológica de Península”, Andresito. El cual con apoyo de la Fundación Vida Silvestre y otras organizaciones no gubernamentales y gubernamentales (como el Instituto Nacional de Tecnología Industrial) ayuda a 26 “chacreros” para establecer una envasadora donde pudieran procesar los productos cultivados y los Palmitos obtenidos de las áreas naturales de sus propiedades. Así se pudo demostrar que es posible producir conservando la naturaleza y a través del fortalecimiento de la participación de la comunidad en el manejo de sus recursos.

Chediack S.E. y M. Franco. 2003. "Harvesting and Conservation of heart palm". En: The Atlantic Forest of South America. Biodiversity Status, Threats, and Outlook. Galindo Leal, C. e I. de Gusmão Câmara (eds.). pp. 406-412. Center for Applied Biodiversity Science at Conservation International. Island Press, Washington.

Harvesting and conservation of heart palm

Sandra E. Chediack* and Miguel Franco Baqueiro+

*Laboratorio de dinámica de poblaciones y evolución de historias de vida,
Departamento de Ecología Evolutiva, Instituto de Ecología, Universidad Nacional
Autónoma de México, A.P. 70-275, 04720, Coyoacán, México DF.

+Department of Biological Sciences, University of Plymouth, Drake Circus,
Plymouth PL4 8AA, U.K.

It is ironic that one of the biologically richest areas of the world- the Atlantic Forest- houses some of the poorest human communities. The dependence of these communities on the natural resources that these ecosystems hold makes the fate of people and ecosystems inextricably linked (Redford and Padoch 1992). The challenge for the conservationist is to improve the livelihood of these communities without detriment of the resources. There are many approaches to this task, and they depend on the scale at which resources are managed. In this chapter, we use heart of palm (*Euterpe*

edulis, or “palmito”) harvesting in Misiones, Argentina, as a case study of potential sustainable management in the Atlantic Forest.

The need for cash in Mata Atlantica communities places tremendous pressure on the available biological resources, and one of its most immediate consequences is deforestation. The forests in this region are being relentlessly transformed into silvicultural and agricultural land (Chapters 5, 15, and 25, this volume). From the point of view of biodiversity, the transformation to agricultural land is irreversible, at least in the immediate future, and avoiding it requires changes at the social and political levels (Chapter 19, this volume). Sustainable management of the forest is therefore the only alternative to satisfying both the communities’ need for cash and need to preserve biodiversity.

Valuable timber species -*Cedrela fissilis*, Meliaceae and *Cordia trichotoma*, Boraginaceae- and palmito are the resources most often extracted directly from the forest. Palm-dominated forests are known as “palmitales”. They form patches usually associated to certain topographic and soil conditions, as well as particular land-use history (Aguilar and Fuguet 1988). Palmitales are the most diverse forests in Argentina (Brown et al. 1993). Argentina houses the southernmost portion of the Mata Atlantica and of palmitales; their distribution apparently limited by frost (Chediack, pers. obs.).

Palmito

Palm heart (“palmito”) is the edible apical meristem (growing portion) and young folded leaves of palm trees (Balick 1984). Although various palm species have an edible heart, the quality of *Euterpe edulis* (Palmae) in the Mata Atlantica of Argentina, Brazil and

Paraguay, is judged superior to that of other species (Ferreira and Paschoalino 1987, Orlande et al. 1996). Overexploitation has decreased supply, however, and many companies have moved to the Amazon basin to exploit related species (*E. oleracea* and *E. precatoria*) (Galetti and Chivers 1995). Perhaps as a result, commercialization has switched to cultivated varieties of “pejibaye”, *Bactris gasipaes* Kunth (Clement et al. 1996). Despite this change in the world market, the populations of *E. edulis* in the Mata Atlantica continue to be exploited and their conservation status outside protected areas is uncertain. In the last decade, *E. edulis* has been declared threatened to extinction in Argentina (FVSA 1993) and vulnerable in Brazil (Galetti and Fernández 1998), and Paraguay (Molas 1989). The International Union for the Conservation of Nature (IUCN) has recommended that specific plans be developed for the protection of this species (IUCN 1996).

This palm has a single trunk with one terminal meristem. Cutting this meristem results in the death of the palm. Because the base of living leaves wraps around this portion of the stem, the upper part of the stem looks swollen. Within this green part of the stem one finds the palm heart, “corazón”, “cogollo” or “palmito”. The palm’s crown of pinnate leaves spreads above this point. The fruits are violet, and form racemes hanging below the green portion of the stem (Dimitri et al. 1974). The tallest palms we have observed reach 18 m and a diameter (at breast height or dbh) of 19 cm (Chediack unpublished data). The weight of the palm’s heart is closely correlated with its diameter (Reis et al. 1994). A 10 cm dbh palm produces approximately 350 g of palm heart (Nodari et al. 1988a). This means that an adult palm produces just one marketable can. Fruits mature synchronously and are consumed by a wide variety of animals, which may also aid dispersion (Placci et al. 1992, Galetti and Aleixo 1998).

Commercialization of Palmito

The most widespread model of commercialization is the sale of standing palms. The packing factory usually has to pay for harvesting, transport and processing. The property owner applies for a permit to harvest a certain amount of palmitos. The plan has to be backed by a forest inventory carried out by an approved forestry firm. The Ministry of Ecology reviews the proposed plan and emits a document (guide) on extraction and transport. Often, these permits are forged; even if legitimate, they are used in more than one area or on more than an occasion. There is no reliable information for Argentina, but in Brazil Reis and Guerra (1999) estimated that the proportion of illegal commercialization of palm heart is 10 percent of the total. The owner must carry out reforestation, employing palmito seeds. The buyer pays approximately one US dollar per palm heart. According to local peasants, the harvest turn is eight years, but our research on palm demography indicates that this may be too short for populations to fully recover.

Effects of Palm Harvesting on the Natural Forest

Harvesting large, mature palms has consequences on the future population dynamics of both *E. edulis* and its accompanying species. Because these large individuals produce the majority of the seeds required for continuous replacement of the population, their death results in an impoverishment of the seedling bank. Seeds germinate within a few months after dispersion and seedlings remain on the forest floor for several years before developing a visible stem. Since passive dispersion of seeds is limited to distances of a few meters, unless more seed arrives naturally from neighboring plots, the population

tends towards extinction. For example, *E. edulis* forest patches in Iguazú National Park (Argentina) hold an average of 492 mature palms per hectare. After legal extraction, the remaining density is 35 mature (albeit younger) palms per hectare. Illegally harvested plots, however, do not contain a single remaining mature palm (Chediack unpublished). Adding the likely decrease in genetic variability brought on by the practice of intensive harvesting, particularly in small forest patches, the demographic situation of these palmitales is rather poor.

The harvesting of palm heart also affects other species. Several species of frugivorous birds were forced to change their diet when the density of adult heart palms decreased in the Parque Estadual Intervales in the mountains of Southern São Paulo, Brazil (Galetti and Aleixo 1998). Similarly, the incidence of the weevil *Rhynchophorus palmarum*, which feeds on the meristem of young palms causing their death, increased substantially in harvested areas, as compared to reserve areas, in the Argentinean part of Iguazú (Gatti 1999). The abundance of trunks with succulent pith and young leaves laying on the forest floor apparently increases the availability of ovipositing sites, which then results in higher population densities of this predator.

Sustainability of palm heart harvest

The sustainable harvest of a non-timber forest product could be practice in a limited forest area. This practice can be implemented indefinitely with an insignificant impact on the structure and dynamics of the population (Peters 1996). The observations discussed earlier in this chapter regarding current harvesting of *Euterpe edulis* and its consequences,

however, suggest that sustainable harvest is not achievable in this species, at least in the short term. A modified version of this definition with a longer time frame, to allow for wide population fluctuations and longer times between harvests, is therefore required.

Population numbers aside, monitoring changes in genetic diversity may also be warranted. For example, in order to maintain the demographic and genetic structure of the palmitales in the Mata Atlantica relatively stable only palms with diameters larger than 9cm should be harvested, and a minimum of 50 adults per ha should be left standing to allow rapid regeneration (Reis and Guerra 1999). The Argentinean government, however, grants permission to harvest palmito when density is as low as 35 adult individuals/ha (Chediack unpublished).

Consequently, to increase the future value of exploited areas and to restore degraded ones, several researchers have conducted seed enrichment experiments. The best results in terms of seed germination, seedling survival and cost have been achieved when ripe fruits (scarified or not) have been scattered annually or biannually (Bovi et al. 1987, Nodari et al. 1988b, Reis and Guerra 1999). Although the permits to harvest palmitales in Argentina specifically request that reforestation practices to be implemented, these procedures are not always carried out. Even when they are, there is no monitoring of the fate of seedlings to guarantee the practice has been successful. Studies conducted in Campinas, Brazil, under perennial crops such as banana yielded good results (Bovi et al. 1987). However, similar results are unlikely in the subtropical forests of Argentina where winter frost kills a large number of seedlings. Winter frost may not occur every year, but if it coincides with the

germination of naturally occurring or introduced seeds the results can be disastrous (Chediack unpublished).

Artificial plantations and introduction of hybrids

Due to the facility with which *E. edulis* and *E. oleracea* cross-pollinate when grown closely together (e.g. in a greenhouse), hybrids of these two species have been planted in Brazil (Aguiar 1988). These hybrids produce a high-quality palmito and have multiple stems. However, because the genetic and demographic consequences of introducing these hybrids into the southernmost populations of *E. edulis* have not been investigated, their introduction is not recommend. For example, if the hybrid turns out to be more sensitive to frost than *E. edulis* already is at the seedling stage, the consequences of gene flow *from E. oleracea* into the natural populations of *E. edulis* could be devastating.

The world market

Unfortunately, there is no information on world trade specific to palmito (*E. edulis*). The available information groups together all species that provide heart of palm. Also the available information on imports and exports of various countries is unreliable. For example Weiss (1998) reports 24100 metric tons globally exported in 1996, whereas Reis and Guerra (1999) report 4853 metric tons for the same year. Part of the difference may result from the fact that some countries resell the product. The price per ton also varies according to author, but the difference is not as marked (Figure 1).

Brazil is the main producer of Palmito, and 80 to 85 percent of its production is consumed domestically. Brazil is followed by Costa Rica and Ecuador. Paraguay has

recently started production, and Argentina is its main buyer. Despite producing its own palmito, Argentina is not self-sufficient. Argentina's main providers are Brazil, Ecuador and Paraguay (Weiss 1998).

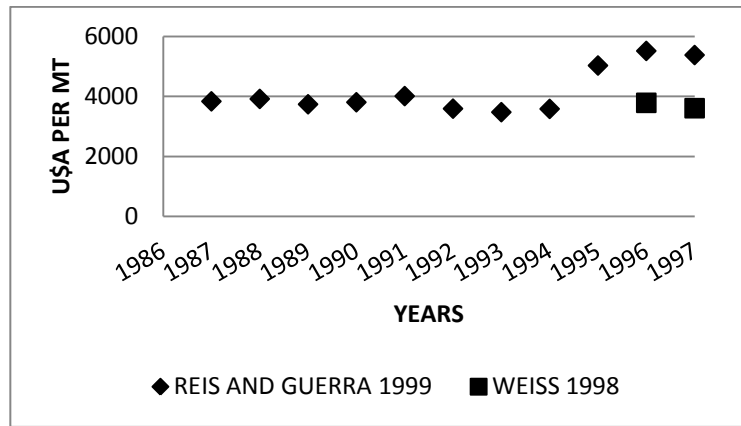


Figure 1: Palmito metric ton price after Reis and Guerra (1999) and Weiss (1998)

Both demand and supply of palmito have increased in the last 10 years, and it is likely that supply will increase further as young plantations of *Bactris gasipaes* (pejibaye) mature in Ecuador, Peru and Hawaii, among other countries. *E. edulis*, however, is preferred over *B. gasipaes*. Its ivory color makes it more appealing to the consumer than the yellowish color of pejibaye. More importantly, its fleshy tissue is softer, with higher water content and it lacks the fibers that characterize the pejibaye. In tests of palatability *E. edulis* fares consistently higher than pejibaye because of its sugar content and presence of tannins (Ferreira and Paschoalino 1987, Clements et al. 1996). Consumers also prefer *E. edulis* because it is extracted from natural areas and, unlike palmito extracted from plantations, is deemed free of agrochemicals. Among the disadvantages of *E. edulis* are its natural variability (which means there is little control over a quality standard) and the ease with which the product oxidizes (Ferreira and Paschoalino 1987). The ease of oxidation

forces the producer to sell it already processed, whereas *B. gasipaes* may be brought to market while still fresh. Furthermore, with little information available on present and predicted, future stock and its distribution, it is difficult to draw long-term production plans. Another disadvantage of *E. edulis* is that the maximum yields in Brazil are of the order of 17 - 312 kg/ha/year (Bovi et al. 1987), while pejobaye plantations produce a yield of 500 to 1000 kg/ha/year (Clements et al. 1996). To compensate for this, the value per can of *E. edulis* heart of palm must be higher.

Conclusions

Palm heart is extracted together with other valuable timber species. A fair economic analysis would have to consider these species in the equation. Overall, properly planned, conscientious exploitation of natural populations of *E. edulis* probably represents the best opportunity to preserve this species and its accompanying ecosystem. A system of management that aimed at the sustainable use of these resources would be an ideal candidate for certification, and would aid in protecting the unique communities of the Mata Atlantica. In a typical tragedy of the commons (use it or lose it) peasant communities prefer small but secure earnings to promises of riches to come. It is therefore necessary to change current practices of mining forest to a practice of manage them (Putz et al. 2000). The social, cultural and political barriers to bring about this change represent the biggest challenge to conservation.

Acknowledgements

Thank J. Herrera, G. Gatti, S. Holz and G. Placci with whom we conducted research involving collaboration with Laboratory of Population dynamics of the Institute of Ecology and Pogrado en Ciencias Biomédicas, UNAM, México; Department of Biological Sciences of the University of Plymouth, U.K.; Vida Silvestre Argentina foundation; with financial support from WWF and Russell Train Education for Nature program, the Centro de Investigaciones Ecológicas Subtropicales, Parque Nacional Iguazú, and the Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas from Argentina. Further financial support has been provided by UNAM, Mexico, in the form of a PhD scholarship to the first author.

References

- Aguiar, C.J.S. 1988. Contribuição da cultura do açazeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) no litoral Paulista. In: Palmito, Anais do Primer encontro nacional de Pesquisadores, EMBRAPA-CNF, Curitiba, Brazil Pp: 75-90.
- Aguilar, M.I. and M.F. Fuguet 1988. Palmito: descripción, distribución y diferentes manejos de *Euterpe edulis* Mart. Actas del VI Congreso Forestal Argentino. Santiago del Estero. Pp: 14-16.
- Balick, M.J. 1984. Ethnobotany of Palms in the Neotropics. *Advances in Economic Botany* 1:9-23.
- Bovi, M.L.A, G Godoy Jr and L.A. Saes 1987. Pesquisas os generos *Euterpe* e *Bactris* no Instituto Agronomico de Campinas. In: Palmito, Anais do Primer

- encontro nacional de Pesquisadores, EMBRAPA-CNF, Curitiba, Brazil
Pp:1-44.
- Brown, A.D; L.G. Placci and H.R.Grau 1993. Ecología y Biodiversidad de las Selvas Subtropicales de Argentina. En: Elementos de política ambiental. F.Goñi and L.Catalén (eds.) H. Cámara de Diputados de Buenos Aires. Pp 215-222.
- Clement, C.R.; R.M. Manshardt; C.G. Cavaletto; J. DeFrank; J. Mood Jr.; N.Y. Nagai, K. Fleming and F. Zee 1996. Pejibaye heart-of-palm in Hawaii: From Introduction to Market Pp 500-507. In: J.Janick (ed.), Progress in new crops. ASHS Press, Arlington, VA.
- Dimitri, M.J.; I.R.V. Hualde; C.A. Brizuela and F.A.T. Fano 1974. La flora arbórea del Parque Nacional Iguazú. Anales de Parques Nacionales. Tomo XII.
- Ferreira, V.L.P and J.E. Paschoalino 1987. Pesquisa sobre Palmito no Instituto de Tecnologia de Alimentos ITAL. In: Palmito, Anais do Primer encontro nacional de Pesquisadores, EMBRAPA-CNF, Curitiba, Brazil Pp. 45-62.
- FVSA (Fundación Vida Silvestre Argentina) 1993. Situación Ambiental de la Argentina, Recomendaciones y Prioridades de Acción. Boletín Técnico 14. Pp. 70.
- Galetti, M and D.J.Chivers 1995. Palm harvest threatens Brazil's best protected area of Atlantic Forest. *Oryx* 29(4):225-226.
- Galetti, M and J.C. Fernandez 1998. Palm heart harvesting in the Brazilian Atlantic forest: Changes in industry structure and the illegal trade. *Journal of Applied Ecology* 35(2):294-301.

- Galetti, M. and A. Aleixo. 1998. Effects of palm heart harvesting on avian frugivores in the Atlantic rain forest of Brazil. *Journal of Applied Ecology* 35(2):286-293.
- Gatti, M.G. 1999. El picudo de la palma, *Rhynchophorus palmarum* L. (Coleoptera: Curculionidae), en palmitales con y sin aprovechamiento forestal. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- IUCN 1996. Palms, their conservation and sustainable utilization. IUCN/SSC Palm specialist group, Johnson, D (ed). IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.
- Molas, P.J. 1989. El Palmito: una interesante alternativa de producción. *Rev. Forestal V* (1):27-30. Paraguay.
- Nodari, R.O; M.P. Guerra; A. Reis; MS Reis and D. Merizio 1988 b. Eficiencia de sistemas de implementação do palmitero em mata secundária. In: Palmito, Anais do Primer encontro nacional de Pesquisadores, EMBRAPA-CNF, Curitiba, Brazil Pp: 165-172.
- Nodari, R.O; MS Reis; A. Reis and M.P. Guerra 1988 a. Relaçãõ entre parãmtros não destrutivos e o rendimento de palmito. Estudo preliminar. In: Palmito, Anais do Primer encontro nacional de Pesquisadores, EMBRAPA-CNF, Curitiba, Brazil Pp: 181-182.
- Orlande, T.; J. Laarman and J. Mortimer 1996. Palmito sustainability and economis in Brazil's Atalntic coastal forest. *Forest Ecology and Management* 80:257-265.

- Peters, C.M. 1996. Aprovechamiento Sostenible de Recursos no Maderables en Bosque Húmedo Tropical: Un Manual Ecológico. Programa de Apoyo a la Biodiversidad. Serie General del Programa de Apoyo a la Biodiversidad No WWF, TNC, WRI and USAID. Pp 50.
- Placci, L.G; S.I. Arditi; P.A. Giorgis and A.A. Wutrich 1992. Estructura del palmital e importancia de *Euterpe edulis* como especie clave en el Parque Nacional Iguazú, Argentina. Yvyrareta 3(3):93-108.
- Putz, F. E.; D.P. Dykstra and R. Heinrich 2000. Why poor practices persist in the Tropics. Conservation Biology 14(4):951-956.
- Redford, K.H. and C. Padoch 1992. Conservation of Neotropical Forests, Working from Traditional Resource Use. Redford, K.H. and C. Padoch eds. Columbia University Press.
- Reis, M.S and M.P Guerra 1999. *Euterpe edulis* Martius (Palmito). I Seminário Nacional “Recursos florestais da mata Atlântica”, São Paulo, Brasil.
- Reis,A; M.S.Reis and A.C. Fantini 1994. Manejo do Palmiteiro (*Euterpe edulis*) em regimen de rendimento sustentable, Florianópolis, UFSC, Pp. 78.
- Weiss, K.D. 1998. Un estudio del mercado mundial para el Pijuayo. Winrock international: Proyecto de desarrollo alternativo. USAID/Contradrogas. Lima, Perú.

CAPÍTULO 2

Área de estudio: La Selva Atlántica y sus Palmitales



Tomado de Fontanarrosa (1997)

Selva Atlántica:

La Selva Atlántica se encuentra en el margen este de Sudamérica, va desde los 8° hasta los 28° de latitud sur y se extiende desde la costa hasta unos 500 km tierra adentro. Comprende áreas de Brasil, Paraguay y Argentina. Su superficie estimada es de aproximadamente 69 931 479 ha (Da silva, 2012) (Fig. 1-21). La Selva Atlántica es una de las regiones del planeta con mayor biodiversidad pero posee un alto riesgo de desaparecer. Se ha estimado que en ella existen alrededor de 20000 especies de plantas vasculares de las cuales 8000 son endémicas (Myers, 1988). Werneck *et al.* (2011) calcularon que la Selva Atlántica es el hogar de 13708 especies de angiospermas de las cuales 6663 son endémicas, siendo el área de la costa atlántica brasilera la que posee más endemismos por unidad de superficie. Según Myers *et al.* (2000) esta selva es el cuarto “hotspot de biodiversidad” en necesidades de conservación en la clasificación mundial por su excepcional concentración de especies endémicas y la alta tasa de desaparición de sus ambientes naturales. La situación de la Selva Atlántica descrita en Global 200, que es la lista de ecorregiones prioritarias para conservar en el mundo, es crítica ya que se encuentra en peligro de desaparecer. Entre las amenazas se destacan la extracción de productos maderables y no maderables, deforestación para actividades forestales, agropecuarias y asentamientos humanos, caza, invasión de especies exóticas y erosión (Da silva, 2012). Entre los principales cultivos industriales que reemplazan al bosque esta la forestación con especies exóticas, yerba mate, te y tabaco. Se estima que sólo queda entre el 7 y el 8% de su superficie original (Galindo-Leal y Gusmao Câmara, 2003). Los grandes remanentes de selva corresponden a áreas naturales protegidas, pero lo que domina la escena son numerosos remanentes menores a 1 km² rodeados de pasturas y agricultura (Viana *et al.*,

1997). Según Tabarelli *et al.* (2010) estos remanentes están embebidos en un sistema agrícola dinámico que incluye a los pequeños fragmentos forestales, parches de bosques en diferentes estadios de sucesión y monocultivos arbóreos exóticos. En este paisaje modificado a lo largo del tiempo, la fragmentación del hábitat va llevando a porciones de fragmentos forestales, dominados por el efecto borde, hacia un sistema de sucesión temprano, limitando a largo plazo la persistencia de especies dependientes obligadas de la selva.

Los fragmentos menores a 25 ha son los que a largo plazo sufren cambios más drásticos en su estructura, biomasa y biodiversidad. A nivel de comunidad la biomasa se disminuye en un 60%, dos tercios de las especies desaparecen y alcanzan un equilibrio con una substancial reducción de las especies que originalmente tenían. La regeneración potencial es limitada y la llegada de la lluvia de semillas desde el exterior no es posible debido a lo esparcido de los fragmentos (Putz *et al.*, 2011).

Si bien muchos de los ambientes modificados por el hombre (bosques secundarios y monocultivos) pueden ofrecer también oportunidades de conservación, no pueden reemplazar el valor de las áreas naturales y por lo tanto el de las grandes masas forestales menos alteradas. Es necesario acoplar los corredores de biodiversidad al sistema de áreas naturales para llenar los vacíos existentes y la representatividad de las áreas protegida (Tabarelli *et al.*, 2010).

Recientemente el gobierno brasileño ha anunciado que había logrado disminuir la tasa de deforestación de la “Mata Atlántica”. Entre los años 2008 y 2010 se perdieron 32000 hectáreas por año, mientras que en el 2000 la destrucción alcanzaba un ritmo anual de 34000 hectáreas. Esto no es muy alentador si vemos lo que había en el 2003 y como fue

la historia de desaparición de esta selva (Fig. 2-1 y 2-2). Pero hay que considerar que la zona de distribución de la Mata Atlántica además de ser una de las áreas más ricas en biodiversidad en el mundo, es de vital importancia para los aproximadamente 120 millones de brasileños que viven en su área y que generan aproximadamente el 70% del PIB de Brasil (Ministerio do Meio Ambiente). En Paraguay y Argentina la situación es similar. Misiones es una de las provincias con mayor densidad poblacional de Argentina como veremos más adelante.

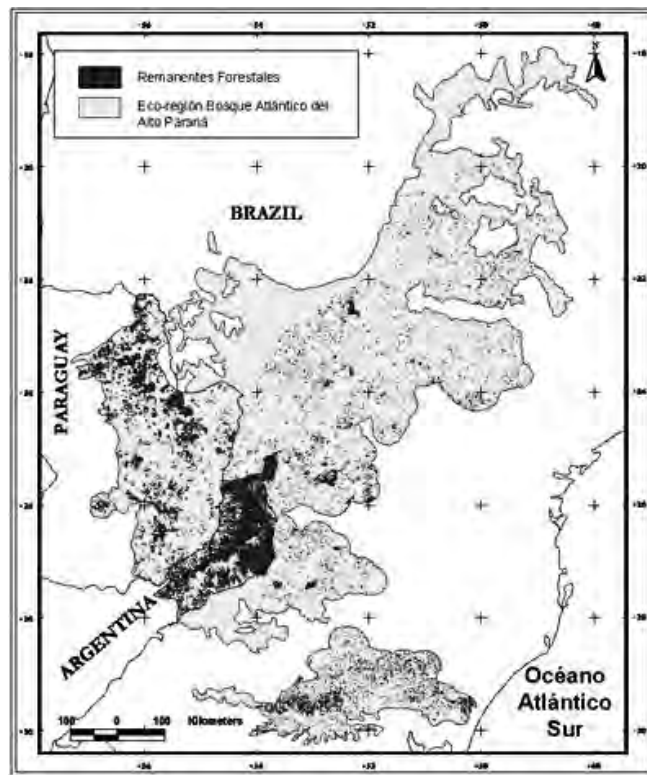


Figura 2-1: Remanentes forestales de Selva Atlántica. La mayor superficie se encuentra en Argentina. Imagen tomada de Galindo-Leal y Gusmao Câmara (2003).



Figuras 2-2. Evolución del proceso de reducción y fragmentación de la Selva Paranaense desde fines del 1800 hasta el 2000 (Holz, S. y G. Placci, 2003). Figura de la derecha situación a fines de 1800, figura de la izquierda período 1990-2000.

La Selva Atlántica brinda numerosos servicios ambientales. Como otros bosques, asegura la producción de agua de calidad. La selva intercepta el agua de lluvia, lo que no es retenido en la copa de los árboles y los epifitos, llega al suelo de forma amortiguada permitiendo su incorporación. Una parte del agua acumulada en el suelo es absorbida por las plantas, otra fluye lentamente hacia los ríos y el resto llega a las napas freáticas, funcionando como recarga de los acuíferos. El agua subterránea llega a la superficie del suelo por afloramientos naturales o es bombeada desde los pozos hechos a tal fin. El agua subterránea de la parte sur de la Selva Atlántica es parte de uno de los acuíferos más grande del mundo, el Acuífero Guaraní. Esa gran masa de agua se encuentra bajo la Mesopotamia argentina, el sur de Brasil, Uruguay y este de Paraguay (Chediack, 2006). Según la Subsecretaría de Recursos Hídricos de la República Argentina en el Sistema Acuífero Guaraní existe un volumen de agua de recarga, es decir explotable, de 166 Km³/año y las reservas permanentes de agua, es decir la que se encuentra almacenada en poros y fisuras

de la roca, son del orden de los 45000 Km³. A fin de tener referencia de qué significan estas cifras está el ejemplo de que en Argentina el consumo estimado de agua es de 34 Km³/año (Calcagno *et al.*, 2000). Los remanentes de selva, especialmente los cuidados dentro de las áreas naturales protegidas, también resguardan el agua superficial regulando el caudal y preservando la calidad del agua de sus ríos. El agua dulce de la Selva Atlántica es un recurso inalienable en nuestro planeta, donde según la ONU (Organización de Naciones Unidas), la sexta parte de la población no tiene acceso al agua potable.

Los remanentes de Selva Atlántica colaboran también a mantener el equilibrio del clima. Cada vez aumentan más los gases que provocan el “Efecto Invernadero” incrementando la temperatura del planeta con las consecuencias que todos conocemos. El principal gas responsable es el dióxido de carbono. Una de las formas de controlar su cantidad en la atmósfera es fijándolo en las plantas ya que éstas lo utilizan junto con la energía del sol y nutrientes del suelo para formar sus tejidos. Otra manera es mantener las cubiertas vegetales existentes para que el carbono que está en ellas no sea liberado a la atmósfera. En este sentido las selvas que están bajo protección, dentro de las áreas naturales protegidas, son menos susceptibles a ser cortadas o quemadas y, por lo tanto, no se liberará el carbono retenido en ellas. Sin embargo, fuera de las áreas protegidas se producen regularmente incendios originados en la quema de los rastrojos de las cosechas y porque los bosques productos de forestaciones industriales son más susceptibles a incendiarse (Fig. 2-3)

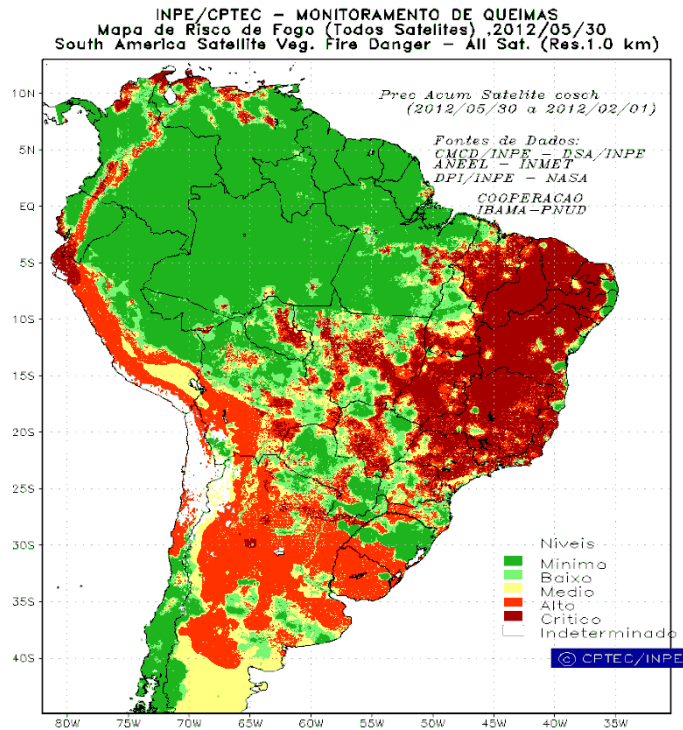


Figura 2-3: Mapa que muestra los incendios observados en imágenes de satélite. CEPTEC- Instituto nacional do pesquisas espaciales, Brasil.

<http://sigma.cptec.inpe.br/queimadas/figuras/maparisco.gif>

La elevada diversidad biológica de estas selvas, a través de sus componentes diversidad genética y riqueza de especies, de ambientes y de interacciones biológicas, también nos brinda servicios ambientales. A continuación se mencionan algunos recopilados en Chediack (2006).

En esta selva se encuentran variedades silvestres de especies domesticadas. Por ejemplo el Carpincho (*Hydrochoerus hydrochaeris*, Rodentia: Hydrochaeridae) del que se aprovecha industrialmente su cuero. También encontramos el árbol Yerba (*Ilex paraguayensis* Aquifoliaceae). La yerba se cultiva para la elaboración de la Yerba Mate, es

la base de una bebida tradicional de numerosos países latinoamericanos. En la Selva Atlántica está el origen de especies de orquídeas y epífitos ornamentales que se extraen de la selva o que actualmente se cultivan; muestra de ellas se pueden apreciar en la “Fiesta de la flor” que se lleva a cabo en la ciudad de Montecarlo, Misiones. La conservación de parientes silvestres permite la disponibilidad de variabilidad genética de la especie y por lo tanto la posibilidad de obtener nuevas variedades con características particulares que se necesiten (por ejemplo resistencia a determinadas plagas, sequía, heladas, etc.). Al existir muchas especies hay una mayor probabilidad de que existan especies útiles. Ejemplos de especies silvestres que son aprovechadas en las propiedades privadas y que dentro de las áreas naturales protegidas se asegura su conservación son el Ambay (*Cecropia pachistachya*, Moraceae), el Palmito y la Yerba dulce llamada también Caá hé, *Stevia rebaudiana* (Compositae). Según Ricker y Daly (1998) el Caá hé posee azúcares del metabolismo primario, los esteviósido y rebaudiósido A, que conforman un edulcorante que puede ser usado por los diabéticos. Estos autores también reconocen varios géneros de árboles de los que se extraen productos que se comercializan en Alemania, obtenidos de los bosques tropicales y que son parte de la flora de esta selva. Por ejemplo está el género *Lonchocarpus* (Leguminosae) del que se extraen las rotenonas que son un poderoso insecticida, *Copaifera* (Leguminosae) árbol del que se extraen resinas, *Rauwolfia* (Apocynaceae) de la que se extraen más de 50 alcaloides algunos utilizados como sedantes y otros para controlar la presión arterial. Entre las especies que citan y que también encontramos en el Parque está *Pilocarpus pennatifolius* (Rutaceae), de sus hojas se extrae pilocarpina que se utiliza en el tratamiento del glaucoma. Estos son sólo algunos ejemplos.

Seguramente en el futuro se encuentren especies útiles que nunca se llegarían a descubrir si los ambientes naturales no se conservan.

Hay otros aspectos sobre la utilidad de la diversidad que no han sido estudiados en esta selva y que sería interesante que se miraran con más atención. Por ejemplo la importancia que tienen los remanentes boscosos como fuente de animales silvestres hacia las propiedades vecinas y los beneficios que ello les reporta. Esto ha sido estudiado en los cafetales de Costa Rica donde Ricketts *et al.* (2004) estimaron que las plantaciones que limitan con la selva incrementan en un 20% su producción de café gracias a los polinizadores de la selva que aseguran la polinización de las flores y por lo tanto la producción de las semillas.

La selva Atlántica presta además otros servicios ambientales. Posee paisajes de gran belleza como las Cataratas del Iguazú y los caminos rojizos que contrastan con el verde esmeralda de la vegetación. Finalmente, la selva protege los suelos y a las comunidades que viven en ella, al sostener los acantilados y laderas de montaña evitando la erosión.

Selva Atlántica Argentina o Selva Misionera:

En Argentina la superficie de Selva Atlántica que aún queda es de aproximadamente 11300 km², éste es el fragmento continuo más grande y su estado de conservación es variable según los sitios (Holz y Placci 2003). Este gran fragmento está compuesto por áreas naturales, protegidas y privadas. La selva Atlántica interior de Argentina (también llamada Misionera porque está en la provincia de Misiones, o Paranaense) se encuentra legalmente protegida en el Corredor Verde. Este corredor está conformado por numerosas

áreas naturales protegidas y propiedades privadas que aun tienen selva en diferente estado de conservación (Fig. 2-4).



Figura 2-4: Imagen satelital obtenida de Google Earth. Se puede observar una gran masa de selva en el norte de la provincia de Misiones, en el límite con Brasil, que corresponde con el Parque Nacional Iguazú. Del lado argentino esta masa no posee un límite definido y se continúa por otras reservas y propiedades hacia el sur. Del lado brasileño se observa el Parque Nacional do Iguaçu, completamente aislado de otros fragmentos forestales.

Misiones tiene menos de 1% de la superficie total del país, pero alberga casi el 40% de la biodiversidad y produce aproximadamente el 70% de la madera que se comercializa. Es la provincia con mayor superficie ocupada por plantaciones forestales que reemplazaron

al bosque nativo. Si bien la Selva Misionera en la Argentina conserva alrededor del 50% de su bosque original, la continua substitución puede conducir a una situación alarmante como la de sus países vecinos, en donde el Bosque Atlántico del Alto Paraná fue reemplazado casi totalmente.

En la Selva Misionera es donde se ha registrado la mayor riqueza de especies arbóreas de la Argentina (Placci y Giorgis, 1993; Chediack, 2006). En esta selva también se encuentra el mayor número de especies de vertebrados del país, con el 50% de todas las especies conocidas para la Argentina (274 especies de peces, 66 de anfibios, 114 de reptiles, 546 de aves y 124 de mamíferos) (Giraud *et al.*, 2003). Según el “Inventario Nacional de Bosques Argentinos” y el “Inventario Provincial de Bosques Cultivados”, la Selva Misionera comprende bosques con diferentes grados de uso: 1) Selva no alterada: 40238 hectáreas, que corresponden casi totalmente al área intangible del Parque Nacional Iguazú. 2) Selva poco alterada: 111948 hectáreas 3) Selva medianamente alterada: 686543 hectáreas, 4) Selva muy alterada: 76094 hectáreas (Ministerio de Ecología 2001). De todas estas, unas 450000 hectáreas son áreas naturales protegidas (casi el 16 por ciento del territorio provincial). Es decir, la mayor superficie se encuentra cubierta por bosques aprovechados (Brown *et al.*, 2006).

Fitogeografía de la Selva Misionera: La selva Atlántica Argentina se caracteriza como una selva semi-caducifolia, rica en Lauráceas, Leguminosas, Mirtáceas y Rutáceas. Se diferencian unidades de vegetación relacionadas con condiciones topo-edáficas. La composición florística de las unidades es semejante, encontrándose sólo algunas diferencias estructurales y por la presencia diferencial de pocas especies dominantes, como *Araucaria*

angustifolia (Araucariaceae) en la unidad de los pinares, *Astronium balanse* (Anacardiaceae) en el del Urunday, *Euterpe edulis* (Palmae) y el Palo Rosa (*Aspidosperma polyneuron*, Apocynaceae) en la unidad homónima y *Allagoptera campestris* (Palmae) en la zona de los campos.

Según Cabrera y Willink (1980) la selva Misionera está formada por cuatro distritos:

1) Distrito Serrano. No se encuentra en Argentina. Ocupa las partes más elevadas de las sierras del sudeste del Brasil, por encima de los 1800 msnm. La flora es presenta las Gramíneas, Compuestas, Leguminosas y Velloziáceas entre otras.

2) Distrito de los pinares: Ocupa las zonas entre los 600 y 1 800 msnm. Se ubica en zonas con heladas invernales y temperaturas más bajas que en la zona de selvas. Se caracteriza por la presencia de *Araucaria angustifolia*, especie endémica del alto valor forestal. Datos no publicados de una expedición que realizamos patrocinada por el Laboratorio de Investigaciones de las Yungas de la Universidad Nacional de Tucumán indican que es un ambiente en alto riesgo de desaparecer. En la Reserva Provincial Cruce Caballero, único remanente de este tipo de selva en Argentina, se reconocieron 39 especies de árboles en un cuarto de hectárea. La altura del dosel presento una fuerte variación, con árboles emergentes de hasta 36 m de alto (*Peltophorum dubium*, Leguminosae y *A. angustifolia*). La especie que presentó el mayor número de individuos es el helecho arborescente *Alsophylla atrovirens* (Cyatheaceae). *A. angustifolia* aportó la mayor área basal (Fig.2-5). Son importantes por la densidad las Lauraceas (especialmente por el número de

individuos de *Nectandra megapotamica*) y Moracea (*Sorocea ilicifolia*) (Liev, datos no publ.).



Figura 2-5: Tronco de *Araucaria angustifolia* en el Parque provincial “Cruce Caballero” en el distrito de los Pinares, en Misiones, Argentina.

En otras áreas también suele crecer *Podocarpus lambertii*, *Drymis brasiliensis* como elementos característicos (Cabrera y Willink, 1980). Este distrito presenta numerosas especies endémicas. Por ejemplo entre las aves, el Coludito de los pinos, *Leptasthenura setaria* (Pipride) y *Amazona petrei* (Psittacidae). Un caso particular es la presencia del mono carayá rojo, *Alouatta fusca* (Cebidae) (sinónimo de *Allouatta guariba*) que en Argentina solamente se lo ha encontrado en este tipo de bosque. Lamentablemente una epidemia de fiebre amarilla entre los años 2008 y el 2009 ha llevado a las poblaciones argentinas de esta especie casi a la extinción.

Este distrito comparte la mayoría de sus especies con el distrito de las selvas. Los géneros *Araucaria* y *Drymis* muestra una distribución disyunta con la los bosques andino-patagónicos y *Podocarpus* con el de las Yungas en el Noroeste de Argentina y Bolivia. Esto junto a la presencia de numerosos endemismos, muestra un origen biogeográfico mixto de este distrito.

Lamentablemente en la provincia de Misiones este distrito actualmente se halla restringido sólo a la Reserva Provincial Cruce Caballero que cuenta con sólo 435 has.

3) Distrito de los Campos. Se extiende por el Sudoeste de Misiones y nordeste de Corrientes y en el sureste de Paraguay. Está conformado por sabanas de gramíneas, con arbustos y árboles aislados. Estas sabanas se hacen más extensas en el extremo sur formando un engranaje con el Dominio Chaqueño. Se caracteriza por la presencia de palmas, entre ellas los géneros *Butia*, *Arecastrum*, *Acrocomia* y *Allagopera*. Esta última dominante en el Monumento provincial de Teyú-Cuaré (Chediack, 1999).

4) Distrito de las Selvas: Se distribuye hasta los 600 msnm. La selva presenta diferentes tipos de bosques según condiciones ambientales e historias de uso. La dinámica de estas selvas está determinada por el aprovechamiento forestal y las condiciones ambientales. La presencia de lluvias y fuertes vientos (y en las zonas serranas los deslizamientos de ladera) podrían estar aumentando la heterogeneidad del paisaje al favorecer la caída de árboles y la formación de claros que son ocupados por plántulas de diferentes especies o por bambúceas (Poaceae: Bambusoideae). Entre estas últimas se destaca *Chusquea ramossisima* Lindm. planta heliófila que forma grandes macizos

aprovechando estas aberturas del dosel (Placci y Giorgis, 1993). Esta especie manifiesta un comportamiento invasor en áreas degradadas, en especial por el aprovechamiento forestal selectivo. Esto dificulta la regeneración de otras especies (Campanello *et al.*, 2007). El distrito de las Selvas está bien representado en el Parque Nacional Iguazú. Es en esta área natural donde se encuentran selvas relativamente no alteradas, es decir que en el Parque Nacional Iguazú recae casi toda la responsabilidad de proteger el último remanente de bosques maduros de Selva Atlántica en Argentina. Varios autores han resaltado la heterogeneidad espacial del Parque caracterizando diferentes unidades ambientales. La estructura de los bosques de estas unidades han sido estudiados por Devoto y Rothkugel (1936), Placci *et al.* (1992), Placci y Giorgis (1993), Chediack (2008) y Srur *et al.* (2009) por lo que se cuenta con información valiosa que puede ser utilizada para el manejo del Parque y de la selva misionera en general. Dentro de las unidades ambientales del Parque se destaca la zona de la Ribera e Islas del Río Iguazú superior por poseer menor superficie dentro del parque, pero en ella se encuentra el mayor número de especies arbóreas y de arbóreas endémicas. Así mismo es un reservorio de especies raras y amenazadas (Chediack, 2009). Algo similar se aprecia en las costas de grandes ríos tropicales (Kricher, 1997).

Las comunidades de las selvas de lomas altas y medias poseen una alta diversidad de especies arbóreas y se encuentran ampliamente representadas dentro del Parque lo que asegura la supervivencia de especies con grandes requerimientos de superficie.

Los Tacuapizales (áreas donde abunda la caña Tacuapí, *Merostachys claussennii*, Poaceae) y las áreas de zonas bajas, se encuentran amenazados fuera de las áreas naturales protegidas. Dentro del Parque es el tipo fisonómico de vegetación donde se registró el mayor número de especies endémicas y especies únicas (Srur *et al.*, 2009). Esto, sumado a

la complejidad de su sotobosque, que funciona como refugio y hábitat para la fauna, hacen del Tacuapizal y de los cañaverales en general, elementos importantes dentro de las áreas naturales. Según Kricher (1997) las agregaciones de cañas son de los recursos tropicales que más aumentan la riqueza de especies en los trópicos. En esos bosques se pueden encontrar aves especializadas de alguna manera para alimentarse en los cañaverales, ya sea de sus semillas o de insectos que viven en ellas.

Los bosques del Parque Nacional Iguazú presentan la mayor riqueza y densidad de especies arbóreas de la Argentina ya que en él se identificaron 135 especies arbóreas, 38 de las cuales son endémicas de la Selva Atlántica (Placci y Giorgis, 1993; Chediack, 2006, 2008, 2009; Srur *et al.*, 2009). Lo mismo fue observado para otras formas vegetales, por ejemplo orquídeas. Sólo allí se registraron ochenta y cinco especies de orquídeas, lo que representa 1/3 de las especies conocidas para toda la Argentina (Johnson, 2001).

Los Palmitales son el área de estudio de esta tesis y se encuentran también dentro de las selvas de las zonas altas. De manera general se caracteriza por sus elementos dominantes el Palo Rosa (*Apidosperma polyneuron*, Apocynaceae) árbol emergente del dosel que se encuentra en peligro de extinción y las agregaciones de palmitos (*Euterpe edulis*, Palmae) que es la especie con mayor densidad (Placci *et al.*, 1992). En una sección más adelante se describen los Palmitales estudiados en esta tesis.

Clima: En Misiones, el clima es subtropical húmedo sin estación seca marcada. La temperatura media anual es 20°C, registrándose días con temperaturas por debajo de los 0°C es decir con heladas principalmente en otoño e invierno (Tabla 1).

La precipitación es variable entre años. Según el Sistema Meteorológico Nacional Argentino ronda los 1900 mm anuales.

Los vientos dominantes provienen de la dirección Este, Noreste y Sudeste, del anticiclón del Atlántico sur, y en menor grado de la dirección Norte y Sur. Su velocidad promedio es de 9 km por hora (Laclau, 1994)

Durante la época estival son comunes las tormentas eléctricas de carácter torrencial. También son frecuentes los tornados (Fig. 2-6) con fuertes vientos que destruyen la vegetación y cuyas cicatrices pueden observarse en imágenes satelitales 15 años después de ocurridos (Dyer, 1988).



Figura 2-6: Imagen de una tormenta que azotó la provincia de Misiones en septiembre de 2009. Servicio Meteorológico Nacional, Argentina.

Tabla 1: Los datos extremos de temperatura registrados por el Servicio Meteorológico Nacional para el período 1961-1990

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
Mínimas	3.9	-3.3	-4.9	-0.1
Máximas	40	37.9	33.3	39.9

Según Gatti *et al.* (2008) los Palmitales misioneros se desarrollan en las zonas con menor incidencia de heladas invernales, entre los 200 y 500 msnm y en las orillas de grandes ríos.

El Servicio Meteorológico Nacional de Argentina indica que existió una tendencia al aumento de las precipitaciones promedio entre 1961-2010, pero los inviernos fueron menos lluviosos. Según Labraga (1998) en Argentina se espera que el calentamiento global tenga efectos dispares. Para la zona norte del país (al norte de los 30° latitud sur) se ha propuesto que para el año 2030 podría haber un aumento de alrededor de 0.4 a 1.2 grados centígrados de temperatura promedio. Este autor estima que las precipitaciones en Misiones también incrementarían entre 5 y 10% por grado de calentamiento global que se incrementa. Es decir, para el futuro, se espera un ambiente más cálido y húmedo que el actual.

Orografía y suelos: Predomina un relieve con forma mamelonada (es decir de sierras que han sufrido erosión hídrica y eólica). Esta zona se encuentra apoyada en el

escudo precámbrico de Brasilia, aflorando los derrames basálticos producidos durante el jurásico y Cretácico. Estas rocas basálticas producen barrancas que se elevan entre 50 y 100 m sobre los ríos y numerosos saltos y cascadas. La zona de estudio se ubica en la Sierra de la Victoria, la cual descendiendo desde el noroeste, interrumpe el curso del río Iguazú y genera la formación de las magníficas Cataratas del Iguazú.

Historia: La historia biogeográfica de la Selva Misionera está determinada por las fluctuaciones climáticas del cuaternario. Esta selva habría sufrido uno o dos períodos glaciales (coincidentes con las glaciaciones de Würm y la Riss). Durante el período glacial el clima habría sido frío y seco. El clima inter-glacial fue cálido y húmedo. Además, se sugiere que en la actual cuenca de los ríos Paraná- Uruguay (que llegaría hasta la actual provincia de Corrientes aproximadamente) habría existido un gran lago continuo a una transgresión marina (Vuilleumier, 1971).

Según Dean (1995) el origen de la Selva Atlántica se remonta al Mesozoico, cuando el continente sudamericano estaba aislado. Luego de la conexión con América Central, la formación de los Andes, la entrada de biota del Laurasia y los sucesivos períodos glaciales que la conectaron y desconectaron de Amazonia, la selva formó un macizo continuo. Los seres humanos que llegaron a esta zona fueron cazadores-recolectores que usaban el fuego para cazar y para formar sabanas donde pastaran los herbívoros que consumían. Los primeros pobladores fueron sucedidos en el siglo XV por los Guaraníes Tupi, pueblo semi nómada que venía del Norte. Estos practicaban la agricultura de roza, tumba y quema, que utilizaban para sembrar mandioca, maíz, calabaza, etc.

Existieron varios intentos europeos para llegar a la zona del Iguazú en Misiones. En 1541 Álvar Núñez Cabeza de Vaca llegó a las Cataratas del Iguazú en un viaje que estaba realizando desde la isla de Santa Catarina hasta la villa de Asunción del Paraguay. En el siglo XVII la Compañía de Jesús llegó a la zona. Los jesuitas iniciaron su actividad creando reducciones. En pocos años, llegaron a crear 30 pueblos, en donde los guaraníes, que ya empezaban a practicar la agricultura, terminaron de adoptar el sedentarismo. Las reducciones eran atacadas por los bandeirantes provenientes de São Paulo, quienes esclavizaban a los nativos para venderlos en las haciendas. Los guaraníes debieron emigrar, bajaron por el río Paraná hacia el Sur donde fundaron nuevas reservaciones en la Provincia de Misiones. Las misiones fueron codiciadas por españoles y portugueses quienes combatieron a los guaraníes rebeldes llevándolos casi a la extinción. En 1767 se dictó la expulsión de los jesuitas de todos los dominios de la corona de España. Desde entonces Misiones fue campo de batalla entre españoles, portugueses y luego entre paraguayos, argentinos y brasileños. Fue hasta 1895 que se delimitaron los límites de los países. En Misiones encontramos varias reservaciones con aborígenes guaraníes (Wikipedia, 2012).

En tiempos recientes, el deterioro a gran escala de la Selva Misionera comenzó en los años '50s con la inmigración posguerra y cuando el gobierno otorgó tierras a inmigrantes para colonizar la frontera. La deforestación tuvo como propósito cultivar principalmente té, tung y yerba mate, así como desarrollar la ganadería. Posteriormente entre los años 60's y 70's se cortó la selva para forestaciones mono-específicas de especies forestales exóticas (especialmente del gen *Pinus*-Pinaceae y *Eucalyptus*-Mirtaceae) y nativas (*Araucaria angustifolia*, Araucariaceae) de rápido crecimiento para la obtención de

madera y pulpa para papel (Brown *et al.*, 2006; Galindo Leal y Guamao Câmara, 2003; Holz y Placci, 2003). En los 90's Argentina se abre a la inversión extranjera y entre las ofertas nacionales estaban los recursos forestales. Esto, sumados a los bajos precios de la tierra, le daban al país ventajas comparativas inigualables para la producción forestal de empresas extranjeras. La ley de promoción forestal que eximía de impuestos y aseguraba subsidios para forestar, el bajo precio de las tierras producto de la quiebra de pequeños productores yerbateros, y la inversión extranjera, favorecieron el establecimiento de grandes empresas madereras en la provincia. Estas empresas se volcaron a forestar con Pino y Araucaria para producir celulosa, lo que a su vez contribuyó a la contaminación de cursos de agua. La consecuencia inmediata de las inversiones extranjeras fue una gran entrada de divisas al país pero produjo una nueva ola de desaparición de bosques nativos, empobreciendo la diversidad biológica y cultural de la región. Recientemente ha ido en aumento la producción de madera de los bosques nativos para la producción de rollizos. Según Chiavassa y Annunziata (2006), en el año 2005 la producción maderera extraída de la selva de la provincia fue de 36 0912 toneladas (un 20% más de lo producido en el 2004) y de los rollizos extraídos el 93% fue para aserraderos. La especie más requerida es el Anchico colorado (*Parapiptadenia rigida*, Leguminosae) con el 40% de la producción de rollos. Actualmente se cierne una nueva amenaza sobre los remanentes boscosos no protegidos, la deforestación para actividades agrícolas productoras de bio-combustibles. A pesar de los volúmenes de madera y a la importancia de la actividad forestal para la provincia (casi el 50% de su producto bruto) y del país, aún se habla en los foros de la necesidad de información que permita hacer un uso adecuado de la Selva Misionera (Brown *et. al.*, 2006). El gobierno argentino carece de una política clara con respecto al

aprovechamiento de los recursos no maderables extraídos de la selva, como el Palmito. Lamentablemente no existen estadísticas de su extracción, uso, ni de los ingresos que genera esta actividad.

El estudio realizado por la “Unidad de manejo del sistema de evaluación forestal de la secretaría de ambiente y desarrollo sustentable del gobierno argentino” (Montenegro *et al.*, 2007) muestra como están siendo reemplazado los bosques nativos por forestaciones comerciales, actividades agropecuarias y asentamientos humanos (Fig. 2-7).

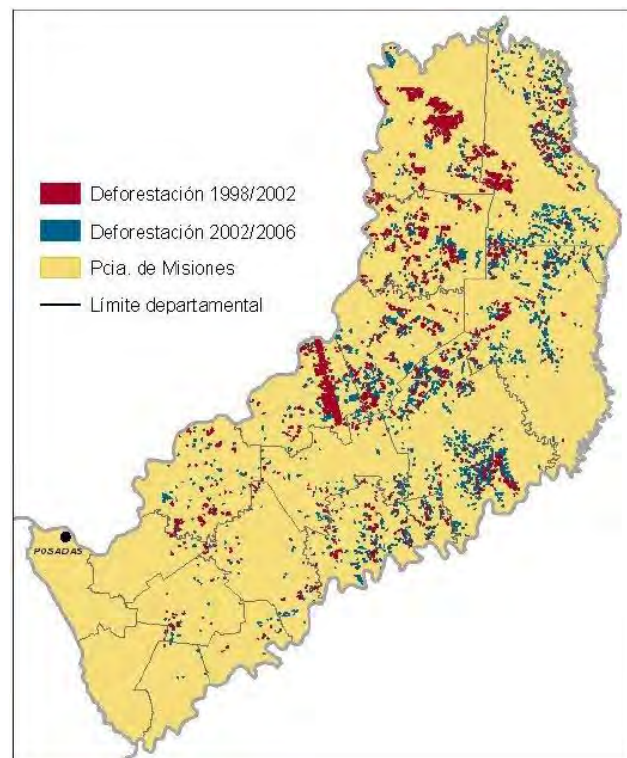


Figura 2-7: Superficie deforestada de la provincia de Misiones. Imagen modificada de Montenegro *et al.* (2007). Durante el período 1998-2002 desaparecieron 67233 has. Entre el 2002 y el 2006, 62412 has.

Los Palmitales de la Selva Misionera

Los Palmitales son bosques naturales que se encuentran en la Selva Atlántica del Sur de Brasil, Este de Paraguay y en la provincia de Misiones en Argentina. Se caracterizan por tener una alta densidad de Palmito (*Euterpe edulis* Mart., Palmae) (Placci y Giorgis, 1993). Los Palmitales son bosques de alta riqueza específica (entre 50 y 70 especies arbóreas por ha.), donde *E. edulis* es la especie dominante porque posee la mayor densidad de individuos lo que imprime una fisonomía particular al bosque (Placci *et al.*, 1992; Chediack, 2008). Los Palmitos, más los árboles de especies maderables, hacen del Palmital uno de los bosques nativos de la Selva Atlántica interior de mayor valor económico. Los Palmitales en Misiones se encuentran en la zona Norte de la provincia, tanto en las zonas bajas y como sobre la Sierra de la Victoria, aunque existen pequeñas poblaciones aisladas más al sur, tal vez plantadas por personas amantes de esta especie. La situación de los Palmitales no es diferente a la del resto de la Selva Misionera, porque sufren los mismos procesos de deforestación, fragmentación y empobrecimiento. Sin embargo, los pequeños propietarios tienden a mantener los bosques con palmitos ya que es un recurso que produce frecuentemente y que se puede cosechar rápidamente en caso de necesidad de dinero (Werle, com. pers.). Por otro lado los conservacionistas locales también tienden a preservar áreas con Palmito porque este tipo de selva es más bonita y transitable que los otros bosques; la sombra de los Palmitos disminuye el sotobosque y los grandes árboles emergentes que se encuentran hacen que esta selva parezca más “antigua” y de mayor valor para la conservación. El origen de esta hipótesis se debe a que en el Parque Nacional Iguazú una gran parte del área intangible es un Palmital.

Palmitales estudiados en esta tesis:

Se trabajó en Palmitales ubicados alrededor de las coordenadas 54 °13' O y 25°41' S, en zona norte de la provincia de Misiones, Argentina. Es decir están ubicados dentro de la zona subtropical. Los Palmitales estudiados están dentro del Parque Nacional Iguazú y en propiedades privadas aledañas al mismo. Los dueños de pequeñas propiedades lindantes con el Parque o cercanas a éste poseen pocas posibilidades de ver cómo es un ambiente similar al que ellos utilizan y que no haya sido alterado por el hombre. Esto les ha provocado un error de apreciación al observar el ambiente natural que los rodean. Varias personas creen que su “pedazo de monte” está en muy buen estado de conservación porque lo comparan con otros ambientes explotados, pero cuando visitan las áreas naturales protegidas se dan cuenta del error. Luego de haber conocido un Palmital protegido, es imposible no percibir que los sitios aprovechados son diferentes

Los Palmitales estudiados se encuentran en:

- *El Parque Nacional Iguazú (PNI)*: Este Parque Nacional fue creado en el año 1934, con el objetivo de conservar una de las mayores bellezas naturales de la Argentina, las Cataratas del río Iguazú, junto al espléndido marco de la selva subtropical que la rodea. Se encuentra ubicado en el norte de la Provincia de Misiones, en el departamento Iguazú. Abarca una superficie de 67000 ha aproximadamente considerando al Parque y a la zona de Reserva Nacional, ambas dependen de la Administración de Parques Nacionales de Argentina. Al Norte del Parque, separado por el río Iguazú que forma el límite internacional, se encuentra su par brasileño, el Parque Nacional do Iguacu (de 185000 has). Ambos parques fueron declarados Sitio de Patrimonio Mundial por las Naciones Unidas. Al

Sur el PNI limita con la Reserva privada de usos múltiples del Establecimiento forestal San Jorge y al Sureste con el Parque Provincial Urugua-í (de aproximadamente 84000 has).

Anterior al decreto de su creación, el uso forestal del PNI se restringió al corte de árboles de 4 especies, Cedro (*Cederela fissilis*, Melicaceae), Peteribí (*Cordia trichotoma*, Boraginaceae), Lapacho (*Tabebuia heptaphylla*, Bignoniaceae) e Incienso (*Myrocarpus frondosus*, Leguminosae), y solamente individuos mayores a 55cm de diámetro del tronco (Devoto y Rothkugel, 1936). Sobre el PNI recae casi toda la responsabilidad de proteger el último remanente de bosques maduros de Selva Atlántica en Argentina. La importancia del PNI para la conservación y los servicios ambientales que brinda se detallan en Chediack (2006, 2009).

Varios autores han resaltado la heterogeneidad espacial del PNI caracterizando diferentes unidades ambientales. La estructura de los bosques de estas unidades han sido estudiados por Devoto y Rothkugel (1936), Placci *et al.* (1992), Placci y Giorgis (1993), Malmierca *et al.* (1994), Chediack (2008), Chediack (2009) y Srur *et al.* (2009). Estos autores destacan a los bosques del Parque Nacional Iguazú como unos de los que presentan una mayor riqueza y densidad de especies arbóreas de la Argentina. Lo mismo fue observado para otras formas vegetales, por ejemplo orquídeas. Sólo allí se registraron ochenta y cinco especies de orquídeas, lo que representa 1/3 de las especies conocidas para toda la Argentina (Johnson, 2001).

El Palmital del PNI se encuentra en las lomas altas y medias. Según Giraudo *et al.* (2003) los Palmitales o Asociación de Palo Rosa y Palmito posee numerosas especies de animales exclusivas o que ocurren más frecuentemente en este lugar, como las serpientes *Chironius exoletus* (Colubridae), *Oxyrhopus petola* (Colubridae), *Sibynomorphus mikanii*

(Colubridae) y *Bothrops moojeni* (Viperidae) y algunas aves como *Triclaria malachitaceae* (Psittacidae, que se encuentra cerca de la extinción según la Unión internacional para la conservación de la naturaleza), *Hemitriccus obsoletus* (Tyrannidae) y *Terenura maculata* (Thamnophilidae). Placci *et al.* (1992) destacó al Palmital del Parque como concentrador de fauna durante el período de fructificación del Palmito que coincide con el período de escasez de otros frutos carnosos en el bosque.

En el Parque se trabajó en dos áreas, una de ellas en la zona intangible, donde únicamente se realizan actividades de vigilancia y científicas. En esta zona intangible se trabajó en dos sitios elegidos al azar denominados parcela permanente 1 (*PPI*) y parcela permanente 2 (*PP2*). La otra área de estudio dentro del Parque se ubicó en la zona de reserva, en el Palmital denominado *El Cruce*, donde a pesar de los esfuerzos de protección del PNI, ocurren extracciones ilegales de Palmito con regularidad. Sin embargo, debido a la presión de la acción ilegal, los furtivos cortan los individuos con los palmitos de mejor calidad. Un muestreo del área afectada por un corte ilegal de Palmitos dentro del Parque indicó que la mayor cantidad de Palmitos cortados ilegalmente tenían entre los 5 y 10 m de altura (Placci *et al.*, 1992). En este sitio se realizaron muestreos no permanentes.

-*Establecimiento forestal San Jorge (ESJ)*: Durante el trabajo de campo la propiedad estaba manejada por la empresa PECOM, S.A. La superficie total de la empresa era de 59000 ha. El aprovechamiento forestal estaba certificado por el Sistema de Gestión Ambiental con la norma de calidad ISO 14001. Entre los factores que permitieron alcanzar la certificación fue el poseer una reserva forestal de uso múltiple privada de 20000 ha. que limitan con el Parque Nacional Iguazú y el Parque provincial Urugua-í. En esta área se permitía el aprovechamiento de especies maderables y de Palmito, pero se mantenía la

estructura de bosque (Porrino, 2001). El área de la reserva posee 6800 ha con Palmitales, donde se realizaron los muestreos para esta tesis. En esta zona se extrajo madera y posiblemente Palmito en 1987 y no se tiene conocimiento de la historia de uso anterior a dicho año (Gotz y Dalprá, com. pers.). En este lugar se estableció una hectárea de Parcelas Permanentes (PP3). En el año 2002 la empresa PECOM S.A. vendió la propiedad a la empresa Alto Paraná S.A., perteneciente a la empresa chilena Arauco. Actualmente Alto Paraná cuenta con 233700 has, si se incluye además del ESJ, los territorios misioneros explotados por medio de testafierros, arrendamientos de tierra y otros tipos de manejo de la tierra. Esto convierte a esta empresa en dueña de alrededor de un 10% de las tierras de Misiones (Misiones on line, 2002).

-Establecimiento forestal del Ejército Argentino (EJEA): El nombre oficial es Establecimiento Puerto Península, ya que se encuentra a la vera del río Paraná, cerca de la desembocadura del río Iguazú. Comprende un área que perteneció a diferentes organismos oficiales. En 1997 la competencia del área del Establecimiento forestal Puerto Península quedó a cargo del Ejército argentino con una superficie de 14095 has aproximadamente. El sitio donde se trabajó sufrió explotación ilegal de Palmitos constantemente. En 1987 se había realizado un aprovechamiento de Palmito y un enriquecimiento del bosque con semillas de esta especie, producto de esto es una alta densidad de renuevos de esta especie en el sotobosque (Fuget y Montalvo, com. pers.). Luego de que unas 2000 ha fueran ocupadas por habitantes sin tierras, el área fue dividida en un área urbana y en un área natural protegida. La zona protegida de 6900 has pertenece al Parque Provincial Puerto Península que limita con el río Paraná y comprende un área de bosque que favorece el

intercambio biológico entre el PNI, el homónimo brasileño y el Monumento Científico Histórico Puerto Bertoni en Paraguay.

-*El Yaguareté (Y)*: Propiedad privada que forma parte del límite Este del PNI. Se denomina “El Yaguareté” y es la Chacra 29 en la Colonización Andresito, Misiones. La propiedad cuenta con 87 has de selva que han sido aprovechadas reiteradas veces y poseen un buen estado de conservación. Se realiza aprovechamiento forestal legal y desde 1995 hasta el momento del muestreo se extrajeron 100 árboles maderables y 10225 Palmitos. La propiedad se encuentra en la base de una península del río Iguazú, llamada Andresito. Como se observa en el mapa de la figura 2-4, el Parque Nacional do Iguazú presenta un estrechamiento sobre esta península, ensanchándose hacia el Este sobre otra península brasileña que ingresa sobre territorio argentino. Esta situación hace que la península de Andresito sea relevante para la conservación regional al unir ambos parques por el área donde presentan menor contacto. El mantenimiento de la cobertura forestal de la región debería ser uno de los objetivos ambientales de la iniciativa trinacional y de las áreas protegidas. Para mitigar parcialmente este “punto débil” una alternativa es unir a través de un fragmento boscoso (o corredor de selva) el parque nacional Iguazú con la península del Parque Brasileño. El Yaguareté podría ser parte de este fragmento. La propiedad ha sido declarada Refugio de Vida Silvestre en el 2002 por la Fundación Vida Silvestre Argentina (Schiaffino *et al.*, 2001).

En términos de aprovechamiento forestal los Palmitales estudiados en esta tesis se clasifican en: *i*) sin explotación, como los del área intangible del Parque Nacional Iguazú, donde sólo se permite acciones de vigilancia y estudios científicos *ii*) bajo aprovechamiento legal de Palmitos y árboles maderables, como en Yaguareté y el Establecimiento San Jorge

y *iii*) bajo extracción ilegal de Palmitos, como en la zona de reserva del Parque (Palmital del Cruce) y en el Establecimiento Forestal del Ejército Argentino.

Chediack, S.E. 2008. Efecto de la explotación forestal sobre la estructura, diversidad y composición florística de los Palmitales de la Selva Atlántica en Misiones, Argentina. Revista de Biología Tropical. (Int. J. Trop. Biol. ISSN-0034-7744) Vol. 56 (2): 721-738.

**Efecto de la explotación forestal sobre la estructura, diversidad y
composición florística de los Palmitales de la Selva Atlántica en Misiones,
Argentina**

Sandra E. Chediack

S. E. Chediack. Laboratorio de dinámica de poblaciones y evolución de historias de vida,
Departamento de Ecología Evolutiva, Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de
México, A.P. 70-275, 04720, Coyoacán, México DF.

Resumen: Se analiza el efecto de la protección, del aprovechamiento forestal y de la extracción de Palmitos (*Euterpe edulis*, Palmae) sobre la estructura de Palmitales de la Selva Atlántica Argentina. La estructura se describe a partir del diámetro y altura del tronco de los árboles, palmas y lianas con DAP > 10cm. Estos se midieron en tres hectáreas de parcelas permanentes y 0.6ha no permanentes. Se estimó la riqueza, el índice de Shannon y la composición específica por sitio. Se prueban las hipótesis de Connell y Yodzis. El valor de conservación depende de la densidad de Palmito y de especies endémicas que se presentan en densidades menores a 2 individuos por ha, presentes o no en el libro rojo de la

UICN. El Palmital intangible del Parque Nacional Iguazú es el que posee el mayor valor de conservación. En sitios con aprovechamiento forestal y de Palmito frecuente e intenso desaparece *E. edulis* y aparecen especies arbóreas de valor forestal. Los resultados sugieren que, dependiendo del manejo, se puede dirigir la composición y estructura del bosque para aprovechar la producción maderera y de palmito de manera más rentable. Obviamente, esto dependerá también del mercado y de otros factores que influyan en la economía.

Palabras claves: Selva Atlántica, *Euterpe edulis*, selva subtropical, manejo forestal, áreas naturales protegidas, endemismos.

INTRODUCCIÓN

La situación de deterioro ecológico de los ecosistemas naturales ha producido, entre otras prioridades de conservación, una alerta mundial sobre la deforestación. Para detener este proceso se han puesto en marcha numerosos esfuerzos que asegurarían la conservación de los bosques remanentes permitiendo el desarrollo de las poblaciones humanas que viven de ellos. Lamentablemente, estos esfuerzos generalmente se encuentran con la falta de información que permita tomar acciones acertadas. En este trabajo se analiza el efecto de los manejos de conservación y de aprovechamiento sobre los Palmitales de la Selva Atlántica de Argentina.

Los Palmitales se caracterizan por tener una alta densidad de Palmito (*Euterpe edulis* Mart., Palmae) (Placci y Giorgis 1993) que domina el paisaje. Esta palma se corta para extraer el palmito que se comercializa como alimento gourmet. Los Palmitos, más los árboles de especies maderables, hacen del Palmital uno de los bosques nativos de Selva

Atlántica interior de mayor valor económico. La Selva Misionera o Selva Atlántica interior de Argentina presenta zonas con diferentes niveles de conservación (Holz y Placci 2003). Lo mismo sucede con los Palmitales que están inmersos en ella. En términos de explotación, estos Palmitales pueden clasificarse como: *i*) sin explotación, como los del área intangible del Parque Nacional Iguazú, *ii*) bajo aprovechamiento legal de Palmitos y árboles maderables, como en algunas propiedades privadas, y *iii*) bajo extracción ilegal de Palmitos, como en la zona de reserva del Parque y en propiedades privadas.

En general, el aprovechamiento forestal del Palmito es de bajo impacto ya que no se utiliza maquinaria pesada. El mismo consiste en el corte de las palmeras con machete; el tronco y la corona de hojas quedan en el suelo y sólo se retira el cogollo que es el extremo apical de 1m de largo aproximadamente. El cogollo es llevado por el palmitero (persona que corta los palmitos) hasta un camino cercano donde lo recogen los camiones de las envasadoras. En contraste, el aprovechamiento forestal maderero es de alto impacto y consiste en el corte de árboles con motosierras y el tronco es arrastrado con cadenas tiradas por tractores (Chediack, obs. pers.).

El efecto del aprovechamiento forestal sobre la estructura y diversidad de los bosques depende de la intensidad y frecuencia con la que se realiza y de las especies que son extraídas. Las estructuras de tamaño serán características del manejo, disminuyendo la densidad de individuos en aquellos tamaños bajo explotación. Los Palmitos aprovechables de mejor calidad poseen una altura entre los 5 y los 10m (Placci *et al.*, 1992). Legalmente se permite el corte de Palmitos con un DAP mayor a 10cm y de determinadas especies de árboles con un DAP mayor a 50cm (Ministerio de Ecología de la Provincia de Misiones, Argentina, www.misiones.gov.ar).

El aprovechamiento forestal inmediatamente después del corte disminuye la densidad de árboles de todos los tamaños. El corte de árboles grandes y el daño a los árboles juveniles puede reducir la regeneración, especialmente de las especies comerciales que son explotadas. Panfil y Gullison (1998) registraron para los bosques tropicales de Bolivia que luego del corte el daño a la vegetación remanente es una función de la intensidad del aprovechamiento (número de árboles cortados), y si bien no se produce una pérdida significativa en la riqueza de especies, si en la diversidad. Dependiendo del tamaño de las aberturas de dosel producto del aprovechamiento, habrá o no cambios en la composición de especies (ter steege *et al.*, 1996). Si estas aberturas son relativamente pequeñas, favorecerán el crecimiento de plántulas, brinzales y juveniles pre-existentes sin producirse cambios significativos en el conjunto de especies presentes. Por el contrario, las aberturas grandes permitirán el reclutamiento, a partir de semillas, de especies heliófilas y una mayor mortalidad de especies tolerantes a la sombra. Es por esto que en los bosques explotados para la extracción maderera los componentes de la diversidad que más están amenazados son aquellas especies características de bosques en estadios avanzados de sucesión y bosques maduros (Burley y Guauld, 1995). Un componente importante de estos bosques son especies endémicas.

La frecuencia con que se realiza el aprovechamiento forestal puede ser considerada como una perturbación y regirse por el patrón conocido como hipótesis de perturbación intermedia (Connell 1978). Este autor sugirió que la mayor diversidad se mantiene a niveles intermedios de perturbación. Inmediatamente después de una perturbación intensa, los propágulos de unas pocas especies pioneras llegan al espacio abierto. Si ocurre una nueva perturbación, los claros no progresarán más allá del estado pionero y la diversidad será

baja. A medida que el intervalo entre perturbaciones aumenta, la diversidad también lo hace porque hay más tiempo disponible para la invasión de nuevas especies. Esta es la situación a una frecuencia intermedia de perturbación. A una frecuencia de perturbación baja, la mayoría de la comunidad, la mayor parte del tiempo, alcanzará y permanecerá en un estado donde la exclusión competitiva de especies heliófilas reduce la diversidad. El caso extremo de esta hipótesis sucedería cuando la perturbación es tan intensa que el sitio puede ser colonizado por pocas especies las cuales impiden que se produzcan cambios de diversidad a lo largo del tiempo. Whitmore (1998) ha sugerido que en determinados casos dentro de los bosques tropicales puede suceder que ante la entrada repentina de luz, las especies que pueden responder rápidamente como *Cecropia* sp. cubren las aberturas. Placci y Giorgis (1993) sugieren que en determinados tipos de bosques del Parque Nacional Iguazú podría estar perdiéndose la estructura forestal. La invasión del bambú *Chusquea ramossisima* (Tacuarembó) en los claros, tiene un efecto inhibitorio sobre la regeneración de otras especies. Al ir muriéndose los árboles grandes, los claros son colonizados por este bambú y el bosque entra en un proceso de degradación paulatina y unidireccional hacia una formación uni-específica de *Ch. ramossisima*. Cuando esto sucede, la pérdida de diversidad local en la flora es total.

Los trabajos sobre aprovechamiento y diversidad forestal en general no consideran características propias de las especies aprovechadas dentro de la comunidad como su dominancia. Yodzis (1989) sugiere que el número de especies en una comunidad depende del grado de selectividad que tiene el factor mortalidad dentro de una comunidad y la dominancia de las especies seleccionadas. En nuestro caso, el factor de mortalidad considerado como relevante es el aprovechamiento. Según la hipótesis de Yodzis (1989), si

el aprovechamiento no es selectivo y se cortan todas las especies o especies subdominantes se produciría un decremento en la riqueza de especies. Si, en cambio, la mortalidad afecta a especies dominantes que en ausencia de disturbio o aprovechamiento suprimen la presencia de otras especies, el resultado será un aumento en la riqueza de especies. Para una comunidad dominada por una especie, cualquier reducción en la dominancia permite la coexistencia de más especies. La diversidad específica considerando riqueza y abundancia de las especies varía si se altera la equitatividad con la que los individuos están distribuidos entre las especies. Al desaparecer la especie dominante, la comunidad podría estructurarse ya sea de manera más equitativa (aumentando su diversidad), o de forma heterogénea si otra especie se convierte en dominante (disminuyendo su diversidad).

Para los Palmitales sin aprovechamiento se podría esperar que: el Palmito sea la especie dominante, la diversidad sea menor a la de sitios levemente aprovechados, la riqueza específica sea alta y se registren especies propias de bosques maduros. A diferencia de esto, en los sitios donde sólo se extrae el Palmito, se espera una disminución en la dominancia de Palmito lo que aumentaría la diversidad y un aumento en la densidad de especies heliófilas que aprovechan pequeños claros del dosel. En los sitios donde se extraen tanto Palmito como especies arbóreas maderables, dependiendo de la frecuencia e intensidad del aprovechamiento puede aumentar o disminuir la riqueza y diversidad de especies, desaparecer las especies maderables y aquellas propias de bosques maduros a favor de especies heliófilas.

De cumplirse estas hipótesis, los Palmitales aprovechados poseerían una estructura y diversidad con menor valor para la conservación. Existen numerosos trabajos sobre el manejo de los Palmitales para aprovechar Palmito, todos los cuales se basan en la auto-

ecología de la especie (Freckleton *et al.*, 2003; Reis *et al.*, 2000). Si bien estos constituyen un gran avance para regular el manejo de las poblaciones de Palmito en Brasil, no toman en consideración la inserción del Palmito dentro de la estructura del bosque. El objetivo de este trabajo es determinar las diferencias en estructura y diversidad de bosques bajo diferentes regímenes de extracción y conservación para dar recomendaciones de manejo y de estudios posteriores que aseguren la permanencia de los Palmitales en la provincia de Misiones.

METODOS

Área de estudio: La Selva Atlántica es una de las regiones del planeta con mayor biodiversidad y riesgo de desaparecer. Según Myers *et al.* (2000) esta selva es el cuarto “hotspot de biodiversidad” en cuanto a necesidades de conservación por la excepcional concentración de especies endémicas que presenta y la alta tasa de desaparición de sus ambientes naturales. Se ha estimado que en ella existen alrededor de 20,000 especies de plantas vasculares de las cuales 8,000 son endémicas (Myers 1988) y que resta entre el 7 y el 8% de su superficie original (Galindo-Leal y Gusmao Câmara 2003). Los remanentes de selva son en general fragmentos pequeños y aislados en una matriz dominada por actividades agro-ganaderas y forestaciones. La superficie de selva remanente en Argentina se estima en 11,300km², este es el fragmento continuo más grande de Selva Atlántica y su estado de conservación es variable según los sitios (Holz y Placci 2003). Lamentablemente no se ha definido que estructura o biodiversidad tienen los bosques en estos diferentes estados de conservación ni su valor para la conservación de la biodiversidad. De acuerdo

con Putz *et al.* (2000), los bosques muy explotados poseen mayor diversidad que otros tipos de uso del suelo como podría ser un cultivo de soya o un campo ganadero. En Misiones la situación no es diferente: un bosque, aunque haya sido aprovechado, siempre tendrá una biodiversidad mayor que un cultivo de té o de yerba mate. Además es prácticamente imposible encontrar selvas vírgenes en esta provincia y, siendo estrictos, en el mundo. Dentro de Selva Atlántica Argentina se trabajó en palmitales ubicados alrededor de las coordenadas 54 °13' O y 25°41' S.

El clima es subtropical húmedo sin estación seca marcada. La temperatura media anual es 20.3°C, la temperatura media del mes más cálido (febrero) es 25.7°C y la del más frío (julio) 8.4°C, registrándose días con temperaturas por debajo de los 0°C. La precipitación media anual es de ~1,600 mm (Crespo 1982). Durante la época estival son comunes las tormentas eléctricas de carácter torrencial. También son frecuentes los tornados con fuertes vientos que destruyen la vegetación y cuyas cicatrices pueden observarse en imágenes satelitales 15 años después de ocurridos (Dyer 1988). Según Gatti (com. pers.) los palmitales misioneros se desarrollan en las zonas con menor incidencia de heladas invernales, entre los 200 y 500 msnm y en las orillas de grandes ríos.

Los palmitales muestreados en este estudio se ubican en el norte de la provincia de Misiones. Estos son:

- El Parque Nacional Iguazú (PNI): Este parque se decretó en 1934 y el uso anterior se restringió al corte de árboles de 4 especies, Cedro (*Cederela fissilis*, Melicaceae), Peteribí (*Cordia trichotoma*, Boraginaceae), Lapacho (*Tabebuia heptaphylla*, Bignoniaceae) e Incienso (*Myrocarpus frondosus*, Leguminosae), y solo de individuos mayores a 55cm de diámetro del tronco (Devoto y Rothkugel 1936). En el Parque se trabajó

en dos áreas, una de ellas en la zona intangible donde la selva se encuentra efectivamente protegida. En este trabajo se ha usado la estructura y diversidad de los palmitales en esta zona intangible como referencia para determinar los cambios que produce el aprovechamiento del bosque. Su importancia en conservación y los servicios ambientales que brinda se detallan en Chediack (2005). En esta zona intangible se trabajó en dos sitios elegidos al azar denominados parcela permanente 1 (PP1) y parcela permanente 2 (PP2). La diferencia fisonómica más importante entre ambas parcelas es que en la PP2 existen zonas con una alta cobertura del estrato medio compuesto por *Celtis iguanea* (Ulmaceae), especie que en general no alcanza los 10cm de diámetro de tronco y que se presenta en macizos que cubren superficies de más de 20 m². Debajo de los macizos no se registra regeneración de otras especies.

La otra área de estudio dentro del Parque se ubicó en la zona de reserva, en el Palmital denominado El Cruce, que está cercano a la intersección de la ruta 12 y el Acceso a Cataratas. En este palmital, a pesar de los esfuerzos de protección del PNI, se producen extracciones ilegales de Palmito frecuentemente. Sin embargo, debido a la presión de la acción ilegal, los furtivos extraen solo aquellos individuos que le dan los mejores rindes de cogollo. Un muestreo del área afectada por un corte ilegal de Palmitos dentro del Parque indica que la mayor cantidad de Palmitos apeados está entre los 5 y 10 m de altura (Placci *et al.* 1992).

-El establecimiento forestal San Jorge (ESJ): Propiedad privada que limita al sur del PNI, fue aprovechado forestalmente (extracción de Palmito y de árboles maderables) en 1987 y no se tiene conocimiento de la historia de uso anterior a dicho año. Esta propiedad perteneció a la empresa Perez Companc S.A. durante el trabajo de campo y actualmente es

propiedad de Arauco. Cuenta con 20,000 has de bosque nativo, de las cuales 6,800 corresponden a palmital (Gotz y Dalprá, *com. pers.*)

-El establecimiento forestal del Ejército Argentino (EJEA): Propiedad perteneciente al Ejército Argentino. El sitio donde se trabajó sufre explotación ilegal de Palmitos constantemente. En 1987 se realizó aprovechamiento de Palmito y un enriquecimiento del bosque que consistió en sembrar al boleado semillas de Palmito, producto de esto es una alta densidad de renuevos de esta especie en el sotobosque (Fuget y Montalvo, *com. pers.*).

-El Yaguareté (Y): Propiedad privada que forma parte del límite Este del PNI. En ella se hace ganadería, agricultura, forestación y aprovechamiento de 134 has de bosque nativo. La historia de uso del bosque se conoce desde 1995; desde entonces y hasta el momento de muestreo se extrajeron 100 árboles maderables y 10,225 Palmitos. Todo el aprovechamiento se realiza con la aprobación del Ministerio de ecología y recursos naturales renovables y turismo del gobierno de la provincia de Misiones. La propiedad ha sido declarada Refugio de Vida Silvestre en el 2002 por la Fundación Vida Silvestre Argentina. El trabajo de campo en este sitio fue realizado por las Biól. M.G. Gatti y S. Holz y son parte del estudio que realizamos en la propiedad para declararla Refugio de vida silvestre (Schiaffino *et al.* 2001).

Muestreo: El trabajo de campo se realizó entre 1997 y 1998. La composición florística arbórea fue muestreada en 3 ha de parcelas permanentes y 0.6 ha de parcelas no permanentes. Para el marcado y medición de las parcelas se siguió el método utilizado por el Instituto Smithsonian y el Programa de reservas del hombre y la biosfera (Dallmeier 1995). En cada parcela permanente, todas las plantas (árboles, palmeras y lianas) con diámetro de tronco a una altura de 1.3 m del suelo (DAP) igual o mayor a 10 cm fueron

marcadas con chapas metálicas numeradas y se registró la especie, altura total y perímetro de tronco. El muestro no permanente consistió en 5 parcelas de 10×40 m totalizando 0.2 ha en cada sitio. En éstas no se marcaron los individuos. En el caso de no reconocerse la especie, se colectaron ejemplares de herbario que fueron depositados en el herbario del CIES (Centro de Investigaciones Ecológicas Subtropicales del Parque Nacional Iguazú – PNI-) y enviadas al Instituto de Botánica del Noreste para su identificación. Se ubicaron dos parcelas permanentes en el área intangible del PNI (PN1 y PN2) y una en el Establecimiento San Jorge (ESJ); estas parcelas median una hectárea cada una, y son parte de un estudio de dinámica forestal a largo plazo de Palmitales. Los muestreos no permanentes se realizaron en El Cruce, el Establecimiento forestal del Ejército Argentino (EJEA) y en Yaguareté (Y).

Análisis de los datos: Para cada sitio se estimó la diversidad y riqueza específica utilizando el programa Spade (Chao y Shen 2003b). Este programa utiliza un método no-paramétrico para estimar el índice de Shannon cuando se espera que existan especies no registradas en un muestreo (Chao y Shen 2003a). Los índices de Shannon de cada sitio se compararon con la prueba t (Zar 1996) y la corrección de Bonferroni (Sokal y Rohlf 1995).

Para cada sitio se estimó densidad, área basal, altura promedio y máxima, y las estructuras diamétrica y altimétrica del bosque considerando a las plantas con DAP >10 cm (Dallmeier 1995).

Para comparar las estructuras diamétricas de los Palmitales se clasificó a los individuos (Palmitos, árboles y lianas) en las siguientes categorías diamétricas: 1) $10 \leq \text{DAP} < 20$ cm; 2) $20 \leq \text{DAP} < 50$ cm; 3) $50 \leq \text{DAP} < 100$ cm; 4) $\text{DAP} \geq 100$ cm. Para cada uno

de los 6 sitios de estudio y para cada categoría diamétrica, se estimó el número promedio de individuos en 0.2 ha. Para determinar si existían diferencias significativas entre sitios en la densidad de cada categoría, se comparó las densidades con la prueba de Duncan. Se calculó la densidad promedio de las especies maderables por categoría de tamaño por sitio. En esta comparación no se incluyó la categoría 4 porque los árboles de ese tamaño no son maderables. Se utilizó la prueba de Duncan para determinar si existían diferencias significativas en la densidad de árboles maderables entre sitios. La lista de especies aprovechadas se obtuvo de la página Web del Ministerio de Ecología de la Provincia de Misiones, Argentina (www.misiones.gov.ar).

Para determinar la relación entre la densidad promedio de Palmito y la de otras especies se realizó una correlación de Spearman. Para ésta sólo se utilizaron los datos registrados dentro del Parque Nacional donde no hay aprovechamiento de especies arbóreas.

Para determinar cómo varía la diversidad específica con el aprovechamiento se realizó una correlación de Spearman entre la densidad de Palmitos promedio en 0.2 ha con el índice de Shannon de cada sitio. Se consideró la densidad de Palmito como una medida de aprovechamiento del bosque, cuanto menor es su densidad se considera al bosque más intervenido. También se correlacionó la riqueza de especies en cada una de las hectáreas de las parcelas permanentes y la estimada para los sitios no permanentes con la densidad de Palmitos.

Las especies registradas se organizaron según el criterio de conservación de la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza) que les corresponde en la “Lista roja de especies amenazadas”. También se catalogaron como endémicas o no

endémicas de la Selva Atlántica. Para esto se consultó el catálogo de las plantas vasculares de la Argentina (Zuloaga y Morrone 1999), la base de datos del jardín botánico de Missouri VAST (<http://mobot.mobot.org/W3T/search/vast.html>) y la base BIOCORES (Conservación de la biodiversidad, restauración y uso sustentable en paisajes fragmentados) del Programa de las naciones unidas para el medio ambiente y el Centro de monitoreo de la conservación.

RESULTADOS

La estructura y diversidad de los Palmitales estudiados se resumen en las tablas 1 y 2.

Tabla 1: Estructura de la selva de cada una de las tres hectáreas de parcelas permanentes. Para la estimación de la altura, riqueza y diversidad de especies no se consideró a las lianas.

Parámetros estructurales	Sitios		
	PP1	PP2	ESJ
Densidad (Número de individuos ha ⁻¹)	853	730	447
Densidad de Palmitos (Número de individuos ha ⁻¹)	570	420	49
Densidad de árboles y lianas (Número individuos ha ⁻¹)	283	310	398
Área basal (m ² ha ⁻¹)	41.66	28.98	28.74
Altura promedio (m)	13	12	13
Altura máxima (m)	45	41.5	30
Riqueza (Número de especies ha ⁻¹)	55	58	70
Diversidad (Índice de Shannon)	1.86	2.21	3.7

Tabla 2: Estructura de los bosques en los muestreos no permanentes. No se consideró a las lianas para la estimación de las alturas y la riqueza de especies.

Parámetros estructurales	Sitios		
	Cruce	Y	EJEA
Densidad (Número de individuos 0.2 ha ⁻¹)	142	116	116
Densidad de Palmitos (Número de individuos 0.2 ha ⁻¹)	62	40	0
Densidad de árboles y lianas (Número de individuos 0.2 ha ⁻¹)	80	76	116
Área basal (m ² 0.2 ha ⁻¹)	5.34	4.51	5.86
Altura promedio (m)	11	11	12
Altura máxima (m)	20	25	21
Riqueza (Número de especies 0.2 ha ⁻¹)	34	33	30
Diversidad (Índice de Shannon)	2.72	3.94	3.13

La mayor densidad de individuos (Palmitos, árboles y lianas) se registró en el Parque Nacional. Ello se debe al alto número de Palmitos, los cuales comprenden el 62% de los individuos con DAP > 10 cm en el área intangible del parque. La alta densidad de palmas comprende el 64.4 % de los individuos si se considera las dos especies presentes: *Arecastrum romanzoffianum* y *E. edulis*. Este porcentaje es mayor al registrado en otros bosques neotropicales. Por ejemplo Gentry y Terborgh (1990) describen bosques donde las palmas imparten una fisonomía distintiva al bosque al constituir entre 1/6 y 1/4 de los árboles con troncos mayores a 10 cm de diámetro. El estrato formado por los Palmitos en el PNI le da una fisonomía particular al bosque con un dosel continuo formado por las copas de esta palma.

La densidad de árboles y lianas (es decir si al número total de individuos se le resta el número de individuos de Palmito) es mayor en los sitios aprovechados. En el EJE no se registraron Palmitos con DAP > 10 cm, aunque sí de menor tamaño que no han sido considerados en este trabajo. En todos los sitios el DAP de los Palmitos fue menor a 19 cm.

La mayor área basal se encuentra en la PP1 del PNI que es casi 1.5 veces mayor a la de los otros sitios. Esto se debe a la alta densidad de individuos y a la presencia de árboles emergentes con DAP > 100 cm los cuales solo se observaron en el Parque Nacional. Estos árboles emergentes del dosel pertenecen a *Aspidosperma polyneuron* (Apocynaceae) conocida localmente como Palo Rosa.

La prueba de Duncan arrojó diferencias significativas en el número promedio de individuos entre los sitios para todas las categorías diamétricas excepto la categoría 3 (Fig. 1).

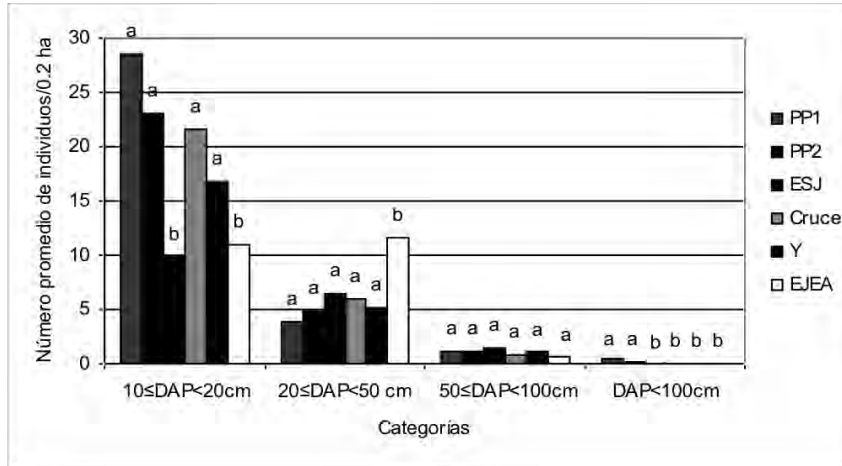


Figura 1: Número promedio de individuos en cada categoría diamétrica en los 6 sitios estudiados. Dentro de cada categoría, los sitios con la misma letra no difieren significativamente entre sí al 0.05 (Prueba de Duncan).

La densidad promedio de individuos en los tres sitios del Parque Nacional y el Y es similar, a excepción de que existe una mayor densidad de emergentes en la PP1 que en el Cruce y Y. La estructura del bosque del ESJ se diferencia de la del Parque por la baja densidad de individuos en la categoría 1, principalmente de Palmitos. El EJEa posee una estructura diferente a los otros sitios ya que carece de emergentes y no tiene Palmitos.

La densidad de árboles de especies maderables con categorías de tamaño 1 y 2 es mayor en el ESJ y en EJEa (Fig. 2).

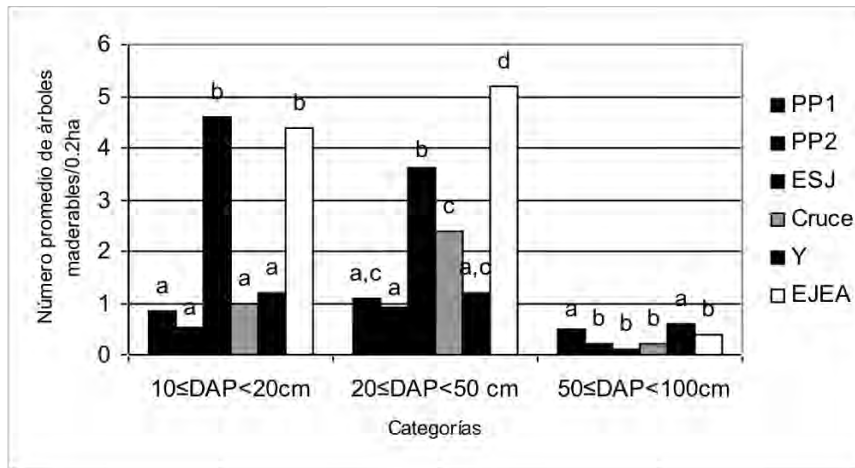
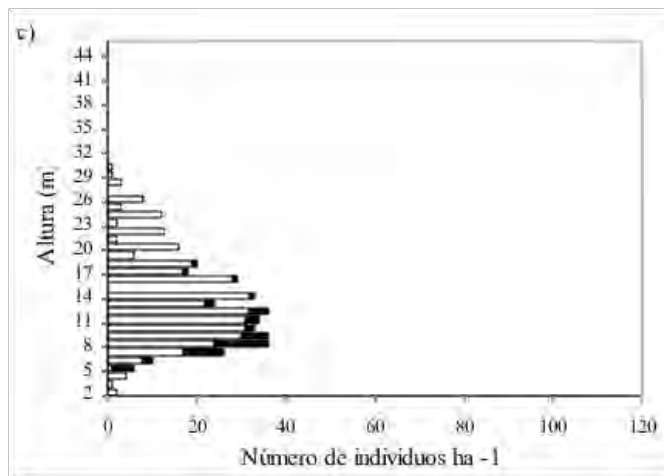
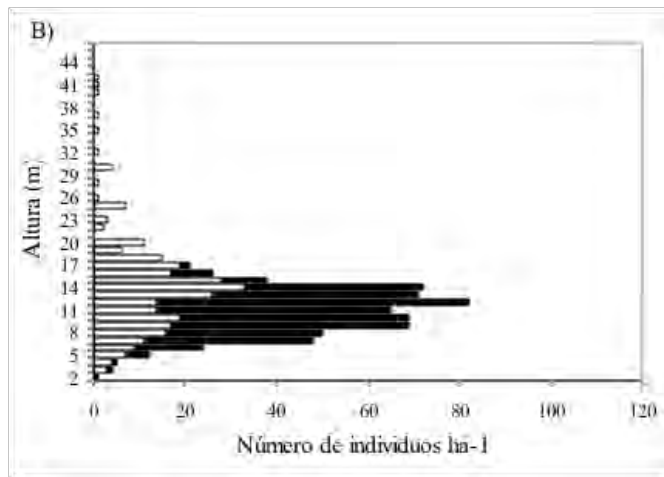
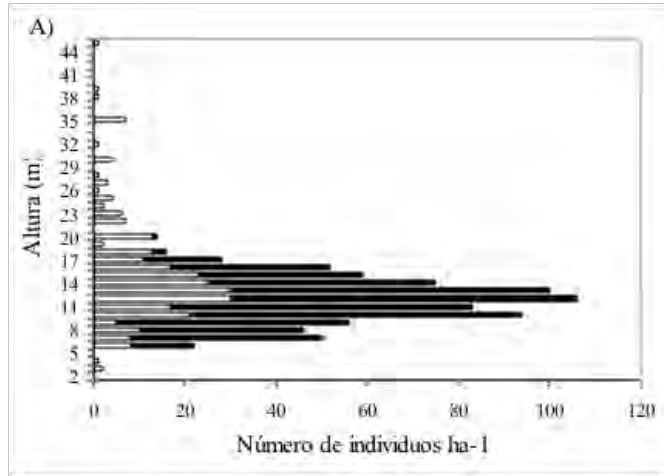
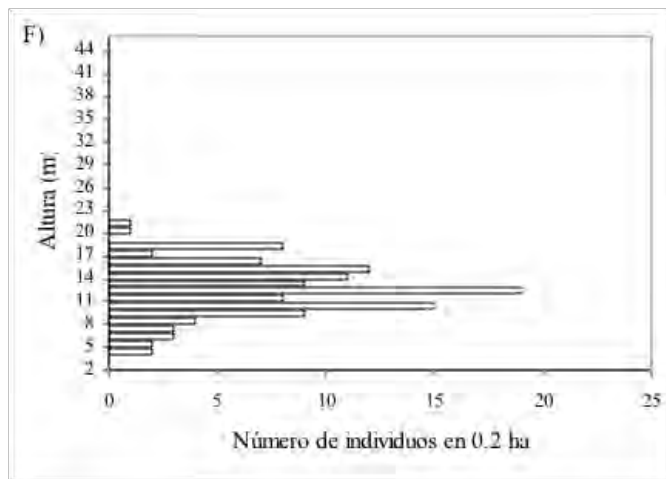
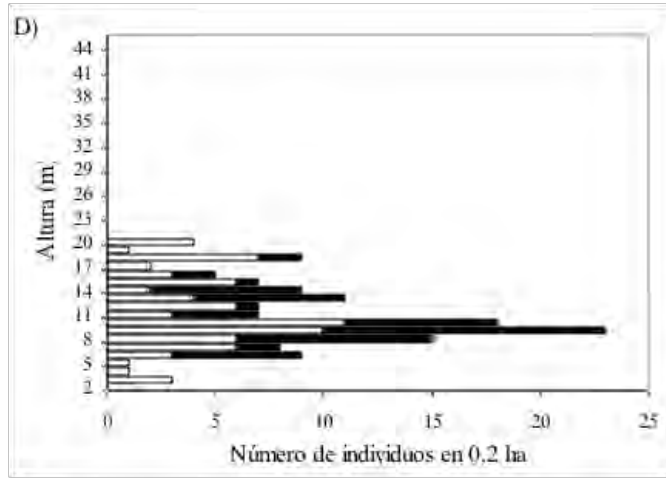


Figura 2: Número promedio de árboles de especies maderables en cada categoría diamétrica en los 6 sitios. Dentro de cada categoría, los sitios con la misma letra no difieren significativamente entre sí al 0.05 (Prueba de Duncan).

En los sitios del PNI se observa un estrato de copas de Palmitos entre los 5 y los 18 m, teniendo la mayoría de los Palmitos alrededor de 12 m de altura. En los sitios aprovechados forestalmente este estrato no es conspicuo. En todos los sitios los árboles con alturas mayores a los 18 m son escasos y en los sitios aprovechados desaparecen, por lo que *E. edulis* forma parte del dosel y no sólo del sotobosque (Figs. 3). Es posible que los sitios aprovechados posean una mayor luminosidad debido a la desaparición de la cobertura continua que producen las copas de los Palmitos, sin embargo esto no ha sido medido en el marco de este trabajo.





Figuras 3: Número de individuos clasificados en categorías altimétricas. En blanco los árboles y lianas. En negro los Palmitos. Observar las diferencias en las escalas de las ordenadas y las abscisas de las graficas. A) PP1. B) PP2. C) ESJ. D) Cruce. E) Y. F) EJEA.

Dentro del Parque Nacional donde hay menor densidad de Palmitos tanto naturalmente (PP2) como por aprovechamiento ilegal (Cruce), se registra una mayor densidad de árboles y lianas (Spearman= -1, $p < 0.001$, Fig. 4).

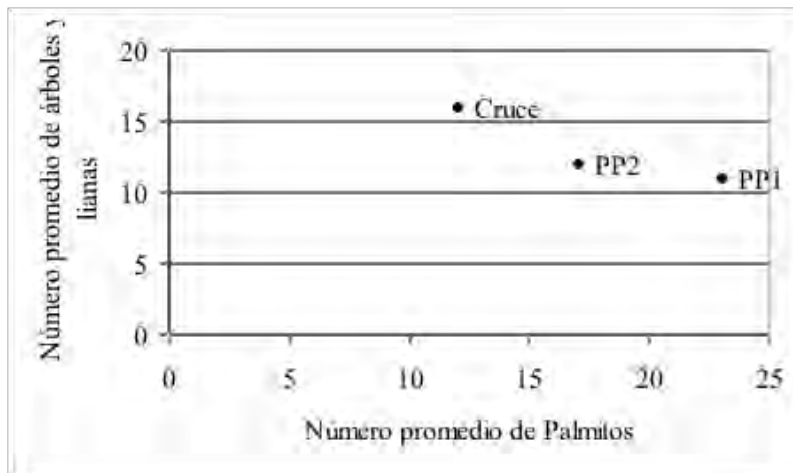


Figura 4: Relación negativa entre la densidad promedio de Palmitos/0.2 ha y de árboles y lianas en sitios sin aprovechamiento forestal maderable.

La diversidad expresada con el índice de Shannon muestra una correlación inversa con el número de Palmitos (Spearman=-0.94, $p=0.004$, Fig. 5), pero la diversidad en EJEA es menor a la esperada según esta relación. La riqueza de especies no muestra ningún patrón (Spearman=0.14, $p=0.787$).

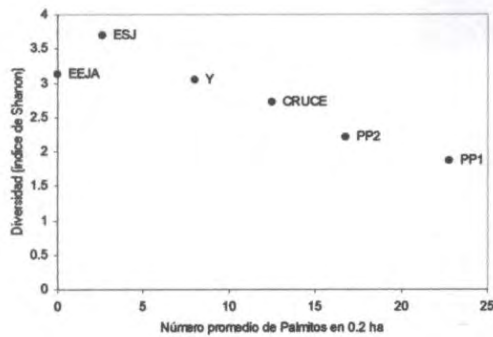


Figura 5: Correlación negativa entre el índice de Shannon y la densidad promedio de Palmitos.

Se encontraron diferencias significativas ($p=0.003$) entre los siguientes pares de índices de Shannon: PP1- ESJ ($t=5.07$), PP1-EJEA ($t=3.41$), PP2- ESJ ($t=3.39$), PP2- EJEA ($t=2.05$), Cruce - ESJ ($t=2.38$) y ESJ - EJEA ($t=3.49$). Es decir, la diversidad es significativamente mayor en el ESJ que en el Parque y en EJEA, y en este último sitio es mayor que en el Parque pero menor que en ESJ.

El número total de familias de especies arbóreas registradas considerando todos los sitios fueron 37 y el de especies fue 96. Cuatro especies pudieron ser identificadas hasta el nivel de género un *Solanum*, otra del género *Cestrum*, y dos del género *Ocotea*. Asimismo el género *Ficus* posiblemente incluya a varias especies. Las lianas incluyen a varias familias y especies que no fueron identificadas para este trabajo. La lista de especies, la familia a la que pertenecen, su densidad, si son endémicas, si son aprovechables forestalmente y si están en la lista roja de la UICN se resume en el Anexo.

De las especies registradas 28 son endémicas de la Selva Atlántica. En el Parque Nacional Iguazú se registraron 71 especies, de éstas 21 no se observaron en los sitios aprovechados. Dos de las 21 no pudieron ser identificadas por lo que no podemos determinar su distribución. De las 19 restantes 8 son endémicas de la Selva Atlántica. De las 16 especies registradas solamente en el Palmital del área intangible del Parque, 14 están representadas por solamente uno ó dos individuos. De éstas, cinco son endémicas de Selva Atlántica: *Banara parviflora* (Flacourtiaceae), *Cestrum euanthes* (Solanaceae), *Styrax leprosus* (Styracaceae), *Albizia edwallii* (Leguminosae) y *Pilocarpus pennatifolius* (Rutaceae). En los sitios fuera del Parque se registraron 76 especies 27 de éstas no las encontramos en los muestreos del Parque. De las 27 seis son endémicas de Selva Atlántica.

Del total de las especies muestreadas 6 se encuentran en el libro rojo de la UICN. Una de ellas es *A. edwallii* la cual está considerada como vulnerable (World Conservation Monitoring Centre 1998 en UICN 2004) y estuvo representada por dos individuos en el Palmital intangible del Parque. El Incienso (*Myrocarpus frondosus*) está catalogado como DD, es decir, no hay datos suficientes para poder ser clasificada inequívocamente en el libro rojo (Prado 1998 en UICN 2004). Esta especie se presentó en las parcelas permanentes del Parque y en el ESJ pero no en los otros sitios aprovechados lo que quizás sugiere extracción debido a su naturaleza maderable. Tres especies están clasificadas como en peligro. Según la UICN estar en peligro significa que si no se revierte su situación actual, enfrentan un alto riesgo de extinción en los próximos 10 años. Estas son *A. polyneuron*, *Balfourodendron riedelianum* y *Cedrela fissilis* (Americas Regional Workshop 1998 en UICN 2004). Las tres especies fueron encontradas en sitios con y sin aprovechamiento forestal y en relativamente altas densidades. *Solanum granuloso-leprosum* está clasificado

como en bajo riesgo en la subcategoría de dependiente de conservación de programas específicos (Carvalho 1998 en IUCN 2004). Esta especie ha sido registrada sólo en las parcelas del área intangible del Parque.

DISCUSIÓN

El aprovechamiento forestal produce cambios en la estructura y diversidad de los bosques no sólo por el corte y muerte de los árboles y palmas y la consecuente variación en luminosidad del bosque. Sino también porque el aprovechamiento incluye abertura de caminos, cacería de subsistencia de los obreros, otros cambios de factores ambientales y hasta de factores aleatorios difícilmente estimables. Los Palmitales de la Selva Atlántica Argentina presentan estructuras, diversidad y composición florística diferentes dependientes de su manejo.

El manejo de protección que se realiza en la zona intangible del Parque asegura la protección de las especies sensibles al aprovechamiento forestal. En él se registraron especies que naturalmente se presentan en bajas densidades, sólo en sitios sin aprovechamiento y que son endémicas de la Selva Atlántica. Estas tres características deberían tomarse en cuenta al catalogar las especies según su estado de conservación. Exceptuando a *Albizia edwallii* las especies registradas que tienen estas 3 características no se encuentran listadas en la lista roja de la UICN y quizá deberían incluirse (ver Anexo).

En el Cruce, donde sólo se ha extraído Palmito, la estructura del bosque es similar a la registrada en la zona intangible, sin embargo hay una mayor densidad de árboles. La menor densidad de Palmito, la especie dominante, permite una mayor abundancia de otras especies cumpliéndose la hipótesis de Yodzis (1989). El mayor número de árboles y lianas

cuando hay menor densidad de Palmitos podría tener origen en que existen especies más exitosas que el Palmito colonizando las pequeñas aberturas producto del corte o caída de individuos de esta palma. También puede influir la falta o disminución de individuos reproductivos de Palmito que son los que estarían asegurando la regeneración de la especie. Por último es posible que entre las causas de esta relación intervengan otros factores como la relación entre la abundancia de semillas de Palmito y la de semillas de otras especies arbóreas en el momento en que se realiza el aprovechamiento forestal. Begon *et al.* (1988) sugieren que en ambientes estacionales las especies que colonizan un espacio vacío varían con la estación. El estudio del efecto en la estructura y composición del bosque según la época de aprovechamiento es un proyecto que podría dar información para el manejo de los bosques misioneros.

El aprovechamiento forestal maderero y de Palmito produce estructuras y composiciones florísticas diversas según cómo se realice. En Y los cortes fueron realizados, o en su defecto, controlados por los propietarios, quienes intentan aplicar técnicas de bajo impacto similares a las propuestas por Sist (2000). Estas técnicas se basan en planeación de los aprovechamientos minimizando las aberturas del dosel. La estructura diamétrica en general y compuesta por las especies maderables del bosque en Y fueron similares a las del Parque, pero la densidad de especies maderables es menor a la registrada en ESJ o en EJEA.

En los sitios donde no se aplican técnicas de aprovechamiento de bajo impacto (ESJ y EJEA), la estructura diamétrica, la composición florística y altimétrica y la diversidad son diferentes a lo registrado en PNI o Y. En ellos la baja densidad de Palmito se traduce en un bosque de tipo mixto con una mayor equiparidad. Hay una mayor densidad de otras

especies arbóreas especialmente las especies de valor forestal como *Cedrela fissilis*, *Nectandra* sp., *Balfourodendron riedelianum* y *Cabrlea canjerana*. Aunque sus individuos presentaban todavía un DAP menor al límite de corte legal de extracción, en el futuro el valor económico del bosque se incrementará. En EJE se registró una menor diversidad que en ESJ tal vez producto de la alta frecuencia e intensidad de extracción de recursos que estaría empobreciendo el bosque. Whitmore (1998) sugirió que en determinados casos, dentro de los bosques tropicales puede suceder que ante la entrada repentina de luz, las especies que pueden responder rápidamente como *Cecropia* sp. cubren las aberturas y no permiten el establecimiento de otras plantas. Placci y Giorgis (1993) sugirieron que en algunos bosques del PNI podría estar perdiéndose la estructura forestal por que la caña nativa *Chusquea ramossisima* invade los claros y tendría un efecto inhibitor sobre la regeneración de otras especies. A medida que se mueren los árboles grandes, los claros son colonizados por esta caña y el bosque podría transformarse paulatinamente en una formación uni-específica de *Ch. ramossisima*. Dado que el aprovechamiento forestal produce aberturas del dosel y elimina el estrato formado por la copa de los Palmitos, se espera que la luminosidad del bosque sea mayor, y, por lo tanto, también se espera que sea más susceptible al proceso sugerido por Placci y Giorgis. El estudio del origen de este tipo de formaciones vegetales, su dinámica temporal y los métodos de control constituyen un proyecto prioritario para el manejo de la Selva Misionera ya que estas formaciones disminuyen los valores económico y de conservación de la selva.

En conclusión el tipo de manejo que se realice en el bosque dependerá de cuál sea el destino que se quiera para el bosque. En caso de que sea un bosque destinado a ser aprovechado dependerá de los objetivos de su propietario y el tipo de productos que este

quiera obtener. Es decir un productor podría decidir si un bosque continuará siendo un Palmital con *E. edulis* como especie dominante y que produzca principalmente Palmito, o un bosque de tipo mixto con aprovechamiento menor de Palmito pero mayor de especies maderables. La decisión del propietario seguramente no sólo depende de las condiciones ambientales y del bosque que posee sino también de otros factores que él tendrá que evaluar como los turnos de corte de las especies, la rentabilidad de los productos obtenidos, la distancia al aserradero o la envasadora, la evaluación del riesgo que sus Palmitos sean extraídos ilegalmente, la maquinaria con la que cuenta. etc.

Los bosques sin aprovechamiento sólo se encuentran dentro del Parque Nacional Iguazú en sitios alejados de los caminos y los ríos por donde entran furtivos. Es en ellos donde aún se encuentra una buena representación de la Selva Atlántica con la presencia de muchas de las especies endémicas y amenazadas. Es necesario asegurar este tipo de ambiente mejorando el sistema de protección y favoreciendo estudios que permitan obtener información de referencia para comparar con sitios aprovechados.

El aprovechamiento forestal produce cambios en la estructura, diversidad y composición florística de los Palmitales. Sin embargo, al contrario de la creencia popular y de muchos ecólogos, un buen manejo forestal en vez de empobrecer su riqueza maderera puede acrecentarla.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo no habría podido realizarse sin la colaboración de J. Herrera, M. G. Gatti, L. Malmierca, K. Schiaffino, S. Holz, W. Belloso y G. Placci. Quiero agradecer a C. Baldovino, A. Horta, P. Tecco. G. Zuquin. V. Aschero, P. Rodríguez, M.D. Juri y a

numerosos asistentes durante el trabajo de campo. Ha sido valiosa la información y colaboración de M. Fuguet y G. Montalvo del EJEA y de L. Dalprá e I. Gotz del ESJ. Muchas gracias también al cuerpo de Guardaparques del Parque Nacional Iguazú especialmente a J. Alonso, W. Maciel y A. Georgopulus. M. Franco y A. Tauro revisaron el manuscrito y realizaron valiosas sugerencias. Este trabajo contó con el apoyo financiero del CONICET (Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas de Argentina), FVSA (Fundación Vida Silvestre Argentina), WWF - EFN (World Wild Life Fund y Education for Nature). Mi agradecimiento al Instituto de Ecología y al Posgrado en Ciencias Biomédicas de la Universidad Nacional Autónoma de México. Quiero agradecer a los chacreros de la Península de Andresito, especialmente a la familia Werle. Fue invaluable el apoyo financiero y logístico del CIES (Centro de Investigaciones Ecológicas Subtropicales) del Parque Nacional Iguazú. Finalmente quiero agradecer a los revisores anónimos de la Revista de Biología Tropical por sus valiosos comentarios y sugerencias.

BIBLIOGRAFÍA

- Begon, M., J.L. Harper & C.R. Townsend. 1987. *Ecología: Individuos, poblaciones y comunidades*. Omega, Barcelona, España.
- Burley, J. & I. Gauld. 1995. *Measuring and monitoring forest biodiversity: a commentary*. *Measuring and monitoring biodiversity in Tropical and Temperate Forests*, p 19-46. *En* T.J.B. Boyle & B. Boontawee (eds). CIFOR-IUFRO. Bogor, Indonesia.

- Chao, A. & T.J. Shen 2003a. Nonparametric estimation of Shannon's index of diversity when there are unseen species in sample. *Environ. Ecol. Stat.* 10:429-443.
- Connell, J.H. 1978. Diversity in tropical rainforests and coral reefs. *Science*. 199. 1302-1310.
- Crespo, J.A. 1982. Ecología de la comunidad de mamíferos del Parque Nacional Iguazú. Misiones. *Rev. M.A.C.N. "Bernardino Rivadavia"* 3:1-162, Buenos Aires, Argentina.
- Dallmeier, F. 1992. Long-term monitoring of Biological Diversity in tropical forest areas: methods for establishment and inventory of permanent plots. *MAB Digest 11*. UNESCO, Paris, Paris, Francia.
- Devoto, F. & M. Rothkugel. 1936. Informe sobre los bosques del Parque Nacional Iguazú. Ministerio de Agricultura de la Nación. Sección publicaciones e informes. Buenos Aires, Argentina.
- Dyer, R.C. 1988. Remote sensing Identification of Tornado Tracks in Argentina. Brazil and Paraguay. *Photometric Engineering and Remote sensing* 54:1429-1435.
- Freckleton, R.P., D.M. Silva Matos, M.L.A. Bovi & A.R. Watkinson. 2003. Predicting the impacts of harvesting using structured population models: the importance of density-dependence and timing of harvest for a tropical palm tree. *J. Appl. Ecol.* 40: 864-858.
- Galindo-Leal, C. & I. de Gusmao Câmara. 2003. Atlantic Forest hotspot status: An overview, p. 3-11. *En* C. Galindo-Leal. & I. de Gusmao Câmara(eds).

The Atlantic Forest of South America. Biodiversity status, threats and outlook. State of the hotspots. Washington DC, EEUU.

Gentry, A. H & J. Terborgh. 1990. Composition and Dynamics of the Cosha Cashu "Mature" Floodplain Forest, p. 542-564. *En* A.Gentry (ed). Four Neotropical Rainforests. Yale university press, New Haven, Connecticut, EEUU.

Holz, S. & G. Placci. 2003. Socioeconomic roots of biodiversity loss in Misiones, p. 207-226. *En* C. Galindo-Leal. & I. de Gusmao Câmara(eds). The Atlantic Forest of South America. Biodiversity status, threats and outlook. State of the hotspots. Washington DC, EEUU.

Myers, N. 1988. Threatened biotas: 'hotspots' in tropical forests. *Environmentalists* 8:187-208.

Myers, N., R.A.Mittermeier & C.G. Mittermeier. G.A.B. da Fonseca and J. Kent. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403:853-858.

Nodari, R.O., A.C.Fantini, A. Reis & M.S. dos Reis. 2000. Restauracao de populacoes de *Euterpe edulis* Martius (Arecaceae) na Mata Atlantica. *Sellowia* 49-52:189-201

Panfil, S.N. & R.E. Gullison. 1998. Short term impacts of experimental timber harvest intensity on forest structure and composition in the Chimanes Forest, Bolivia. *Forest. Ecol. Manag.* 102:235-243.

Placci, L.G, S.I. Arditi, P.A. Giorgis & A.A. Wutrich. 1992. Estructura del palmital e importancia de *Euterpe edulis* como especie clave en el Parque Nacional Iguazú. Argentina. *Yvyrareta* 3:93-108.

Placci, L.G. & P.A. Giorgis. 1993. Estructura y diversidad de la selva del Parque Nacional Iguazú. Argentina. Actas de VII Jornadas técnicas de ecosistemas forestales nativos: usos, manejo y conservación, p. 123-138. Eldorado, Misiones, Argentina.

Putz, F.E., D.P. Dykstra & R. Heinrich. 2000. Why poor practices persist in the tropics. *Conserv. Biol.* 14: 951-956.

Reis, M.S., A.C. Fantini, R.O. Nodari, A. Reis, M.P. Guerra & A. Mantovani. 2000. Management and Conservation of Natural Populations in Atlantic Rain Forest: The Case Study of Palm Heart (*Euterpe edulis* Martius). *Biotropica* 32:894–902.

Schiaffino, K., J. Herrera, S. Chediack & J. Alonso. 2001. Relevamiento de la propiedad Werle en la Península de Andresito, Misiones, Argentina para la creación de un refugio de Vida Silvestre. Programa Refugios de Vida Silvestre de Fundación Vida Silvestre Argentina. Buenos Aires, Argentina.

ter Steege, H., R.G.A Boot, L.C Brouwer, J.C. Caesar, R.C. Ek, D.S. Hammond, P.P. Haripersaud, P.van der Hout, V.G. Jetten, A.J.van Kekem, M.A. Kellman, A. Zab Khan, M. Polak, T.L. Pons, J. Pulles, D.Raaimakers, S.A. Rose, J.J.van der Sanden,& R.J.Zagt. 1996. Ecology and logging in a tropical rainforest in Guyana, with recommendations for forest management. Tropenbos Series 14, The Tropenbos Foundation, Wageningen, Reino de los Países Bajos.

Verburg, R. & C. van Eijk-Bos. 2003. Effects of selective logging on tree diversity, composition and plant functional type patterns in a Bornean rain forest. *J. Veg. Sci.* 14: 99-110.

Whitmore, T.C. 1998. An introduction to tropical rainforests. Oxford University press, Londres, Reino Unido.

Yodzis, P. 1989. Introduction to theoretical ecology. Harper & Row, Nueva York, EEUU.

Referencias de Internet

Americas Regional Workshop (Conservation & Sustainable Management of Trees. Costa Rica) 1998. *Aspidosperma polyneuron*. En: IUCN 2004. 2004 IUCN Red List of Threatened Species. <http://www.iucnredlist.org>.

Americas Regional Workshop (Conservation & Sustainable Management of Trees. Costa Rica) 1998. *Balfourodendron riedelianum*. En: IUCN 2004. 2004 IUCN Red List of Threatened Species. <http://www.iucnredlist.org>.

Americas Regional Workshop (Conservation & Sustainable Management of Trees. Costa Rica) 1998. *Cedrela fissilis*. En: IUCN 2004. 2004 IUCN Red List of Threatened Species. <http://www.iucnredlist.org>.

Carvalho, L.d'A.F. 1998. *Solanum granulosum-leprosum*. En: IUCN 2004. 2004 IUCN Red List of Threatened Species. <http://www.iucnredlist.org>.

Chao, A y T.J. Shen 2003b. Program SPADE (Species Prediction and Diversity Estimation). Program and User's Guide published at <http://chao.stat.nthu.edu.tw>.

Missouri Botanical Garden's VAST (VAScular Tropicos) database

<http://mobot.mobot.org/W3T/Search/vast.html>

Prado. D. 1998. *Myrocarpus frondosus*. En: IUCN 2004. 2004 IUCN Red List of

Threatened Species. <http://www.iucnredlist.org>.

World Conservation Monitoring Centre 1998. *Albizia edwarllii*. En: IUCN 2004. 2004

IUCN Red List of Threatened Species. <http://www.iucnredlist.org>.

ANEXO: Lista de familias y especies de árboles con DAP>10 cm registradas en los Palmitales de la Provincia de Misiones. Para cada especie se indica el estado de conservación propuesto en la Lista Roja de la UICN (World Conservation Monitoring Centre 1998). Los individuos con EN, corresponde a la categoría de “en peligro”. De los árboles que no pudieron ser identificados en el campo se colectaron ejemplares que se depositaron en el herbario del CIES (Centro de investigaciones ecológicas subtropicales del PNI) y del IBONE (Instituto de Botánica del Noreste Argentino). También se indica si la especie es o no endémica de Selva Atlántica.

Familia	Especie	Lista Roja UICN	Ejemplar de herbario número	Endémica
Anonaceae	<i>Rollinia emarginata</i> Schlta.			no
Apocynaceae	<i>Aspidosperma australe</i> Muell. Arg.			no
Apocynaceae	<i>Aspidosperma polyneurum</i> Muell. Arg.	EN		no
Apocynaceae	<i>Tabernaemontana catharinensis</i> A. DC.			no
Araliaceae	<i>Dendropanax cuneatus</i> (DC.) Decne. & Planch.			si
Araliaceae	<i>Pentapanax warmingianus</i> (Marchal) Harms			si
Araliaceae	<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyerm & Frodin			no
Arecaceae	<i>Arecastrum romanzoffianum</i> (Cham.) Becc.			no
Arecaceae	<i>Euterpe edulis</i> Mart.			si
Bignoniaceae	<i>Jacaranda micrantha</i> Cham.			si
Bignoniaceae	<i>Tabebuia heptaphylla</i> (Vell.) Toledo			no
Bombacaceae	<i>Ceiba insignis</i> (Kunth) P.E. Gibbs & Semir			no

Familia	Especie	Lista Roja UICN	Ejemplar de herbario número	Endémica
Boraginaceae	<i>Cordia ecalyculata</i> Vell.			si
Boraginaceae	<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arrab. ex Steud			no
Boraginaceae	<i>Patagonula americana</i> L.			no
Caricaceae	<i>Jacaratia spinosa</i> (Aubl) A. DC.			no
Cecropiaceae	<i>Cecropia pachystachya</i> Tréc.			si
Celastraceae	<i>Maytenus ilicifolia</i> Mart. Ex Reissek			si
Celtidaceae	<i>Celtis iguanaea</i> (Jacq.) Sarg.			no
Clusiaceae	<i>Rheedia brasiliensis</i> (Mart.) Planch. & Triana			no
Euphorbiaceae	<i>Alchornea glandulosa</i> Poepp.			no
Euphorbiaceae	<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Muell. Arg.			no
Euphorbiaceae	<i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng.			no
Euphorbiaceae	<i>Tetrorchidium rubrivenium</i> Poepp.& Endl.		Ejemplar de herbario H243	no
Flacourtiaceae	<i>Banara parviflora</i> Briq.			si
Flacourtiaceae	<i>Banara tomentosa</i> Clos			no
Flacourtiaceae	<i>Casearia gossypiosperma</i> Briq.		Ejemplar de herbario H322	no
Flacourtiaceae	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.			no
Icacinaceae	<i>Citronella paniculata</i> (Mart.) R.A.Howard			no
Lauraceae	<i>Nectandra lanceolata</i> Nees.			no
Lauraceae	<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez.			no
Lauraceae	<i>Ocotea diospyrifolia</i> (Meisn.) Mez.			no
Lauraceae	<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees			no
Lauraceae	<i>Ocotea</i> sp. 1		Arboles número 59 y 1012 de las parcelas permanentes	
Lauraceae	<i>Ocotea</i> sp. 3		Ejemplar de herbario	

Familia	Especie	Lista Roja UICN	Ejemplar de herbario número	Endémica
			H324	
Leguminosae-Cae.	<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F.Macbr.			no
Leguminosae-Cae.	<i>Holocalyx balansae</i> M. Micheli			no
Leguminosae-Cae	<i>Peltophorum dubium</i> (Sprengel) Taub.			no
Leguminosae-Mim.	<i>Acacia tucumanensis</i> Griseb.			no
Leguminosae-Mim.	<i>Albizia edwallii</i> (Hoehne) Barneby & Grimes	VU		si
Leguminosae-Mim.	<i>Albizia niopoides</i> (Spuce ex Benth.) Burk.			no
Leguminosae-Mim.	<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell. Conc.) Morong.			no
Leguminosae-Mim.	<i>Inga semialata</i> (Vell.) Mart.			no
Leguminosae-Mim.	<i>Inga uruguensis</i> Hook. et Arn.			si
Leguminosae-Mim.	<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan			si
Leguminosae-Pap.	<i>Erythrina falcata</i> Benth.			no
Leguminosae-Pap.	<i>Lonchocarpus leucanthus</i> Burk.			no
Leguminosae-Pap.	<i>Lonchocarpus muehlbergianus</i> Hassl.			si
Leguminosae-Pap.	<i>Machaerium minutiflorum</i> Tul.			si
Leguminosae-Pap.	<i>Machaerium paraguariense</i> Hassl.			si
Leguminosae-Pap.	<i>Myrocarpus frondosus</i> Allemao	DD		no
Malvaceae	<i>Bastardiopsis densiflora</i> (Hook. & Arn.) Hassl.			no
Meliaceae	<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.			no
Meliaceae	<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	EN		no
Meliaceae	<i>Guarea kunthiana</i> A. Juss.			no
Meliaceae	<i>Trichilia catigua</i> A. Juss.			no

Familia	Especie	Lista Roja UICN	Ejemplar de herbario número	Endémica
Meliaceae	<i>Trichilia clausenii</i> D.C.			no
Moraceae	<i>Ficus</i> sp.		Posiblemente varias especies	
Moraceae	<i>Maclura tinctoria</i> (L.) Steud.			no
Moraceae	<i>Sorocea bonplandii</i> (Baill.) W.C.Burger, Lanj. & Wess. Boer			si
Myrsinaceae	<i>Myrsine laetevirens</i> (Mez.) Arechav.			no
Myrsinaceae	<i>Myrsine umbellata</i> Mart.			no
Myrtaceae	<i>Britoa guazumifolia</i>			si
Myrtaceae	<i>Campomanesia xanthocarpa</i> O. Berg.			si
Myrtaceae	<i>Eugenia pyriflora</i>			no
Myrtaceae	<i>Plinia rivularis</i> (Cambess.) Rotman			si
NN	NN 1			
Nyctaginaceae	<i>Pisonia aculeata</i> L.			no
Nyctaginaceae	<i>Pisonia zapallo</i> Griseb.			no
Proteaceae	<i>Roupala brasiliensis</i> Klotzsch			si
Rosaceae	<i>Prunus brasiliensis</i> (Cham.&Schltdl.) D. Dietr.			si
Rubiaceae	<i>Coussarea contracta</i> (Walp.) Benth. & Hook ex Mull.			si
Rutaceae	<i>Balfourodendron riedelianum</i> (Engl.) Engl.	EN		si
Rutaceae	<i>Fagara hyemalis</i> (A. St.-Hil.) Engl.			no
Rutaceae	<i>Fagara riedeliana</i> (Engl.) Engl.			si
Rutaceae	<i>Helietta apiculata</i> Benth.			no
Rutaceae	<i>Pilocarpus pennatifolius</i> Lem.			si
Sapindaceae	<i>Allophylus edulis</i> (A. St. Hil., A. Juss & Cambess.) Radlk.			no
Sapindaceae	<i>Cupania vernalis</i> Cambess.			no
Sapindaceae	<i>Diatenopteryx sorbifolia</i> Radlk.			no
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum gonocarpum</i> (Mart.& Eichler) Engl.			no
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook.& Arn.) Radlk.			no

Familia	Especie	Lista Roja UICN	Ejemplar de herbario número	Endémica
Simaroubaceae	<i>Picramnia sellowii</i> Planch.		Ejemplar de herbario 264	no
Solanaceae	<i>Cestrum euanthes</i> Schltdl.			si
Solanaceae	<i>Cestrum</i> sp.			
Solanaceae	<i>Solanum granulosum-leprosum</i> Dunal	LR/cd		si
Solanaceae	<i>Solanum sanctae-catarinae</i> Dunal			
Solanaceae	<i>Solanum</i> sp.		Ejemplar de herbario H241	
Styracaceae	<i>Styrax leprosus</i> Hook & Arn.			si
Tiliaceae	<i>Luehea candicans</i> Mart.			no
Tiliaceae	<i>Luehea divaricata</i> Mart.			no
Urticaceae	<i>Urera baccifera</i> (L.) Gaudich.			no
Verbenaceae	<i>Aegiphila hassleri</i> Briq.			si
Verbenaceae	<i>Vitex megapotamica</i> (Spreng.) Moldenke			no
Varias especies	Lianas			
NN 2	NN EJEJA			

CAPÍTULO 3

Dinámica poblacional de *Euterpe edulis* (Palmae) en bosques con y sin aprovechamiento forestal en Misiones, Argentina



Tomado de Lavado (QUINO) 2000.

La ecología de poblaciones se ocupa de entender cómo las poblaciones de plantas, animales y otros organismos cambian a lo largo del tiempo y de un lugar a otro, y cómo estas poblaciones interactúan con el ambiente. Este entendimiento puede utilizarse para estimar el tamaño de una población y calcular las oportunidades que la misma tiene de crecer o decrecer. También permite evaluar el número de individuos que pueden ser cosechados asegurando que estén disponibles para el futuro aprovechamientos similares (Akçakaya *et al.*, 1999). Estos autores definen población como el conjunto de individuos que se encuentran lo suficientemente cerca entre sí como para encontrarse y reproducirse. También sugieren considerar que los individuos que forman una población deben presentar un mismo ciclo de vida, los organismos de un mismo estadio están involucrados en los mismos procesos y las tasas de los procesos son similares para todos los individuos del estadio. Finalmente entre los individuos de la población debe existir un intercambio (al menos potencial) de información genética. Esta visión puede cambiar cuando se está en el campo y definir los límites de la población puede ser difícil. Los palmitales estudiados en esta tesis han sido considerados como unidades independientes. Cada palmital se nombró como una población distinta, identificada por el tipo de manejo al cual eso fue sometido, pero más bien deben considerarse como situaciones dentro del mismo tipo de ambiente. Considerarlos como poblaciones o situaciones distintas permite hacer comparaciones y determinar el efecto del aprovechamiento y la densidad sobre los individuos y sobre conjunto de Palmitos (o población) que viven en cada lugar. Sin embargo, es posible que exista intercambio de semillas entre los palmitales estudiados en esta tesis, no solo naturalmente a través de dispersores naturales, sino por las personas, por esto tal vez no se ajusten completamente al concepto ecológico de población. Por ejemplo en el palmital del

Establecimiento forestal del Ejército Argentino, se realizó un enriquecimiento del bosque con semillas de Palmito pero nadie recuerda de dónde se obtuvieron esas semillas.

Un modelo es la representación esquemática o conceptual de un fenómeno y que representa una teoría o una hipótesis de cómo dicho fenómeno funciona. Los modelos normalmente describen, explican y predicen un fenómeno natural o componentes del mismo (Saruhkán, 1987).

Según Lomnicki (1988) al utilizar un modelo demográfico para representar las poblaciones se considera que este sistema tiene propiedades propias que se derivan de las propiedades de sus elementos (en este caso Palmitos). Sin embargo, hay un límite en el número de propiedades y factores que pueden ser tomados en consideración en un modelo; por lo tanto, algunos factores y propiedades son consideradas fundamentales, mientras que otras se consideran como interferencias de menor importancia. Hay que meditar acerca de cómo estamos inclinados a suponer que todos los factores que son difíciles de describir matemáticamente son considerados como interferencias que no altera la predicción básica del modelo. Los modelos demográficos en general no consideran la variabilidad intra-poblacional que es la base de la teoría de la selección natural, pero esta variabilidad complica enormemente cualquier descripción matemática de los procesos ecológicos. En el afán de simplificar y representar la población matemáticamente se puede estar perdiendo información que puede alterar los resultados obtenidos. En este sentido es necesario entonces precisar para qué se está haciendo el modelo, delimitarlo y describir cual es el alcance que posee.

En esta tesis se utilizan los modelos demográficos para conocer como varían los parámetros poblacionales con el aprovechamiento de Palmito. Según Begon *et al.*(1988),

los parámetros poblacionales (aquellos que representan la causa de los cambios numéricos en la población) considerados en los modelos demográficos son las tasas de natalidad, sobrevivencia, inmigración y emigración. En el caso de las poblaciones de Palmitos no estamos considerando los dos últimos ya que son insignificantes en la dinámica poblacional. Las poblaciones tienen otras características propias además de las tasas vitales, como ser la densidad, la distribución y estructura de tamaños. Los modelos demográficos pueden considerar que los individuos son todos iguales, o que los individuos se organizan en categorías (edad, sexo, tamaño, edad, estadio de vida, etc.), en este caso son modelos estructurados.

Según Caswell (2001) los modelos estructurados describen la distribución de individuos en la población entre las posibles categorías a lo largo del tiempo. Dentro de éstos los modelos matriciales tienen la ventaja de utilizar variables discretas y por lo tanto son fáciles de construir y simular. Existen dos tipos de modelos matriciales demográficos, el primero denominado en honor a Leslie, donde los individuos de la población se organizan por edad. El segundo, que es el que se utiliza en esta tesis, llamado de Lefkovich, donde los individuos se ordenan en categorías.

En la presente tesis se sigue la nomenclatura sugerida por Caswell (2001) quien sugiere las siguientes definiciones:

\mathbf{n} es la densidad poblacional. Es un vector donde cada $\mathbf{n}_{(i)}$ es la densidad de cada categoría de tamaño (i). En esta tesis los Palmitos se han organizado en 5 categorías como se describió en el capítulo 1 (Figs. 1-4 a 1-8).

\mathbf{A} es una matriz rectangular donde se resumen los parámetros poblacionales por categoría.

a_{ij} son las entradas de la matriz \mathbf{A} , donde i es el número de fila y j el número de columna. En el modelo de Lefkovitch se especifica una matriz de probabilidades de transición entre diferentes clases de tamaño en que están organizados los individuos de una población, en un intervalo de tiempo t a $t + 1$ (o intervalo de proyección, que en este caso es un año).

Tiene la forma básica de

$$\mathbf{n}_{(t+1)} = \mathbf{A} \mathbf{n}_{(t)}$$

Los siguientes parámetros se necesitan para la construcción de la matriz de proyección, f_i , fecundidad (la primera fila en las categorías reproductivas), p_i , La probabilidad que un individuo sobreviva y permanezca en la misma clase de tamaño (la diagonal principal de la matriz); y g_i , la probabilidad que un individuo sobreviva y crecer desde una categoría de tamaño a la siguiente (la sub-diagonal de la matriz) (Caswell, 1989).

Los modelos matriciales han sido más utilizados en los estudios de dinámica poblacional de especies arbóreas, especialmente el modelo de Lefkovitch, donde los individuos se clasifican en categorías de tamaño. Caswell (2001) describen dos tipos de comportamiento y dos de análisis de los modelos matriciales y cómo éstos pueden ser utilizados para dar recomendaciones de manejo de las poblaciones estudiadas.

Comportamiento asintótico: describe lo que sucede cuando $t \rightarrow \infty$. En los modelos lineales, la dinámica a largo plazo se caracteriza por la tasa de crecimiento y por una estructura de la población estable. El modelo matricial de Lefkovitch tiene la propiedad de proyectar la convergencia hacia una estructura poblacional estable (vector w) bajo la cual el crecimiento poblacional posee un valor constante, la tasa finita de crecimiento poblacional, λ . En términos de álgebra lineal, λ es el valor propio dominante

de la matriz, la distribución estable de tamaños es el vector propio derecho y el vector propio izquierdo corresponde a la distribución de valores reproductivos (Bierzychudek, 1999; Caswell, 1989; Silvertown y Lovett-Doust, 1993). El valor reproductivo (v_i) es el número de descendientes que se espera que pueda tener un individuo perteneciente a una determinada categoría durante el resto de su vida. Según Saruhkán (1987) es un reflejo de la fecundidad a una edad dada y las probabilidades de sobrevivir a esa edad. El valor reproductivo influye el comportamiento transitorio dados los efectos de la estructura inicial de la población el tamaño poblacional asintótico. También, como veremos en la sección de análisis prospectivos, es parte de la fórmula de sensibilidad. La sensibilidad de lambda a cambios en las entradas de la matriz está dada por las magnitudes relativas de cada v_i (Caswell, 2001)

Comportamiento transitorio: se enfoca en las consecuencias a corto plazo de condiciones iniciales particulares. Este comportamiento puede involucrar oscilaciones. Se caracteriza por la frecuencia y la tasa de disminución de las oscilaciones a medida que el sistema se acerca a la distribución de tamaños estable a largo plazo. Las tasas de convergencia a la dinámica asintótica también están caracterizadas por los valores propios de la matriz (Bierzychudek, 1999; Caswell, 1989). Según Zagt y Boot (1997) cuando la tasa de convergencia a la distribución de tamaños estable es cercana a 1, el período requerido para alcanzar el comportamiento asintótico y la distribución de tamaños estables será largo. Caswell (2001) describe que la tasa de convergencia o “damping ratio” es gobernada por los eigenvalores de la matriz, su fórmula es el eigenvalor dominante entre el segundo en magnitud

$$\rho = \frac{\lambda_1}{|\lambda_2|}$$

En el artículo siguiente sobre demografía del Palmito en Misiones, no se registraron los valores de la tasa de convergencia. Estos son para el Parque Nacional Iguazú, parcela 1 $\rho_1=0.76$, parcela 2 $\rho_2=0.88$ y para el sitio aprovechado $\rho_3=0.77$.

Análisis de perturbación o prospectivos: Representan cuanto cambiaría lambda en respuesta a cambios específicos en una o varias de las tasas vitales (Caswell, 2000). Este autor define sensibilidad como una medida absoluta del efecto del cambio que cada uno de los elementos de la matriz poblacional tendría sobre la tasa de crecimiento de la población. El mismo trabajo representa en una matriz donde s_{ij} es la sensibilidad de lambda a pequeños cambios en el elemento de la matriz a_{ij} . Es proporcional al producto del i-ésimo elemento del vector propio izquierdo, v_i , por el j-ésimo elemento del vector propio derecho, w_j , dividido por el producto de los dos vectores, \mathbf{vw} . Es decir $S_{ij} = \partial\lambda/\partial a_{ij} = v_i w_j/\mathbf{vw}$.

La elasticidad mide la sensibilidad proporcionalmente. De Kroon *et al.* (1986) definen elasticidad como la contribución proporcional de cada elemento de la matriz a λ . Esta permite comparar el efecto sobre λ de cambios pequeños en entradas de la matriz que están medidas en diferentes escalas (por ejemplo, $0 \leq$ sobrevivencia ≤ 1 , $0 \leq$ fecundidad $\leq \infty$). La elasticidad de λ ante cambios en cada una de las entradas de la matriz se define matemáticamente como $e_{ij}=(a_{ij}/\lambda)(\partial\lambda/\partial a_{ij}) = a_{ij}/\lambda(S_{ij})$. La suma de los elementos de la matriz de elasticidad es igual a 1 ($\sum e_{ij} = 1$). Esto permite hacer comparaciones de la contribución proporcional de diferentes elementos dentro y entre poblaciones. Según Caswell (2000), el análisis de elasticidad se usa con frecuencia para identificar situaciones donde se puedan hacer algún tipo de manejo. Esto se basa en que si se desea realizar una

estrategia de manejo para cambiar la tasa de crecimiento poblacional es mejor realizarla en una tasa vital que posea una elasticidad alta ya que tendrá un mayor impacto en λ . Sin embargo, Mills *et al.* (1999) estimaron que la elasticidad debe tomarse como herramienta útil pero con precauciones debido a dos factores principalmente. Primero, los cambios en una tasa demográfica pueden cambiar el valor de rangos de los valores de elasticidad calculados de una matriz poblacional, un resultado que empantana el entusiasmo por asignar rangos a acciones de conservación basados únicamente en las tasas que tienen los valores de elasticidad más altos. Segundo, aunque las elasticidades frecuentemente proveen predicciones precisas de cambios a futuro en las tasas de crecimiento poblacional bajo perturbaciones de manejo grandes o que afectan más que una tasa concurrente, la concordancia frecuentemente falla cuando tasas diferentes varían en diferentes cantidades. En particular, cuando las tasas vitales cambian a sus valores más altos o más bajos observados en la naturaleza, las predicciones de crecimiento a futuro basadas en elasticidades de una matriz promedio pueden conducir a errores, hasta llegar a predecirse un incremento cuando la tasa de crecimiento poblacional realmente disminuye después de una perturbación.

Análisis retrospectivos: Se utilizan para comparar matrices de poblaciones sometidas a distintos tratamientos. Los análisis retrospectivos se utilizan para determinar el efecto de los tipos de tratamientos (por ejemplo conservación-explotación) sobre las tasas vitales y el efecto de éstas sobre el crecimiento de la población. Este análisis expresa la variación observada entre las lambdas de poblaciones bajo diferentes tratamientos, como función de la variación de las tasas vitales a dicho tratamiento. Si una tasa vital no varía entre tratamientos, no hará ninguna contribución, no importa cuál sea la

dependencia funcional de λ a dicha tasa (Caswell, 2000). Dentro de estos análisis se destaca el llamado “life table response experiments” LTRE. Los LTRE son estudios que cuantifican a nivel poblacional los efectos de factores ambientales ya que permiten comparar el conjunto de las tasas vitales estimadas bajo dos o más condiciones y sus contribuciones a las diferencias observadas entre las lambdas (Caswell, 2001; Horvitz *et al.*, 1997).

Los modelos matriciales pueden clasificarse por la naturaleza de la matriz de proyección dependiendo si esta es constante y no cambia a lo largo de tiempo, o es una matriz que varía en respuesta a cambios ambientales o poblacionales.

El modelo con **A** constante, es decir donde los elementos de la matriz no varían con la densidad ni con el tiempo, ni con otro factor, son los más utilizados en los estudios de dinámica poblacional de especies arbóreas. Especialmente se usa el modelo de Lefkovitch, como se describió con anterioridad. Este modelo es el que se utiliza en el trabajo que se encuentra al final de este capítulo (Chediack y Franco, 2009).

Si **A** no es constante, esto puede deberse a factores independientes de la población (por ejemplo el clima), o porque los cambios en el estado interno de la propia población (Caswell, 2001). En el primer caso **A** es función del factor y varía dando lugar a modelos matriciales periódicos o aperiódicos. El primero se construye multiplicando las matrices de transición que representan el efecto de variación demográfica anual suponiendo un ambiente cíclico (Caswell y Trevisan, 1994). Los modelos aperiódicos se utilizan cuando el cambio no es regular. Cuando **A** cambia en respuesta a la densidad poblacional es un modelo denso-dependiente. Los elementos de la matriz, sobrevivencia, crecimiento y fecundidad son funciones del estado del stand (su área basal, densidad, etc.), $\mathbf{n}(t+1) = \mathbf{A}\mathbf{n}$

$\mathbf{n}(t)$, donde $\mathbf{A}\mathbf{n}$ es la matriz de transición evaluada en \mathbf{n} (Caswell, 2001). Este modelo se utiliza en el capítulo siguiente de esta tesis para dar recomendaciones de manejo.

A su vez los modelos pueden o no ser estocásticos (Akçakaya *et al.*, 1999; Alvarez-Buylla *et al.*, 1996; Caswell, 2001).

Chediack, S. E. y M. Franco. 2009. Comparación de las dinámicas poblacionales de Palmito en bosques maduros y aprovechados de Misiones. En: Parque Nacional Iguazú. Conservación Desarrollo en la Selva Paranaense de Argentina. Carpinetti, Garciarena y Almirón Eds. 1 Edición. Buenos Aires: Administración de Parques Nacionales 2009. Pp:133-146. ISBN 9 78-987-1363-15-5.

Comparación de las dinámicas poblacionales de Palmito en bosques maduros y aprovechados en Misiones

Sandra Emilia Chediack y Miguel Franco Baqueiro

RESUMEN

Se describe la estructura y dinámica de las poblaciones protegidas y aprovechadas de Palmito (*Euterpe edulis* Mart., Palmae), palmera de la que se extrae el palmito comestible. El Palmito es endémico de la Selva Atlántica y está amenazado por la destrucción del hábitat y su explotación. En Misiones existen sitios aprovechados forestalmente y áreas sin explotar como el Parque Nacional Iguazú. Esto permite comparar el efecto del aprovechamiento en las poblaciones de Palmito. Se utilizaron datos de sobrevivencia, crecimiento y fecundidad de Palmitos en 3 parcelas permanentes de 1 ha cada una establecidas en 1997 y medidas anualmente hasta el 2000; dos ubicadas en el Parque Nacional Iguazú y una en una propiedad privada aprovechada forestalmente. Estos datos son analizados con matrices de proyección poblacional de Lefkovitch. En el sitio

aprovechado las tasas de sobrevivencia, crecimiento y fecundidad son mayores y esto se traduce en una mayor tasa de crecimiento poblacional (λ) (de 1.507 y de 1.0593 en el Parque). Los parámetros demográficos se comparan utilizando análisis prospectivos (sensibilidad y elasticidad) y retrospectivos (respuestas experimentales de tablas de vida). El análisis de elasticidad indica que λ del Parque es más sensible a la permanencia en las categorías grandes. En el sitio aprovechado la proporción de elasticidad de la estasis, transición entre categorías y fecundidad es semejante para todas las categorías de tamaño. Los análisis retrospectivos indican que las diferencias en fecundidad y en transición entre categorías pequeñas son las que más contribuyen a las diferencias de λ .

ABSTRACT

Palmito (*Euterpe edulis* Mart., Palmae) demography in Iguazú National Park and in a logged area is described. Palmito is cut for the extraction of heart of palm, is endemic of the Atlantic Forest and is a key species threatened by the destruction of its habitat and commercial exploitation. Data on Palmito survival, growth and fecundity obtained from three permanent plots was used to construct and project Lefkovitch matrix models. These models and prospective and retrospective demographic analyses were used to describe and compare the population dynamics of Palmito in both areas. In the logged site, survival, growth, fecundity, and therefore population growth rate (λ) were higher (1.507) than in the park (1.059). Prospective analysis indicated that lambda was more sensitive to changes in population parameters of the bigger size classes. In the Park, the more important vital rate

was stasis. In the harvested site, transition between categories and fecundity were more important than stasis. Retrospective analysis showed fertility and transition are the main factors that contribute to lambda differences between sites. Harvest increases lambda, but decreases population density, so both (lambda and density) have to be taken in consideration when harvest is planned.

INTRODUCCION

El Palmito (*Euterpe edulis* Mart., Palmae) es un importante recurso no maderable de la selva de la provincia de Misiones en Argentina. Se corta para la extracción del palmito comestible o corazón de palmera. La explotación comercial y la destrucción del hábitat han deteriorado las poblaciones naturales, transformado esta especie en un recurso escaso.

Los modelos demográficos matriciales son apropiados para modelar la dinámica de las poblaciones que son aprovechadas (Boot y Gullison, 1995). Los modelos determinísticos son los más utilizados para determinar la susceptibilidad de la tasa de crecimiento poblacional al aprovechamiento de individuos (Álvarez-Buylla *et al.*, 1996). El modelo matricial de Lefkovitch es un modelo determinístico de crecimiento exponencial, en el que los individuos de la población se clasifican en categorías discretas (Lefkovitch, 1965). El cálculo de la tasa de crecimiento poblacional (lambda o λ), correspondiente al valor propio dominante del modelo resume el estado de la población. Cuando lambda es igual a 1 la población tiende a permanecer estable, cuando es mayor a 1 tiende a crecer, y cuando es menor que 1 tiende a extinguirse (Caswell, 2001). Los análisis prospectivos (análisis de sensibilidad y elasticidad) exploran la dependencia de lambda a las tasas

vitales. Los análisis retrospectivos permiten examinar los efectos de la variación existente en las tasas vitales de cada categoría de poblaciones creciendo en diferentes ambientes y su contribución a las variaciones en las tasa de crecimiento poblacional (Caswell, 1996, 2001; Horvitz *et al.*, 1997). Los análisis retrospectivos han sido poco utilizado en los estudios demográficos aplicados al manejo de recursos naturales. Un ejemplo aplicado al manejo de una especie de palmera se encuentra en Martínez Ballesté *et al.* (2005). Usando análisis retrospectivos y prospectivos pueden identificarse las tasas vitales que podrían afectar o que están afectando lambda y así dar información útil para realizar un manejo adecuado de las poblaciones bajo estudio.

MÉTODO

Descripción de la especie

Euterpe edulis se distribuye en una angosta faja costera donde se desarrolla la Floresta Atlántica Brasileña, en la alta cuenca del Río Paraná en Paraguay y en el norte de la Provincia de Misiones en Argentina (Aguilar y Fuguet, 1988). Una planta adulta de *E. edulis* puede alcanzar hasta 18 metros de altura y 20 cm de diámetro de estípite. Sus hojas son pinadas. Entre la base de las hojas y la inserción de las inflorescencias en el tronco presenta una sección de color verde engrosada que corresponde al cogollo o palmito comestible (Dimitri *et al.*, 1974). Es una palma de tallo único y la extracción del palmito comestible causa la muerte del individuo. Es una especie policárpica con un evento reproductivo por año. Presenta frutos maduros entre marzo y octubre (Placci *et al.*, 1992). Las semillas son recalcitrantes (Bovi *et al.*, 1987). Varios estudios sugieren que el Palmito sería una especie clave, importante para los frugívoros, debido a que fructifica en períodos

de baja oferta de otros recursos frutales en la selva y porque sus frutos carnosos son consumidos por especies frugívoras dispersoras de otras plantas (Placci *et al.*, 1992; Reis, 1995; Galetti y Aleixo, 1998).

El modelo de aprovechamiento legal consiste en la venta en pie de la producción. El corte, flete y procesado es por cuenta de las envasadoras (Chediack, obs. pers.). De cada palma se extrae aproximadamente palmito para una lata de 300-400 g de peso drenado (Orlande *et al.*, 1996). En tierras fiscales, áreas protegidas y propiedades privadas se registran extracciones ilegales (Chediack, obs. pers.).

Sitio de estudio

Se trabajó en dos sitios, uno dentro del Parque Nacional Iguazú y en el otro en el Establecimiento San Jorge, propiedad privada que limita al sur con el Parque. Los sitios están en las coordenadas geográficas 54° 13' O y 25° 4' S. Ambos sitios están incluidos en la Provincia fitogeográfica Paranaense (Cabrera y Willink, 1980), también denominada selva misionera o selva Atlántica interior. La Selva Atlántica es una de las regiones del planeta con mayor biodiversidad y riesgo de desaparecer. Según Myers *et al.* (2000) esta selva es el cuarto “hotspot de biodiversidad” en cuanto a prioridad de conservación por la excepcional concentración de especies endémicas que presenta y la alta tasa de desaparición de sus ambientes naturales. Argentina posee la mayor superficie continua de este tipo de selva (50.9 % del área original) cubriendo gran parte de la provincia pero posee diferentes grados de degradación (Holz y Placci, 2000).

El tipo de vegetación corresponde a Palmital que es una selva húmeda dominada por palmeras y árboles de las familias de las Leguminosae y Lauraceae (Chediack, 2008;

Placci *et al.*, 1992). Los palmitales no forman un continuo en toda su área de distribución, sino que se presentan en forma de núcleos relacionados a condiciones topo-edáficas determinadas y a diferentes historias de uso del suelo (Aguilar y Fuguet, 1988). Los Palmitales son bosques de alta riqueza específica donde *Euterpe edulis* es la especie dominante, ya que aporta mayor índice de densidad, de área basal y de valor de importancia (Chediack, 2008; Placci *et al.*, 1992).

Parque Nacional Iguazú: Según Chediack (2008) el Palmital del Parque representa uno de los fragmentos de bosque de la Provincia en mejor estado de conservación. En él se registraron especies arbóreas que naturalmente se encuentran en bajas densidades, solo en sitios sin aprovechamiento y que son endémicas de Mata Atlántica, como por ejemplo *Albizia edwallii* (Leguminosae). El Parque se creó en 1934 y el uso anterior se restringió al corte de árboles de las 4 especies de mayor valor comercial y solo a individuos mayores a 55 cm de diámetro de tronco (Devoto y Rothkugel, 1936). Por esto en este trabajo se considera a la selva del Parque como no aprovechada.

Establecimiento San Jorge: El palmital de esta propiedad fue aprovechado forestalmente en 1987 cuando se extrajo Palmito y árboles maderables. El establecimiento tiene 20 000 has de bosque nativo 6 800 de las cuales son Palmital (I. Götz y L. Dalprá, com. pers.).

La explotación forestal de los Palmitales comprende el corte de Palmitos e inmediatamente se extraen los productos maderables. Por esto no se encuentran sitios en los que sólo haya habido aprovechamiento del Palmito sin modificación de la estructura de las poblaciones de otras especies.

El clima es subtropical húmedo sin estación seca marcada. La temperatura media anual es 20.3°C; la temperatura media del mes más cálido (febrero) es 25.7°C y la del más frío (julio) 8.4°C, registrándose días con temperaturas por debajo de los 0°C (Crespo, 1982). Existen importantes diferencias en el régimen térmico (especialmente en número de días con heladas) y en precipitaciones entre años.

Colrcción y análisis de datos

La comunidad arbórea y de la población de Palmitos se estudió en 3 parcelas permanentes de 1 ha cada una. Dos de las parcelas están ubicadas en el Parque Nacional Iguazú. Estas son Parcela Permanente 1 (PP1) y Parcela Permanente 2 (PP2). La otra parcela permanente está en el Establecimiento San Jorge (PP3). Las parcelas se establecieron en 1997 y se midieron anualmente hasta el 2000.

El establecimiento y medición de las parcelas se hizo siguiendo el método utilizado por SI/MAB (Smithsonian Institution y Man and Biosphere Biological Diversity Program) y BIOLAT (Biological Diversity in Latin American Program) para establecer y mantener parcelas de inventarios permanentes en bosques tropicales con énfasis en sitios designados como reservas de la biosfera. (Dallmeier *et al.*, 1992).

Dentro de cada parcela todos los individuos de Palmito fueron identificados con una chapa metálica numerada y se les registraron las siguientes medidas:

Palmitos con tronco leñoso:

- Estado reproductivo (maduro o inmaduro), es decir si el palmito presentaba infrutescencias, inflorescencias o restos de haberlas tenido.

- Perímetro del tronco a la altura del pecho del observador (PAP), es decir a 1.3m de

altura. El PAP y el DAP (Diámetro del tronco a la altura del pecho) mediante la fórmula

$$DAP = PAP/\pi .$$

- Si estaban vivos o muertos.

Renuevos y plántulas de Palmitos: Estos se midieron en 25 parcelas de 2x2 m ubicadas dentro de cada una de las parcelas permanentes. Dentro de las parcelas todos los palmitos fueron marcados. Se clasificaron como plántulas aquellos palmitos que aun tenían la semilla lo que indica que habían germinado durante el año del muestreo. El censo de plántulas y renuevos se realizó anualmente antes de que las frutas maduras caigan al suelo, es decir, antes de que comenzara una nueva contribución de semillas.

Los Palmitos muestreados se clasificaron en 5 clases de tamaño siguiendo la clasificación que hacen las personas que habitan las zonas aledañas al Parque y hacen uso de este recurso:

1. Plántulas de Palmito creciendo entre una infrutescencia seca caída, al lado de un tronco de la posible palmera “madre”.

2. Renuevos (palmeras establecidas, pero que no han desarrollado un tronco leñoso conspicuo).

3. Inmaduros pequeños (con tronco menor a 1.3 m de altura por lo que no se les registró el DAP).

4. Individuos reproductivos y no reproductivos con tronco mayor a 1.3 m pero DAP menor a 10 cm.

5. Individuos reproductivos y no reproductivos con DAP mayor a 10 cm.

Se utilizó el modelo matricial de Lefkovitch para describir la dinámica poblacional

de Palmito en los tres sitios. Este modelo especifica una matriz de probabilidades de transición, como se representa a continuación, entre diferentes clases de tamaño en que están organizados los individuos de una población, en un intervalo de tiempo t a $t + 1$. Los siguientes parámetros se necesitan para la construcción de la matriz de proyección, f_i , fecundidad (la primera fila en las categorías reproductivas), p_i , La probabilidad que un individuo sobreviva y permanezca en la misma clase de tamaño (la diagonal principal de la matriz); y g_i , la probabilidad que un individuo sobreviva y crezca desde una categoría de tamaño a la siguiente (la sub-diagonal de la matriz) (Caswell, 2001).

$$\begin{bmatrix} n_1 \\ n_2 \\ n_3 \\ n_4 \\ n_5 \end{bmatrix}_{t+1} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & f_{14} & f_{15} \\ g_{21} & s_{22} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & g_{32} & s_{33} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & g_{43} & s_{44} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & g_{54} & s_{55} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} n_1 \\ n_2 \\ n_3 \\ n_4 \\ n_5 \end{bmatrix}_t$$

Las tasas vitales de las poblaciones de Palmito fueron estimadas comparando las mediciones anuales sucesivas de los Palmitos marcados en las parcelas permanentes. Las tasas de sobrevivencia y crecimiento de cada una de las clases se estimaron a partir de tablas de frecuencias donde las probabilidades de transición y crecimiento se obtuvieron a partir del estado de los individuos en un año con respecto a su estado en el año siguiente. La fecundidad de cada categoría (f_i), se estimó como el número de plántulas producidas por un individuo promedio de esa categoría, multiplicado por la probabilidad de sobrevivencia de esa categoría a fin de no sobre-estimar la producción per cápita incluyendo a los adultos que morirían en el intervalo de tiempo. Esto se calculó a partir del número de plántulas por

hectárea multiplicado por la probabilidad de reproducción que en promedio tienen individuos de cada categoría. Se utilizó una matriz de transición promedio de los tres años para cada parcela debido a la variabilidad de los datos y que en el sitio aprovechado solo se pudo trabajar en un solo lugar.

El modelo matricial de Lefkovitch tiene la propiedad de proyectar la convergencia hacia una estructura poblacional estable bajo la cual el crecimiento poblacional alcanza un valor constante, la tasa finita de crecimiento poblacional, λ . Si $\lambda = 1$, la población se mantendrá estacionaria, si $\lambda < 1$, la población decrece y si $\lambda > 1$ la población crece. En términos de álgebra lineal, λ es el valor propio dominante de la matriz, la distribución estable de tamaños es el vector propio derecho y el vector propio izquierdo corresponde a la distribución de valores reproductivos (Caswell, 1989; Silvertown y Lovett-Doust, 1993; Bierzychudek, 1999).

La descripción del comportamiento asintótico de las poblaciones consistió en el cálculo de los valores de lambda (λ) y sus intervalos de confianza, la estructura de tamaños estable y los valores reproductivos de las diferentes categorías (Caswell, 2001). También se calcularon las curvas de sobrevivencia para cada sitio, y edades promedio de los individuos dentro de cada categoría y la edad a la madurez sexual (primera reproducción). Para estos cálculos se utilizó el programa STAGECOACH (Cochran y Ellner, 1992). La distribución de tamaños estable se comparó con la proporción observada de individuos dentro de cada categoría con una prueba de χ^2 (Sokal y Rohlf 1995). Para comparar las tasas de crecimiento poblacional se estimaron los intervalos de confianza para las lambdas de cada sitio con el método analítico descrito por Caswell (2001).

Se realizaron los análisis prospectivos, análisis de sensibilidad y elasticidad que

indican los efectos que pequeños cambios en las tasas vitales tendrían sobre λ (Horvitz *et al.*, 1997). Caswell (2001) define sensibilidad como una medida absoluta del efecto del cambio que cada uno de los elementos de la matriz poblacional tendría sobre la tasa de crecimiento de la población. Se representa en una matriz donde s_{ij} es la sensibilidad de λ a pequeños cambios en el elemento de la matriz a_{ij} . Es proporcional al producto del i -ésimo elemento del vector propio izquierdo, v_i , por el j -ésimo elemento del vector propio derecho, w_j , dividido por el producto de los dos vectores, $\mathbf{v}\mathbf{w}$. Es decir $S_{ij} = \partial\lambda/\partial a_{ij} = v_i w_j / \mathbf{v}\mathbf{w}$ (Caswell, 1989).

La elasticidad mide la sensibilidad proporcionalmente. De Kroon *et al.* (1986) definen elasticidad como la contribución proporcional de cada elemento de la matriz a λ . Esta permite comparar el efecto sobre λ de cambios pequeños en entradas de la matriz que están medidas en diferentes escalas (por ejemplo, $0 \leq \text{sobrevivencia} \leq 1$, $0 \leq \text{fecundidad} \leq \infty$). La elasticidad de λ ante cambios en cada una de las entradas de la matriz se define matemáticamente como $e_{ij} = (a_{ij}/\lambda)(\partial\lambda/\partial a_{ij}) = a_{ij}/\lambda(S_{ij})$. La suma de los elementos de la matriz de elasticidad es igual a 1 ($\sum e_{ij} = 1$). Esto permite hacer comparaciones de la contribución proporcional de diferentes elementos dentro y entre poblaciones.

Los análisis retrospectivos se utilizan para determinar el efecto de los tipos de manejo (por ejemplo conservación-explotación) sobre las tasas vitales y el efecto de éstas sobre el crecimiento de la población. Se utilizó el análisis de las respuestas experimentales de tablas de vida, "LTRE" (Life table response experiments). Los LTRE son estudios que cuantifican a nivel poblacional los efectos de factores ambientales, ya que permiten comparar el conjunto de las tasas vitales estimadas bajo dos o más condiciones y sus

contribuciones a las diferencias observadas entre las lambdas (Caswell 2001). Aquí se utiliza un diseño de un factor, el manejo con dos niveles, conservación y aprovechamiento. Se estimó una matriz promedio (\mathbf{P}_{ij}) del parque, ésta corresponde al promedio de las matrices de transición de las dos parcelas (PP1 y PP2) para los 3 años de estudio. Esta matriz (\mathbf{P}_{ij}) se utilizó como control. Para calcular los efectos del aprovechamiento en las tasas vitales se estimó una matriz \mathbf{D}_{ij} . \mathbf{D}_{ij} resume las diferencias en cada tasa vital de cada categoría de tamaño entre la matriz del sitio aprovechado (PP3) \mathbf{A}_{ij} y \mathbf{P}_{ij} ($\mathbf{D}=\mathbf{P}-\mathbf{A}$). La matriz \mathbf{D}_{ij} se multiplica por la matriz de sensibilidad de \mathbf{P}_{ij} para estimar la matriz de contribuciones \mathbf{C}_{ij} . Los elementos de \mathbf{C}_{ij} reflejan la contribución de las tasas vitales de cada categoría en las diferencias de las lambdas entre sitios. Para una descripción detallada de los análisis retrospectivos ver Caswell (2001).

RESULTADOS

Se encontraron más Palmitos en todas las categorías de tamaño en el Parque Nacional Iguazú que en el sitio aprovechado (Tabla 1). El número total de individuos (árboles, lianas y palmas) con DAP>10 cm fue 853 en la Parcela permanente 1, de 730 en la Parcela permanente 2 y en el sitio aprovechado 447 (Chediack, 2008).

TABLA 1: Número promedio de Palmitos por hectárea perteneciente a cada categoría. PP1 y PP2 son las parcelas permanentes del Parque Nacional Iguazú. PP3 es del establecimiento forestal San Jorge.

Categorías		PP1	PP2	PP3
1	Plántula	66775	47800	26067
2	Renuevo	21900	25600	7033
3	Sin DAP	1035	651	432
4	DAP<10 cm	458	247	83
5	DAP>10 cm	588	417	75
Total		90756	74715	33690

No se encontraron diferencias significativas entre la distribución de tamaños observada y la estable para ninguno de los sitios. Para la parcela 1 $\chi^2=0.0107$, $df = 4$, $p<0.999$, Parcela 2 $\chi^2= 0.007$, $df = 4$, $p < 0.999$, Parcela 3. $\chi^2= 0.221$, $df = 4$, $p < 0.994$. Por lo tanto, el comportamiento asintótico es descriptor razonable de la dinámica poblacional registrada.

Las tasas de crecimiento poblacional son > 1 y diferentes para las tres parcelas ya que sus intervalos de confianza no se solapan (Tabla 2).

TABLA 2: Tasas de crecimiento poblacional y sus intervalos de confianza, derivadas de las matrices de transición promedio de los años muestreados para cada sitio.

Parcela	λ	λ_{\min}	λ_{\max}
1	1.0862	1.0748	1.0975
2	1.0179	1.0062	1.0296
3	1.5070	1.4627	1.5512

Las curvas de sobrevivencia representan la fracción esperada de recién nacidos que están vivos a diferentes edades (Fig. 1).

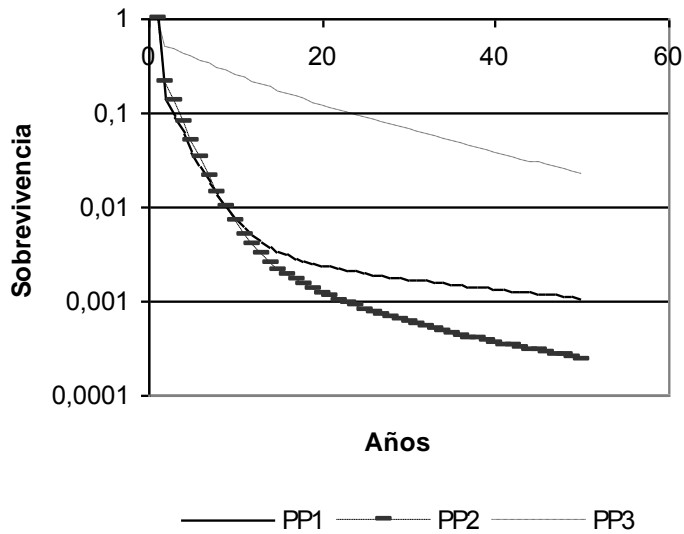


Figura 1: Curvas de sobrevivencia (logaritmo de la proporción de sobrevivientes a lo largo de los años) de las poblaciones de Palmito en las PP1 y PP2 del Parque Nacional y para la PP3 del sitio aprovechado. Las curvas del Parque son similares a una de tipo III de Deevey (J-invertida) (Deevey, 1947) y la del sitio aprovechado se acerca a la de tipo II.

En el Parque Nacional se registró una alta mortalidad en las etapas tempranas de la vida especialmente en el primer año de establecimiento de las plántulas. Estas curvas son similares al tipo III de la clasificación de Deevey (Deevey, 1947). En el sitio aprovechado la sobrevivencia es mayor, especialmente de plántulas y renuevos y la tasa de mortalidad es constante tanto para individuos de edades jóvenes como para palmas grandes. La curva de sobrevivencia es similar al tipo II de Deevey. Aunque el número de plántulas observado

fue menor en el sitio aprovechado, el número de plántulas producidas por palmera adulta fue mayor en este sitio. Otros parámetros poblacionales de ambos sitios se resumen en la tabla 3. Logevidad es la cantidad de años que en promedio llegan a vivir los Palmitos en bajo las condiciones de cada lugar.

TABLA 3: Parámetros poblacionales de *Euterpe edulis* en sitios sin y con aprovechamiento forestal derivados del análisis matricial.

Parámetro	PP1	PP2	PP3
Longevidad (años)	68.9	54.1	39.5
Edad a la primera reproducción (años)	8.9	11.7	14.2
Tiempo generacional (años)	21.6	33.4	10.1

En el sitio aprovechado, debido a que las palmeras con cogollo desarrollado fueron cortadas once años antes, la longevidad corresponde a la edad de las palmeras más viejas, lo que no implica que sea la edad máxima que pueden alcanzar.

Con excepción de las categorías de plántulas y renuevos, las edades promedio de las plantas dentro de cada categoría fueron menores en el sitio aprovechado (Fig. 2). Por lo tanto se encontró que los Palmitos crecen más rápido en el sitio aprovechado que en el Parque Nacional.

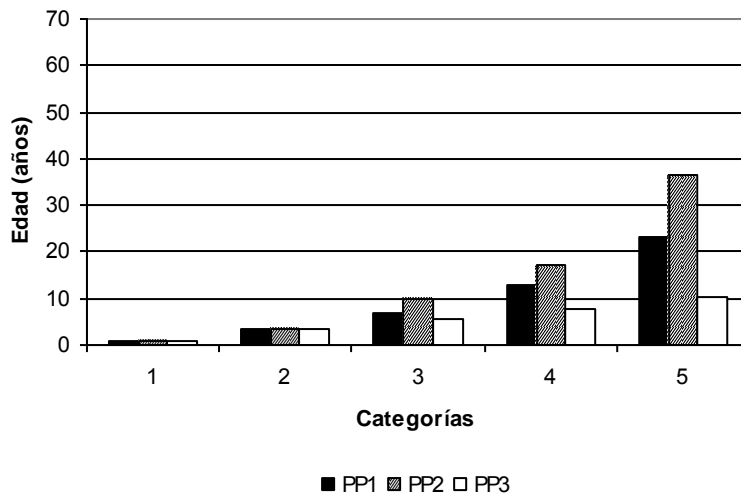


Figura 2: Edad promedio de los palmitos en cada categoría de tamaño. La categoría 1 dura estrictamente un año en ambos sitios debido a que el muestreo es anual.

El valor reproductivo incrementa con la categoría poblacional (Fig. 3).

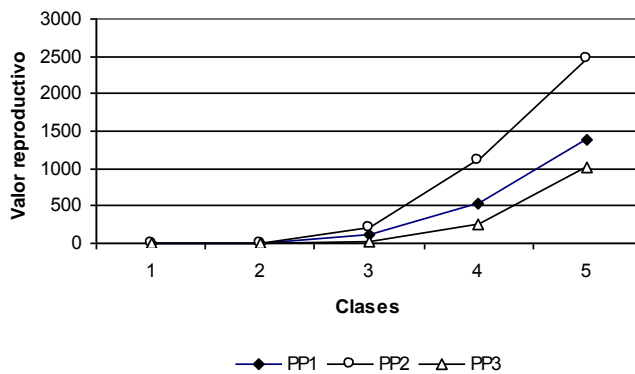
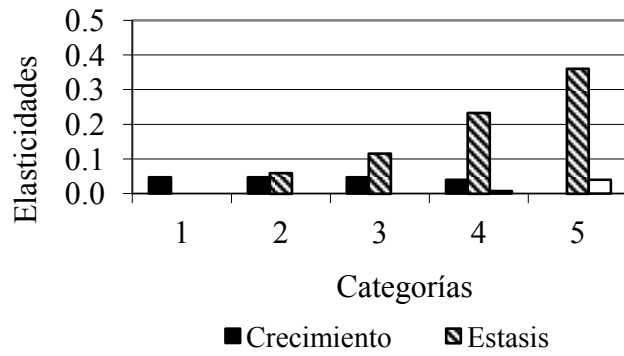


Figura 3: Valor reproductivo (valor propio izquierdo) por clase de tamaño por parcela.

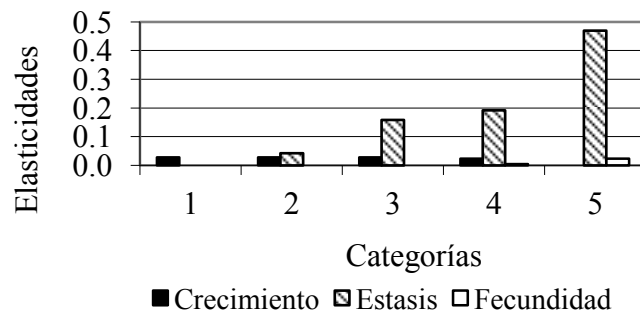
Las elasticidades para cada clase difieren entre el Parque Nacional y el sitio aprovechado (Figs. 4). En el Parque Nacional las elasticidades de la permanencia en la misma categoría son mayores a las presentadas por las probabilidades de transición entre

categorías o por las fecundidades. En el sitio aprovechado las diferencias entre las elasticidades son menos marcadas. La categoría 5 es la que presenta los mayores valores de elasticidad.

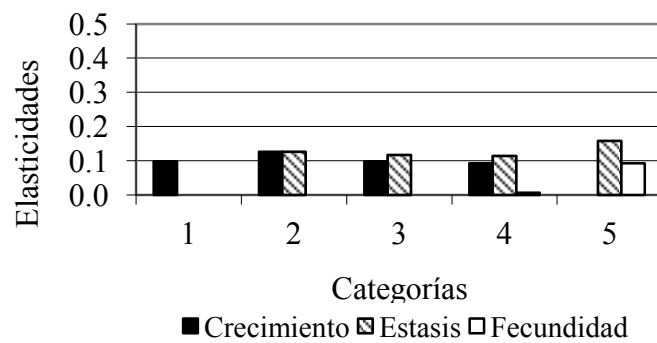
a)



b)



c)

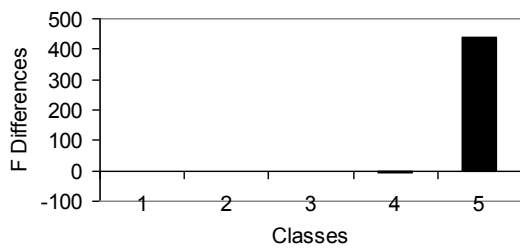


Figuras 4. Elasticidades de cada tasa vital para cada categoría del ciclo de vida de *E.edulis*.

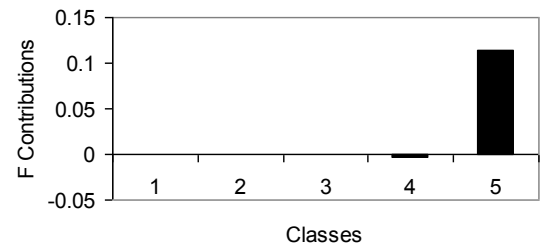
a) PP1 y b) PP2, en el Parque Nacional y c) PP3 en el sitio aprovechado.

Los resultados del análisis retrospectivo, es decir las diferencias de las tasas vitales y las contribuciones de éstas diferencias a las de las tasas de crecimiento poblacional (λ) entre los sitios se resumen en las figuras 5.

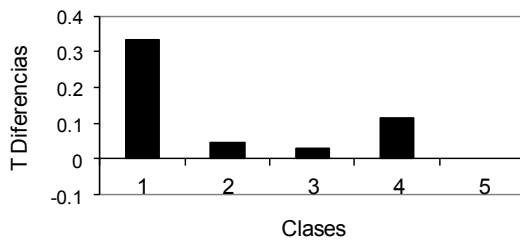
A1



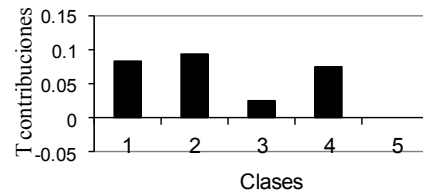
A2



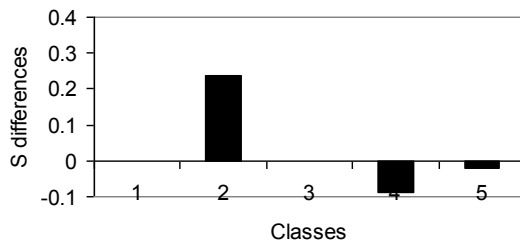
B1



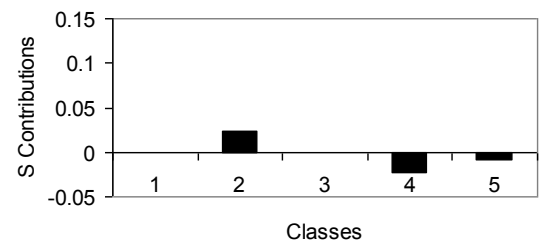
B2



C1



C2



Figuras 5: Diferencias en las tasas vitales específicas para cada categoría y su contribución a las diferencias entre las lambdas de los tres sitios. La figura A1 muestra las diferencias en las fecundidades de cada clase (F) y la figura A2 la contribución de cada diferencia a las diferencias entre las lambdas. Las figuras B son: B1 diferencias entre las transiciones entre categorías (T) y B2 contribuciones de éstas a las diferencias en lambdas. Las figuras C representan lo mismo pero acerca de la estasis.

Las diferencias en fecundidad (menor en el Parque que en el sitio aprovechado) tienen las mayores contribuciones a las diferencias entre las lambdas de los tres sitios. Las transiciones entre categorías (asociadas con el crecimiento promedio individual) también tienen una contribución importante. Las diferencias en sobrevivencias de la categoría 2 reflejan lo registrado para las curvas de sobrevivencia mostradas anteriormente.

DISCUSIÓN

Los resultados encontrados sobre estructura y dinámica de las poblaciones de Palmito concuerdan con lo registrado para otras especies de palmeras. Los individuos pueden prosperar en diferentes condiciones ambientales y, en consecuencia, las tasas vitales y de crecimiento poblacional varían según éstas condiciones.

Las diferencias en el número de individuos entre los sitios con y sin aprovechamiento evidentemente se deben a diferencias en las prácticas de manejo. Como el aprovechamiento se realizó once años antes del inicio de este estudio, es difícil observar los efectos directos inmediatos sugeridos por Zagt y Boot (1997). Estos autores sugieren que el

efecto directo del aprovechamiento incluye el corte de parte de los individuos reproductivos y la mortalidad de plántulas y renuevos de la misma y de otras especies. La menor densidad de adultos responde evidentemente a la extracción de los mismos. Ésto se traduce a la vez en una baja densidad de plántulas y renuevos, respuesta que se ha observado para las poblaciones de otras palmas aprovechadas, por ejemplo en poblaciones de *Pseudophoenix sargentii* (Durán y Franco, 1995) y en algunas de las de *Thrinax radiata* (Olmsted y Alvarez-Buylla, 1995). Otro factor que posiblemente ha contribuido al mantenimiento de una menor densidad en el sitio aprovechado es que en este sitio hay una mayor depredación de palmitos de la categoría 2 por el curculiónido *Rhynchophorus palmarum*. La larva de este coleóptero se alimenta de la parte interna del tronco y la yema apical de los mismos y en el 30% de los casos resulta en la muerte de la palmera (Gatti, 1999). Este factor de mortalidad cuya presencia no es aparente en el parque, estaría provocando que la curva de sobrevivencia predicha para el sitio aprovechado sea independiente de la edad; es decir, la mortalidad es constante e independiente de los cambios numéricos, y por lo tanto la densidad, de la población.

Las curvas de sobrevivencia reportadas en la literatura para palmas en condiciones naturales indican altas tasas de mortalidad en estadios tempranos del ciclo de vida, seguidas de tasa más bajas a medida que los individuos alcanzan tamaños mayores. Las curvas de sobrevivencia de *Euterpe edulis* en el Parque se asemejan al patrón descrito para otras palmas en condiciones naturales. El valor reproductivo aumenta con la edad y no declina en las categorías mayores (lo que indicaría que las palmeras no entrarían en una etapa de senescencia fisiológica), sino que la muerte se estaría produciendo por factores ambientales. En el sitio aprovechado, que fueron cortadas para aprovechar el cogollo y en

el Parque posiblemente se caen por efecto del viento cuando sobrepasan el dosel.

Los resultados obtenidos respecto a otros parámetros poblacionales concuerdan con los registrados por Zagt y Boot, (1997) quienes dicen que las explotaciones forestales alteran las tasas vitales de las poblaciones bajo cosecha. Ellos reportan que el valor de λ de las poblaciones explotadas de *Chlorocardium rodiei* (Lauraceae) en Guyana es apenas superior a la de sitios no alterados. Encuentran también que estas poblaciones poseen un tiempo generacional menor. Sin embargo, para esa especie la sobrevivencia de plántulas fue menor en el sitio aprovechado, a diferencia de los resultados obtenidos para *E. edulis* en este estudio. Nosotros observamos una mayor sobrevivencia, crecimiento y fecundidad (y por lo tanto una mayor λ) en el sitio aprovechado. Silva Matos *et al.* (1999) han propuesto un modelo matricial para *E. edulis* que incluye denso-dependencia de plántulas y de las plántulas con la palma madre. En términos cualitativos, sus resultados son similares a los encontrados en nuestro estudio. Una elevada λ en el sitio aprovechado indicaría un buen potencial de recuperación después de una extracción.

Los resultados en este estudio son similares a los de Reis *et al.* (2000) en Brasil sobre la respuesta al aprovechamiento de Palmito. Asimismo, los resultados de los análisis prospectivos y retrospectivos identifican los cambios en la contribución relativa que diferentes tasas vitales tienen sobre λ y que contribuyen a aumentarla en el sitio explotado. Esta práctica aumenta las contribuciones de la fecundidad y el crecimiento, disminuyendo la contribución relativa de la estasis, como consecuencia de la liberación de recursos que aprovechan los individuos remanentes. A su vez, los análisis retrospectivos destacan a la mayor fertilidad en el sitio aprovechado como el mayor contribuyente a la λ de la población de dicho sitio. No obstante, es factible que un enriquecimiento del bosque nativo con

semillas de Palmito, por encima del incremento natural de la fecundidad de los adultos remanentes, contribuya a una tasa de crecimiento poblacional aún mayor.

AGRADECIMIENTOS

Para este trabajo tuvimos la enorme ayuda de dos amigos: Justo Herrera y María Genoveva Gatti. También ha sido fundamental la enseñanza y paciencia constante de los Dres. Dominguez, Placci y Miramontes. Queremos agradecer también a Rubén Pérez. En el campo colaboraron numerosos asistentes, entre ellos P. Tecco, C. Morales, C. Cordini, C. Baldovino, S. Holz, V. Aschero, J. Alonso, W. Belloso y G. Zuquin entre otros, a todos ellos muchas gracias por compartir la belleza de la selva. El cuerpo de Guardaparques del Parque Nacional Iguazú colaboró muchísimo en este trabajo, gracias. Agradecemos también al personal del Establecimiento San Jorge, especialmente al Sr. Flores y a los Ings. Dalprá y Gotz.

Nuestro agradecimiento al Centro de Investigaciones Ecológicas Subtropicales del Parque Nacional Iguazú por permitirnos hacer uso gratuito de las instalaciones y del vehículo, en especial a su coordinadoras L. Malmierca y K. Schiaffino. También a la delegación técnica NEA. Agradecemos a la Fundación Vida Silvestre Argentina. Damos gracias al Instituto de Ecología de la Universidad Nacional Autónoma de México y al Postgrado en Ciencias Biomédicas de la misma Universidad.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, M.I. y M.F. Fuguet. 1988. Palmito: descripción, distribución y diferentes manejos de *Euterpe edulis* Mart. Actas del VI Congreso Forestal Argentino 14-16.
- Alvarez-Buylla E.R., R. García-Barrios, C. Lara-Moreno y M. Martínez-Ramos. 1996. Demographic and genetic models in conservation biology: Applications and Perspectives for Tropical Rain Forest Tree Species. Annual Review of Ecology and Systematics 27: 387-421.
- Balick, M.J. 1984. Ethnobotany of Palms in the Neotropics. Advances in Economic Botany 1: 9-23.
- Bernal, R. 1998. Demography of the vegetable ivory palm *Phytelephas seemannii* in Colombia, and the impact of seed harvesting. J Appl Ecol 35: 64-74.
- Bierzychudek, P. 1999. Looking Backwards: Assessing the projections of a transition matrix model. Ecol Appl 9: 1278-1287.
- Boot, R.G.A. y R.E. Gullison. 1995. Approaches to developing sustainable extraction systems for tropical forest products. Ecol Appl 5: 896-903
- Bovi, M.L.A., G. Jr. Godoy, L.A. Seas. 1987. Pesquisas com os generos *Euterpe* y *Bactris* no Instituto Agronomico de Campinas. Anais del Palmito I Encontro Nacional de Pesquisadores, Curitiba, EMBRAPA-CNPF 1-18
- Bullock, S.H. 1980 Demography of an undergrowth palm in Litoral Cameroon. Biotropica 12: 247-255.
- Cabrera, A.L., A. Willink. 1980. Biogeografía de América Latina. Serie Biología 13, Organización de Estados Americanos.

- Caswell, H. 1989. Analysis of life table response experiments I. Decomposition of effects on population growth rate. *Ecol Model* 46: 221-237.
- Caswell, H. 1996. Analysis of life table response experiments II. Alternative parameterisations for size-and stage-structured models. *Ecol Model* 88: 73-82.
- Caswell, H. 2001. Matrix population models: construction, analysis and interpretation. Sinauer Assoc. Inc PublSunderland, Massachussetts.
- Chediack, S.E. 2008. Aprovechamiento sustentable del Palmito Misionero. *In* F. Aceñolaza (Ed.). Temas de la biodiversidad del litoral III. Miscelánea 17: 309-316. INSUGEO, Tucumán, Argentina.
- Chediack, S.E. 2008. Efecto de la explotación forestal sobre la estructura, diversidad y composición florística de los palmitales de la Selva Atlántica en Misiones, Argentina. *Rev Biol Trop* 56: 721-738
- Cochran, M.E., S. Ellner. 1992. Simple methods for calculating age-based life history parameters for Stage-structured populations. *Ecol Monogr* 62: 345-364
- Crespo, J.A. 1982. Ecología de la comunidad de mamíferos del Parque Nacional Iguazú, Misiones. *Rev. del MACN Bernardino Rivadavia* 3:1-162
- Dallmeier, F. (Ed.). 1992. Long-term monitoring of Biological Diversity in tropical forest areas: methods for establishment and inventory of permanent plots. MAB Digest 11. UNESCO, Paris.
- De Kroon, H., A. Plaisier, J. Van Groenendael and H. Caswell. 1986. Elasticity: The relative contribution of demographic parameters to population growth rate. *Ecology* 67: 1427-1431

- Deevey, E. 1947. Life tables for natural populations of animals. *Q rev biol* 22: 283-314
- Devoto, F. y M. Rothkugel. 1936. Informe sobre los bosques del Parque Nacional Iguazú.
Ext. Bol. Min. Agric. Nac. XXXVII (1-4):1-99
- Dimitri, M.J.; I.R.V. Hualde; C.A. Brizuela y F.A.T. Fano. 1974. La flora arbórea del
Parque Nacional Iguazú. *Anales de Parques Nacionales*. Tomo XII
- Durán, R. y M. Franco. 1992. Estudio demográfico de *Pseudophoenix sargentii*. *Bull. Inst.*
fr. études andines 21(2):609-621
- Durán, R. y M. Franco. 1995. La contribución de la Ecología de Poblaciones: El caso de
Pseudophoenix sargentii Wendl. Ex Sarg. en la Península de Yucatán.
In: Linares E, Dávila P, Chiang F, Bye R, Elias TS (Eds.) *Conservación
de Plantas en Peligro de Extinción: Diferentes Enfoques*. UNAM,
México.
- Enright, N.J. y A.D. Watson. 1992. Population dynamics of the nikau palm, *Rhopalostylis*
sapida Wendl. et Drude, in a temperate forest remnant near Auckland,
New Zealand. *New Zeal J Bot* 30:29-43
- Franco, M. y J. Silvertown 1996. Life history variation in plants: an exploration of the fast-
slow continuum hypothesis. *Philos T Roy Soc B* 351: 1341-1348
- Galetti, M. y A. Aleixo. 1998. Effects of palm heart harvesting on avian frugivores in the
Atlantic rain forest of Brazil. *J Appl Ecol* 35(2):286-293
- Galetti, M. y J.C. Fernandez. 1998. Palm heart harvesting in the Brazilian Atlantic forest:
Changes in industry structure and the illegal trade. *J Appl Ecol*
35(2):294-301.

- Gatti, M.G. 1999. El picudo de la palma, *Rhynchophorus palmarum* L. (Coleoptera: Curculionidae) en palmitales con y sin aprovechamiento forestal. Licenciata Thesis. Universidad Nacional de Córdoba, Argentina
- Holz, S. y G. Placci. 2000 Socioeconomic roots of biodiversity loss in Misiones. In: Galindo-Leal C, Gusmao Câmara I (Eds) The Atlantic Forest of South America
- Horvitz, C; D.W. Schemske y H. Caswell. 1997. The relative "Importance" of the Life-History Stages to Population Growth: Prospective and Retrospective Analyses. In: Tuljapurkar S, Caswell H (Eds.) Structured population models in Marine, Terrestrial, and Freshwater Systems. Chapman & Hall. P 247-271
- Lefkovitch, L. 1965. The study of population growth in organisms grouped by stages. Biometrics 21: 1-18
- Martínez-Ballesté, A., C. Martorell, M. Martínez-Ramos y J. Caballero. 2005. Applying retrospective demographic models to assess sustainable use: the Maya management of xa'an palms. Ecology and Society 10(2): 17. [online] URL: <http://www.ecologyandsociety.org/vol10/iss2/art17/>
- Martínez-Ramos, M. y E.R. Alvarez-Buylla .1995. Demographic and genetic models in conservation biology: Applications and perspectives for tropical rain forest tree species. Ecoscience 2: 223-229
- Myers, N., R.A.Mittermeier, C.G. Mittermeier, G.A.B. Da Fonseca y J. Kent. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. Nature 403 :853-858

- Olmsted, I. y E.R. Alvarez-Buylla. 1995 Sustainable Harvesting of tropical trees:
Demography and Matrix Models of two palm species in Mexico. *Ecol Appl* 2: 484-500
- Orlande, T., J. Laarman y J. Mortimer. 1996. Palmito sustainability and economics in Brazil's Atlantic coastal forest. *Forest Ecol Manag* 80: 257-265
- Peña-Claros, M. y P. Zuidema. 1999. Limitaciones demográficas para el aprovechamiento sostenible de *Euterpe precatoria* para producción de palmito en dos tipos de bosque de Bolivia. *Ecología en Bolivia* 33: 3-21
- Pinard, M.A. 1993. Impacts of stem harvesting on population of *Iriartea deltoidea* (Palmae) in an extractive reserve in Acre, Brazil. *Biotropica* 25: 2-14
- Placci, L.G., S.I. Arditi, P.A. Giorgis y A.A. Wutrich. 1992. Estructura del palmital e importancia de *Euterpe edulis* como especie clave en el Parque Nacional Iguazú, Argentina. *Yvyrareta* 3: 93-108
- Ratsirarson, J., J.A. Silander Jr. y A.F. Richard. 1996. Conservation and Management of a Threatened Madagascar Palm Species, *Neodypsis decaryi*, Jumelle. *Conserv Biol* 10: 40-52
- Reis, M.S., A.C. Fantini, R.O. Nodari, A. Reis, M.P. Guerra y A. Mantovani. 2000. Management and Conservation of Natural Populations in Atlantic Rain Forest: The Case Study of Palm Heart (*Euterpe edulis* Martius). *Biotropica* 32: 894-902
- Silva Matos, D.M. y A.R. Watkinson. 1998. The fecundity, seed and seedling ecology of the edible palm *Euterpe edulis* in south-eastern Brazil. *Biotropica* 30: 595-603.

- Silva Matos, D.M., R.P. Freckleton y A.R. Watkinson. 1999. The role of density dependence in the population dynamics of a tropical palm. *Ecology* 80: 2635-2650.
- Silvertown, J.W. y J.L. Lovett Doust. 1993. *Introduction to plant population biology*. Blackwell Scientific Publications, Oxford, UK.
- Sokal, R.R. y F.J. Rohlf. 1995. *Biometry* 3rd edn. WH Freeman & Co., New York
- Zagt, R. y R.G.A. Boot. 1997. The response of tropical trees to logging a cautious application of matrix models. In: *Tree demography in the Tropical Rain forest of Guyana*. Tropenbos Guyana Series 3.
- Zuidema, P.A. y R.G.A. Boot. 2000. Demographic constraints to sustainable palm heart extraction from sub-canopy palm in Bolivia. In: *Demography of exploited tree species in the Bolivian Amazon* Chapter 3. Phd thesis. Pp 53- 79.

CAPÍTULO 4

Denso- dependencia en el desarrollo, la demografía y el aprovechamiento del Palmito (*Euterpe edulis* Mart., Palmae) en Misiones, Argentina



Cogollos de Palmito acanchados para su traslado a la envasadora. Foto: S. Chediack

Según Ticktin (2004) el aprovechamiento de los recursos forestales no maderables (como el Palmito) representa una importante fuente de ingresos para millones de personas de todo el mundo. Pero a pesar de la creciente preocupación sobre la conservación de estas especies, así como su potencial para fomentar la conservación de los bosques, la información sobre las consecuencias ecológicas de la cosecha está disponible sólo en algunos estudios de caso. Una de las deficiencias de las investigaciones sobre las cosechas experimentales sugeridas por los investigadores, es que pocos de los estudios han simulado las prácticas de manejo realmente utilizadas por la población local. Estas prácticas de gestión local se basan generalmente en consideraciones ecológicas, culturales y socio-económicas. Por lo tanto, las propuestas de cambios en las formas de aprovechamiento como tiempo o frecuencia de cosecha pueden ser poco prácticas o imposibles para cosechadoras locales. Un enfoque más útil sería centrarse en la evaluación de las prácticas de cosecha actualmente empleadas por las poblaciones locales o adaptar los resultados a las actualmente utilizadas por la población local. Es por esto que en esta tesis se utilizan modelos para representar el estado de las poblaciones de Palmito de una manera que sea accesible a los pobladores de la Selva Misionera que están manejando sus palmitales. Dentro de lo posible se ha intentado utilizar medidas, categorías y recomendaciones de manejo que tradicionalmente se usan en el área de estudio a fin de que los resultados puedan ser comparados con los trabajos de otras personas y que puedan ser aplicados por los ingenieros forestales y propietarios de lugar. Lamentablemente existen diferencias en la percepción del estado de las poblaciones naturales según el ambiente en donde se encuentra el observador. Esto puede radicar en que son pocos los estudios de aprovechamiento que detectan el efecto de la densidad en las dinámicas poblacionales.

Quizás una explicación sea que los estudios biológicos en el campo últimamente son realizados en áreas naturales protegidas, donde las poblaciones sin aprovechamiento poseen una tasa de crecimiento cercana a la unidad (lo que sugiere que no pueden ser aprovechadas). Algunos investigadores consideran que cada vez es más inseguro trabajar en áreas rurales. Por otro lado en las zonas no protegidas los trabajos se hacen en áreas que ya han sido aprovechadas, donde las extracciones ilegales son frecuentes y sin recaudos. En estos casos las densidades poblacionales son tan bajas que las poblaciones se comportan como denso-independientes, con tasas de crecimiento superiores a uno. El estudio de ambos extremos de manera aislada puede dar una idea errónea del comportamiento de las poblaciones y por lo tanto recomendaciones de manejo inadecuadas.

En este capítulo se aborda efecto de la densidad intraespecífica en las tasas de crecimiento de los palmitos y en la dinámica poblacional de la especie. Los resultados del capítulo anterior indican que es necesaria la introducción de este elemento dentro de los modelos de crecimiento y cosecha. Con esto las recomendaciones de manejo podrán ajustarse a los diferentes escenarios de aprovechamiento y densidad de los rodales que se encuentran en la Selva Misionera.

Denso- dependencia

La denso- dependencia comprende los efectos de la densidad sobre los miembros de una población. La competencia es una interacción entre individuos provocada por la necesidad común de un recurso limitado y conducente a la reducción de la sobrevivencia, el crecimiento o la reproducción de los individuos competidores. Los miembros de una misma especie tienen más probabilidades que los miembros de especies distintas de

necesitar el mismo recurso y de reaccionar recíprocamente uno en la presencia del otro. El efecto probable sobre cualquier individuo es mayor cuanto más elevado es el número de competidores. La competencia intra-específica regula las poblaciones hasta una densidad estable (K) o capacidad de carga del ambiente (Begon *et al.*, 1988).

Varios autores hemos registrado el efecto de la densidad sobre las tasas de crecimiento y sobrevivencia en *Euterpe edulis*. Silva Matos *et al.* (1999) describen que la probabilidad de transición de plántula a renovación se ve afectada por la densidad de plántulas y la de adultos. Chediack y Franco (2009) en el capítulo anterior y Portela *et al.* (2010) encontramos que en sitios con menor densidad de Palmitos, la tasa de crecimiento poblacional es mayor. Fantini y Guries (2007) encontraron que la densidad de Palmito reduce el crecimiento de los individuos de esta especie y que su aprovechamiento permite un incremento en el crecimiento de individuos de tamaño pequeño. Chediack (en revisores) en este capítulo, describe que el crecimiento en todas las categorías de tamaño de Palmito es mayor en áreas donde el área basal de Palmito es menor. Así mismo, que la forma en que se desarrollan los Palmitos varía en sitios con y sin aprovechamiento forestal.

En esta tesis hemos abordado el efecto de la densidad-dependencia en las poblaciones de Palmito en dos estudios. El primero considera el cambio en las tasas de crecimiento y su utilización para la estimación de la edad de los Palmitos en sitios con diferente área basal de Palmitos aprovechables. Este estudio se encuentra en Chediack (en revisores) a continuación. El segundo utiliza un modelo matricial que incluye densidad-dependencia para establecer turnos de aprovechamiento de *E. edulis* en la Selva Misionera.

Denso –dependencia y el crecimiento de *Euterpe edulis*

Chediack, S.E. En revisores. *Euterpe edulis* development in protected and logged natural areas in Argentinan Atlantic Forests

ABRSTRACT

In Argentina, Palmito (*Euterpe edulis* Mart., Palmae) lives in natural protected and logged areas in Misiones Province. This palm is harvested to obtain heart of palm. Annual stem growth in height and diameter were estimated and compared in both managed and protected forests. Functions of palm growth were set using *E. edulis* basal area per hectare as independent variable and stem increments in size as dependent. These parameters were used to estimate palm age. Palmitos of the same size could have different ages depending where they grow. In Argentina, the law permits the harvest of palms with stem diameter greater than 10 cm. Palmitos found in harvested areas reach the harvest limit size at different ages, but in general, it takes them more than eight years to reach this size in spite of the beliefs of the peasant communities. In Iguazú National Park, with height Palmito density, palms reach the limit of 10 cm after 50 years.

KEY WORDS

Euterpe edulis, heart of palm, Atlantic Forest, Iguazú National Park, Argentina

INTRODUCCIÓN

Palmito (*Euterpe Edulis* Mart., Arecaceae) constitutes an economically important forest product in Atlantic Forest of Argentina, Brazil and Paraguay (Galetti & Fernandez 1998). It is harvested for the edible palm heart. *E. edulis* is endemic of the Atlantic Forest (Henderson *et al.* 1995). This forest has been declared a hotspot for conservation and its status is of critically endangered (Da Silva 2012; Galindo & Leal 2003). In this hotspot there are natural areas, some protected and others under extraction of timber and non timber products surrounded by deforested lands.

Chediack (2008 a) suggest a sustainable management of this specie in Argentina based on harvest turns of 13 years, cutting palms between September to December, avoiding curculionids infections and not leaving the same reproductive palms in each harvest turn. Argentinean law recommends only cut Palmitos with DBH (stem diameter at breast height, which is at 1.3m from the ground) equal or bigger than 10 cm. Illegal harvests are frequent especially in small properties and in the protected areas that are next to roads. Sometimes owners cut their palms as soon as the palm reaches the legal limit. In small properties the peasants cut Palmitos when they need cash, a situation that occurs frequently. Therefore some forests do not have Palmitos with DBH >10. Others properties leave 60 adult palms, as recommended by Reis *et al.* (2000) and they take the rest when they reach the size limit permitted. There are others properties where I found 50 to 200 palms with DBH >10cm per hectare, owned by people or companies that have harvest turns of 8 years or more.

Logged forests where palms and trees were cut down, have a different structure and dynamic than the ones in protected natural areas. In harvested forest of the Atlantic forest

of Misiones, Argentina, there is less Palmito density, some tree species disappear and other tree species shade-intolerant and valuable for their timber are more frequent (Chediack, 2008 b). Some of the direct causes of these changes are removal of the useful individuals (in this case the reproductive adults) and destruction of seedlings and saplings from the same and other species liberating resources as sun light. There are also indirect effects such as de-faunation by hunters (Chediack 2008 b; Schulze & Zweedec 2006; Zagt & Boot 1997). A selective harvest could be compared with a gap disturbance. Studying gap dynamics, Denslow *et al.* (1990) found that individuals of light-demanding species tend to grow and reproduce at a faster rate, especially in the gap center where there is more sun radiation. After a while, populations suffer compensatory changes working in a density-dependent manner. Space, nutrients, light and water are some of the factors that increase after harvest and then diminish with the increment of plant crowding. There are two papers that explain how harvest and sun light affects Palmito regeneration. Fantini & Guries (2007) found that all the Palmito parameters they studied (seed production, density of seedlings and saplings and growth rate) were reduced as the density of both Palmito and other woody plants increased. Following a harvest of mature palms, younger size classes were able to respond with a larger growth increment, apparently due to more favorable light conditions on those plots with the lowest density of other woody plants that Palmito saplings stems growth increase in the years following the harvesting, with the best growth achieved in those stands that had the lowest density of woody plants. Gatti (2005) studying Palmito development in greenhouses found that during its first years Palmito has its optimum development under 30% of solar radiation, but it is capable to adjust its morphology in response to radiation variation. One of the strategies to face low radiation is to grow proportionally more in

height than in diameter. To survive in high isolation Palmito invest proportionally more biomass to roots in relation to other plants parts. These two papers hint that Palmito could respond, at least as seedling and sapling stages, to stand density.

The goal of this paper is to estimate how intra-specific density affects the growing rates of Palmito (*Euterpe edulis* Mart., Palmae). Palmito development is studied in an almost pristine forest in the Iguazú National Park and in a logged property next to the Park. Annual Palmito stem growth and a forest crowding index are both used to estimate palm age. Palmitos of the same size could have different ages depending where they grow. I aim to illustrate that differences in palm growth and age have to be taken into consideration in management actions in one of the more poor provinces of Argentina.

METHODS

Study species

Euterpe edulis Mart. belongs to the Palmae family. It is exploited for heart of palm (edible Palmito), the apical meristem with the unfolded leaves. The removal of the heart of palm causes the death of the plant. While many Palmito populations are more or less safe in some protected natural areas, outside of these areas they are threatened by over-exploitation, logging and deforestation. The state of stocks, their management and marketing are described in Chediack (2008 a) and in Chediack & Franco (2003).

E. edulis is endemic to the Atlantic Forest and inhabits from the coastal forest in Brazil as far as Paraguay and its southern distribution is in Misiones province in Argentina (Henderson *et al.* 1995). In Misiones where the study area is located, *E. edulis* lives in forests from 200 m to 400 m above sea level. Gatti *et al.* (2008) found that Argentinean

Palmito abundance was greater at the highest sites where there are no subzero temperatures in winter and decreased or became absent towards the lowest sites where there are temperatures below 0 °C. This is because cold air is trapped in valleys and bottom hills at night and early mornings in winter. Palmito lives in the Atlantic semi-deciduous forest region and forms aggregations denominated Palmitales, where *E. edulis* is the dominant species with stands reaching the 500 reproductive individuals per hectare (Placci *et al.* 1992). It is a sub-canopy palm with a single stem and pinnate leaves that reaches a height of 18 m. Fruit is a drupe with a single seed. In the Iguazú National Park ripe fruit can be observed from March to November. In 1999, an average of 1147 ripe fruits per reproductive palm was estimated. In the same year, adult palms with zero to five infrutescences were observed, and the median of infrutescences were two per palm (Chediack unpublished data).

Seeds are able to germinate immediately if the pericarp is removed (Silva Matos & Watkinson 1998), but in the field the process could take three months (Chediack unpublished data). Seedling phase goes on until the exhaustion of the endosperm reserves of the seed itself. In the sapling phase the increase in stem surface is achieved as a result of the gradual increase in axis diameter. The stem begins with the narrow axis of the plumule and ends when the adult diameter of the mature vegetative trunk is attained. In this phase the axis progressively increases in size and serves for a root-generating region so that an efficient anchoring and absorbing system is developed (Tomlinson 1990).

Studies in Palmito allometry in Brazil showed that stem diameter not scales isometrically with height, meaning that the shape of palms change during growth. Differences found in the stem allometry taking into consideration the diameter at different

heights pointed out that *E. edulis* is able to grow to tree stature by being initially overbuilt in relation to stem diameter at ground level and by changing shape along the stem with height. Later there is a shift to greater stem increment as palms grow in height, probably as an adequacy to prevent a steep increase of mechanical failure risks (Alves *et al.* 2004).

There are very few monocots in which there is secondary stem growth. In them cambium produces to the interior, collateral small bundles and fundamental parenchyma, and to the exterior, a scarce amount of parenchyma (Valla 1996). Rich (1987) suggests that diameter growth is a product of increase in stiffness and strength of stem tissue by means of sustained lignifications. It is likely that *E. edulis* has both mechanisms because older individuals have hard and lignified stems. Reis *et al.* (2000) suggested that Palmito DBH (stem diameter at breast height, that is at 1.3m from ground) increment depends on its DBH size. They found that the average annual increment in DBH goes from 0.04 cm for palms with DBH > 14 cm to 1.15 cm for palms with a DBH of eight cm. Their data come from a secondary forest at Sao Pedro Alcântara, SC, Brazil.

Study site

In general Atlantic forest is deforested and remmanents are isolated. In Brazil this forest is protected in small reserves located in fragmented, isolated and de-faunated forest fragments (with no more than 250 ha), and where the 80% of the forest fragments have less than 50 ha (Ribeiro *et al.* 2009,). Although in Serra do Mar there is one of the largest patches of continuous old growth forest (Tabarelli & Peres 2002). Forest in Paraguay also suffers the pressure of deforestation with less than 1/3 of its forests protected in isolated reserves (Chengquan *et al.* 2007). In Misiones Argentina there are approximately 914,823

ha of continuous Atlantic forest (Primer inventario nacional de Bosques nativos, 2005). There are two main protected areas, Parque Nacional Iguazú and Parque Provincial Uruguá-í. This fragment is contiguous to Iguazu National Park in Brazil totaling an area of 336,882 ha of a bi-national continuous natural protected forest.

Harvested and protected forest areas are located in the northern Misiones (around 54°13' W and 25°4' S). Iguazú National Park is an unlogged area and the harvested site is a private property next to it, named “Establecimiento forestal San Jorge”. Both areas are included in the Interior Atlantic forest that is one of the regions of the planet with the highest biodiversity and risk of extinction. According to Myers *et al.* (2000) this forest is a “hotspot of biodiversity” because it has an exceptional concentration of endemic species and also because it has a high rate of natural habitat disappearance. Argentina has the largest area of continuous Atlantic Forest (50.9 % of the original area), covering much of Misiones province (Holz & Placci 2003). Outside the protected areas, in the forest fragments, Palmito and timber species extraction takes place.

The climate is subtropical humid without a marked dry season. Mean annual precipitation is 1,600 mm. Mean annual temperature is 20.3 °C; and days with temperatures below 0°C are registered in winter (Crespo 1982; Gatti *et al.* 2008). Soils are Ustisoles, red, well drained with a clay texture (INTA- SAGyP, 1990).

Vegetation type corresponds to Palmital, a humid forest dominated by palms, and trees from the families Leguminosae and Lauraceae. In a Palmital, *Euterpe edulis* is the dominant species since it has the highest density, basal area and value of importance (Chediack 2008 b; Placci *et al.* 1992).

Iguazú National Park conserves 67620 ha, was created in 1934 and represents one of forests in a better state of conservation in Misiones (Chediack 2008 b; Giraudo *et al.* 2003). Field work here was established in the strict protected area of the National Park where only scientific activities are permitted. Prior to the park creation, land use was restricted to the harvest of four tree species, and only individuals with stem diameter greater to 55 cm (Devoto & Rothkugel 1936). The other area is the “Establecimiento forestal San Jorge” (ESJ), property of Alto Parana SA. It is a harvested area and borders the Iguazú National Park and Provincial Parks Urugua-í and Uruzú. Palmito extraction was done eleven years before this study begun, and there are no records of harvests before this year. ESJ has 20,000 ha of native forest among which 6800 has are Palmital (I. Gotz and L. Dalprá, pers. comm.).

Forest structure, basal area, Palmito and tree density, diversity, richness and number of endangered species from both sites were described in Chediack (2008 b). This paper suggests that Palmito density is lower in ESJ, but tree density, richness and diversity is higher. Also timber species that are heliofilous are well represented. In the National Park Palmito is in high density giving a characteristic aspect to the forest that is also dominated by emergent trees of *Aspidosmerpma polyneuron*. In this park were registered endemic species that only could be found in areas without alteration.

Data collection

Palmito population were studied in three 1- ha permanent plots. Permanent plot 1 (PP1) and 2 (PP2) were established in Iguazú National Park. The other was in “Establecimiento forestal San Jorge” (ESJ). Plots were measured annually for three years

consecutively. The Smithsonian Institution and Man and Biosphere Biological Diversity Program and The Biological Diversity in Latin American Program methods were followed to establish and maintain permanent plot inventories in tropical forests (Dallmeier *et al.* 1992). Each hectare consists of 25 plots of 20 x 20 m. Within each plot all Palmito individuals with a conspicuous stem were identified with numbered metallic tags. Palmito seedlings and saplings were recorded, tagged and measured in 25 (2 x 2 m) plots per 1 ha permanent plot. Seedling and sapling census were made annually before the ripe fruits fell that is, before the beginning of a new contribution of seeds

Palmitos were classified into 5 categories of size and biological aspects also taking into account the way in which local residents and logging companies traditionally sorted palms. Palm categories are:

- (1) Seedling (individual depending on the reserves of the seed).
- (2) Sapling (palm that have not developed a conspicuous lignified trunk).
- (3) Immature (Palmito with a lignified trunk smaller to 1.3 m so the DBH could not be registered yet).
- (4) Reproductive and non reproductive individuals with DBH < 10cm.
- (5) Reproductive and non reproductive individuals with DBH > 10 cm.

For each category the following measures were recorded: For category 1, seedlings were counted, not measured.

Category 2 or Saplings: Axis diameter and height were recorded for each sapling. Height (h) in centimeters was the measurement taken from the ground to the last foliolo of the biggest leaf. Axis diameter (D) was measured in mm at the palm base (or ground level).

Palms in categories 3, 4 and 5: For immature and non reproductive palms in categories 4 and 5 Palmito stem height (H) in meters was recorded from the ground to the top of the palm. The perimeter at the stem base (PAB) in cm was recorded. For reproductive palms PAB was not registered in order to avoid damaging the seedlings that are usually are clumped together in great numbers under the putative parent palm.

For Palmitos in categories 4 and 5 PBH (stem perimeter at breast height, that is at 1.3m from the ground) in centimeters and height (H) in meters was measured.

PBH and the DBH are related ($DBH = PBH/\pi$). DBH was used to estimate individual basal area (ba) which is the area occupied by the cross-section of the palm trunk and is estimated with equation $ba = \pi (DBH/2)^2$.

Data analysis:

Basal Area: Palmito basal area represents crowding as an independent variable because peasant and logging companies use this index to plan and estimate harvests. Argentinean law permits the harvest of Palmitos with $DBH > 10$ cm, so this is what first changes after harvest. Palmito basal area per hectare (BA) was used as a measure of crowding index. Therefore, BA is the sum of individual basal areas of Palmitos in category 5 per ha ($BA = \sum ba$).

Annual individual growth: Palmito annual increases in size were estimated for the three sites and each year as the current annual increment (CAI) in PBH, H and PAB for Palmitos in categories 3, 4 and 5 and in D and h for saplings. Annual increases were calculated by

comparing measurements made in two successive years, and taking the average. Only the Palms that survived the three years were used for increment estimation.

Simple linear regressions were used to model the relation between average CAI in size (y) with the initially measured size (x) (e.g. $y = a + bx$). Linear regressions were used only if residuals were normal. For each regression, parameters b (slope), a (intercept) and r (regression coefficient) were tested to establish that they were significantly different from zero. Parameters from each location regression were compared using Tukey and Student tests (Zar 1996). If the relation was not significant, average CAI in size obtain for each site was compared using ANOVA and Tukey test.

Logarithmic regressions between PBH and height were performed. The parameters of the regression from each site were compared using ZUNZUN (Phillips 2012).

When not significant differences between parameters from PP1 and PP2 were found, data from these two plots were pulled as PN (National Park).

Non linear regressions with CAI in size as independent variable, and size and BA as dependent variables were also performed.

Age determination: The best way to set the precise age of a Palm is to know the date when the seed germinated and the individual was born (Tomlinson 1990). This cannot be performed with Palmitos growing in the wild since it seems to take so much time to attain the size of an adult palm. As differences in growth rate in relation with BA and Palmito size are expected (see results), non linear relations were used for age estimation.

Annual increases were related to Palmito size and BA that surrounds them in the moment that the measurement was made. Therefore, this model does not consider that BA

can change during palm life. But BA definitely had changed in the harvested area where the forest is under a process of recovery, or in areas where harvests are programmed in turns of several years. So for the modeling of age, only areas where AB could be considered more or less constant must be used. An example is the Iguazú National Park, where the forest could be considered mature. Other example is in areas where peasant (or poachers) cut palms immediately after that the palm reaches 10 cm DBH leaving zero palms. Palmitales where peasant leave 60 reproductive palms per hectare and cut the others, have a constant number of Palmitos.

RESULTS

The estimated BA per hectare was 7.19 m² in PP1, 5.47 m² in PP2 and 0.82 m² in ESJ. The forest in the Iguazú National Park has the biggest Palmito basal area per hectare measured. Results are similar to the 5.29 m² ha⁻¹ found by Placci & Giorgis (1993) in other areas of the same Palmital. In ESJ Palmito basal area is representative of the general situation of harvested Palmitales in Misiones province, where I found some with zero harvestable palms compared to others with 200 Palmitos (Chediack 2008b).

Annual individual growth

Significant linear regressions between CAI in sapling axis diameter and its diameter (D) were found. In PP1, $CAI D_{(PP1)} = 0.173 * D$ (n=54, R²=0.230; F=15.539; P_(b-PP1)<0.001). In PP2 $CAI D_{(PP2)} = 0.097 * D$ (n=54, R²=0.157; F=9.57; P_(b-PP2)<0.001). $CAI D_{(ESJ)} = 0.732 * D$ (n=23, R²=0.457; F=17.753; P_(b-ESJ)<0.001). Parameters “a” (value in y axis where the line of the linear regression intercepts the axis) in the three regression were not

significant different from zero ($a_{(pp1)}=-0.011$, $P_{(a-PP1)}>0.05$; $a_{(pp2)}=0.296$, $P_{(a-PP2)}>0.05$; $a_{(ESJ)}=-1.111$, $P_{(a-ESJ)}>0.05$). Tukey and Student tests show that “b” parameter or slope from PP1 and PP2 are significantly different from zero, similar to each other and they differ from b parameter of ESJ (PP1- ESJ: $q=13.116$, $P<0.001$; PP2- ESJ $q=15.956$, $P<0.001$; PN-ESJ: $q=4.254$, $P<0.05$).

Palmito axis increment is larger, the largest is the diameter. The slope in ESJ is almost 5.5 times higher than in the National Park. It means that Palmitos with the same axis diameter will grow more in ESJ than in PN. Axis diameters measured in the field range between 1.2 mm to 26.8 mm in PN and among 2 mm to 19.7 mm in ESJ.

Sapling's CAI in height were not significantly related to axis height. There are not significant differences in CAI in height between sites ($F=1.79$, $P=0.18$). Average height CAI axis increment considering the three sites pooled were 6.42 mm and its S^2 44.59.

CAI in height for palms in categories 3, 4 and 5 was different in the three sites and greater in ESJ. Intercepts and slopes were different from zero and from each other (In PP1: $CAI H_{(PP1)}=0.127+0.055*H$ ($n=1737$, $R^2=0.207$; $F=453.396$; $P_{(b-PP1)}<0.001$). In PP2: $CAI H_{(PP2)}=0.167+0.028*H$ ($n=1050$, $R^2=0.066$; $F=74.512$; $P_{(b-PP2)}<0.001$). $CAI H_{(ESJ)}=0.588+0.062*H$ ($n=441$, $R^2=0.034$; $F=15.554$; $P_{(b-ESJ)}<0.001$). Intercepts $F=100.85$, $P<0.001$; slopes $F= -1047.154$, $P<0.001$. ESJ-PP2 $q=18.319$, $p<0.001$; ESJ-PP1 $q=14.126$, $p<0.001$; PP1-PP2 $q=19.874$, $p<0.001$)).

Woody stem palms living in ESJ have more CAI in PBH than the ones living in PN. Regression between CAI in PBH and PBH for Palmitos in categories 3 to 5 have intercepts and slopes different from zero. The slopes are negative, so the thickness is the stem, palms tend to grow less in PBH (intercepts: $F=100.85$, $P<0.001$; slopes $F= -1047.154$, $P<0.001$)

and between plots (ESJ-PP2 $q=-17.676$ $p<0.001$; ESJ-PP1 $q= -18.164$ $p<0.001$; PP1-PP2 $q= 5.014$ $p<0.05$). In PP1: $CAI_{PBH(PP1)} = 1.560 - 0.037 * PBH$ ($n=981$, $R^2=0.137$; $F=156.066$). In PP2: $CAI_{PBH(PP2)} = 1.504 - 0.031 * PBH$ ($n=602$, $R^2=0.089$; $F=59.186$;). $CAI_{PBH(ESJ)} = 5.251 - 0.092 * PBH$ ($n=123$, $R^2=0.147$; $F=20.822$).

Palmitos have a woody trunk with a measurable PBH when their stems reach 1.8 m in height for the ones living in the Park, and 2.0 m for the Palmitos living in the harvested area. In both areas Palmitos measured 0.1 m in height when we first recognized a lignified trunk.

The PBH minimum that was measured in the Park was 10 cm and in ESJ 13 cm. The maximum PBH measured was 61 cm in the Park and 54.3 cm in ESJ. There is no relation between PBH and increment in height (PP1 $R^2 = 0.115$; PP2 $R^2 = 0.029$; ESJ $R^2 = 0.0726$). There is a tendency in logarithmic way between height and PBH, especially observable in ESJ. The parameters of the regression are different from zero in the three cases. There are no differences among regressions height-PBH parameters from PP1 and PP2. Regression from ESJ is significantly different from that of the Park (Figure 1). Palmitos growing in the Park are thinner than the palms developing in the harvested area.

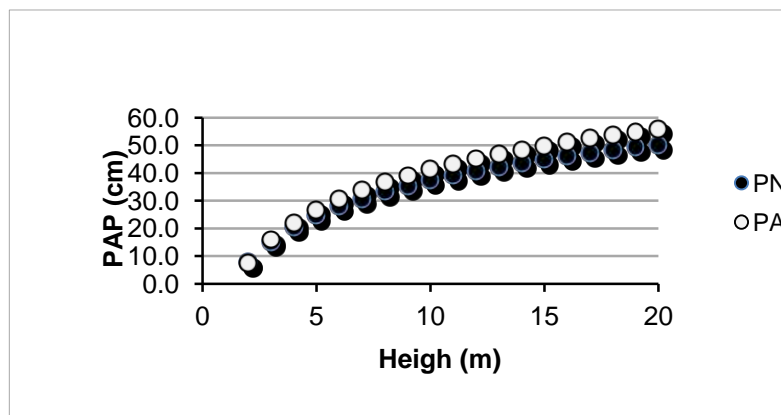


Figure 1: Represents logarithmic models relating palm high and stem perimeter. For the harvested area $PAP_{(PA)}=21.089*\log(\text{high})-7.1798$ ($R^2=0.8076$, $F:411.285$, $P_{(r)}<0.001$; $P_{(a)}<0.001$, $P_{(b)}<0.001$). National Park $PAP_{(NP)}=18.625*\log(\text{high})-5.197$ ($R^2=0.769$, $F=5237.212$, $P_{(r)}<0.001$; $P_{(a)}<0.001$, $P_{(b)}<0.001$).

Average CAI in PAB in PP1 was 1.45 cm, in PP2 1.56 cm and in ESJ 3.61 cm.

Although analysis of variances indicates that there are differences in CAI in PAB between PN and ESJ ($F=101.156$, $P<0.001$), linear regressions are unable to demonstrate that there is a relation between PAB and its annual increment in each site ($R^2_{(PP1)}=0.0013$, $R^2_{(PP2)}=0.0006$; $R^2_{(ESJ)}=0.038$).

Age estimation

Palmitos do not present a single attribute that has been measured in the field during this study and which can be used to predict increases in size throughout its life. This forces the utilization of three attributes that were successively used according to plant phases of development. The best predictors for age estimation were sapling axis diameter, palm height for category 3 palms and PBH for categories 4 and 5.

Using CAI in diameter axis of saplings, a diameter was defined for each successive age (m) as:

$$\text{Diameter}_{(m)} = \text{initial size} + \text{CAI diam}_{(1)} + \dots + \text{CAI diam}_{(m)}.$$

This formula was used for all diameters between initial diameter and Dmax (maximum diameter a Palmito axis could attain in certain AB). The number of years needed to attain certain diameter represent the age of the small palm. Sapling's axis diameter in which Palmitos begin to develop a lignified stem was 26.8 mm in PP1 and PP2. In ESJ was 19.7 mm. As only 3 sites were studied there is not enough data to establish a statistical relation, but assuming that with tree points a limit could be offered, the relation between Dmax and BA is given by $D_{\max} = 20.446 + 3.4425(\ln(BA))$ $R^2 = 0.9866$. "S" is the age at which a sapling reaches Dmax, graduates and became an Immature (a palm in category 3).

In the three locations minimum immature height measured in the field was 0.1 m and the maximum was 2.0 m. The ages of Palmitos in Category 3 were estimated using CAI in height. Immature age "i" is given by considering S plus the years that takes to a palm to reach a given height (i).

$\text{Height}_{(i)} = 0.1 + \text{CAI height}_{(1)} + \dots + \text{CAI height}_{(i)}$. This formula is used for Palmitos with heights between 0.1 and 2.0 m. "I" is the number of years that in average an Immature palm needs to become a palm in category 4. It is estimated as: $I = S + i$

Age estimation for palms in categories 4 and 5 is equal to S plus I plus time to reach certain PBH. This last component is calculated using CAI in PBH (related to PBH and AB). The minimum PBH (PBHmin) measured in the field were 10.3 cm and 10.4 cm in the National Park plots, and 13.5 in ESJ. With the same statistical precautions considered in

sapling Dmax, a relation between PBH minimum and BA is given by $PBH_{min} = 13.163 - 1.522 * (\ln(BA))$. $R^2 = 0.9796$

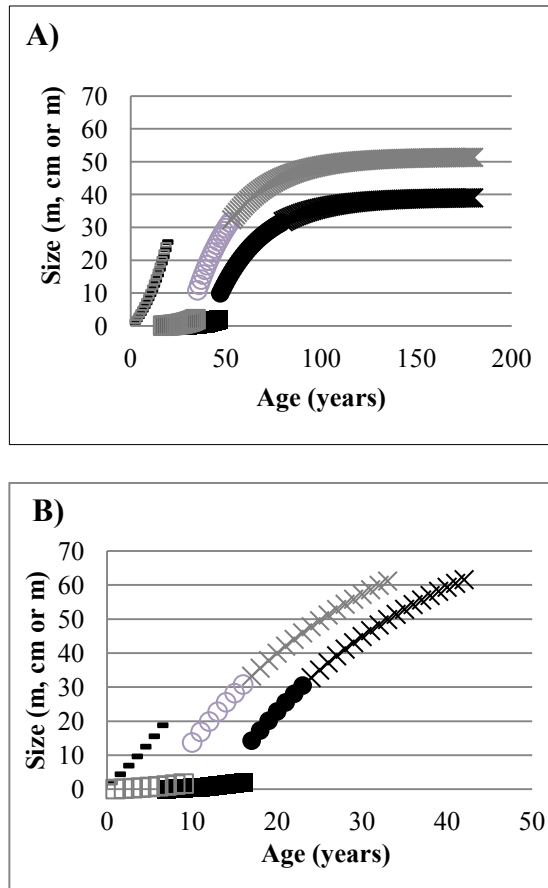
To estimate the age “C” of a palm that attains 10 cm in DBH under different BA, a relation between C as independent variable and BA as dependent variable was done (again with only three points). The relation is $C = 20.993 * e^{(0.180 * AB)}$.

Palms CAI in size depend on palm size and on the environment where they grow. Non linear regressions were the best relation for explaining the interaction between CAI in size as dependent variable and AB and palm size as independent variables (Table 1).

Table 1. Non linear regression: CAI in size is the independent variable and size and BA are independent variables. D: Saplings stem diameter, H: Palmito stem height for individuals in category 3. PBH: stem perimeter measured at 1.30m. Individuals with stem correspond to categories 4 and 5.

Palm		Size increment	Formula	Final loss	R	Variance explained (%)
Without stem	Diameter		$IAC_{(D)} = 0.659 + 0.0623 * D + 0.755 / AB$	205.972	0.249	6.205
With stem	High		$IAC_{(H)} = 0.112 + 0.131 * H - 0.016 * AB$	37.912	0.363	13.189
	PAP		$IAC_{(PAP)} = 3.712 - 0.0410 * PAP - 0.293 * AB$	2041.610	0.505	25.486

Palms of the same size, growing in forests with different basal areas, could have distinct ages (Figures 2). For example, palms with 10 cm DBH could be less than 20 years old in a harvested area and in the National Park more than 50 years old (Table 2).



Figures 2: Represents relations between Palmito size and age. Note that abscissas are in different scales. Legend - : Saplings (diameter measured in mm), square: Immature high in m, circle: Category 4 palms where PBH is measured in cm, X: PBH in palms with DBH>10 cm. A) Palmitos living in Iguazú National Park. In black palms growing in a BA of 7.19 m², in grey BA of 5.47 m². B) For Palmitos living in an area where there are 60 adult palms per hectare (in black) and an area with 0 Palmitos (in grey).

Table 2: Palmitos living in the National Park need more years to attain certain size in relation to the ones living in harvested areas. P0: areas without palms with DBH>10 cm. P60: areas with 60 adult palms per ha⁻¹. S: approximately number of years (age) at which a Palmito in average reaches Dmax and becomes a category 3 palm. I: Age at which, in average, a Palmito become a palm with a measurable PAP. C: Average age for a palm attaining a 10 cm DBH.

Age	PP1	PP2	P0	P60
S	17	16	1	6
I	46	34	9	16
C	79	51	17	23

DISCUSSION

Palmitos follow the same general palm development pattern suggested by Tomlinson (1990) and Alves *et al.* (2004), but there are differences in velocity and growth forms depending on the environmental conditions that surround them. In trees, fast growth increases the chances of reaching the canopy, most juveniles in the understory that are strongly shaded, results in a very low diameter growth rate and remain longer in the understory where risk of damage from falling debris is height (Rozendaal *et al.* 2010). Something similar happens with palms; it appears that Palmito saplings have the ability to respond to a less crowded environment taking advantage to increment in diameter and height. In the harvested area, at all stages the palms tend to grow faster than in pristine forests.

But speed is not the only difference in Palmito development when areas are compared. Also the growth form is different under contrasting conditions. Palmitos first grow in axis diameter, build a woody stem and after it is completed, they start growing in height. In the harvested area they develop a conspicuous lignified stem with an axis relatively smaller in diameter than the ones in the park. This is consistent with Gatti (2005) suggestion that saplings exposed to high sun radiation allocate more biomass to the root system than to the aerial parts. Once the lignified stem is developed, upward growth is faster and they take advantage of the resources available. So in harvested area Palmitos developed a lignified stem with an axis of minor diameter than in the Park. Perhaps light is not the only the available resource that induce this process, maybe there are other factors influencing the need of a lignified stem early. In harvested areas there is a significant higher incidence of Curculionidae that eat the palm heart of sapling and immature palms (Gatti 1999). Individuals that produce a woody stem early could have more probabilities of survival. Growing taller earlier on an immature palm can leave the plant unstable by a bad diameter-height relationship. Palmito can compensate it developing adventitious roots. I observed that Palmito has the ability to produce them during their lifespan. Roots generated, which grow obliquely downwards, could be observed in palm base in no more than the first 10 cm. These roots are a relatively economic tissue and could compensate risk of failure until the trunk is wide enough.

Shoot growth could also be seen from the point of view of Palmitos living in the park. There palms tended to overbuild the stem base during the sapling stage; since they need a more developed radicular system to capture resources that are limited because it is crowded. On the other hand an acquisition of a substantial base allow the palm to have a

firmly standing stem, and reach the canopy slowly or with a fast vertical growth if a tree falls or harvest gaps are created. These are only some of the hypothesis that I can imagine about the development of the woody stem and palm growth, perhaps there are others. I hope that further studies elucidate this enigma in a mechanistic and evolutionary point of view.

Palmitos in ESJ after the sapling stage, have a subsequent fast increase in stem base and DBH that may offset the need for support to avoid falling. In fact, palms that attain category 4 have a bigger DBH in the harvest area than in the park, and they have a larger trunk diameter for the rest of their lives. These results suggest that forest managers could expect that after harvest, Palmito growth rate became faster. Studies in Brazil show that there is a relation between heart of palm weight and palm DBH (Reis *et al.* 1994). So Palms in harvested areas are more productive than the ones in the National park. Considering palms of the same age, palms in harvested areas have bigger DBH and more yields per palm. However, after a palm reaches the legal diameter that is allowed to be cut, speed in DBH increment slows down and in economic terms, is not convenient to wait for a bigger DBH. So for palms living in Argentina, a legal limit of 10 cm DBH is a good one. Problems appear when a time between harvests must be set. Traditionally peasant people cut every eight years. But results in the estimation of Palmito's age suggest that sustainable harvest cannot be achieved in that short period. Chediack (2008 a) suggest harvest turns of 13 years to allow for wide population fluctuations and longer periods between two successive harvests. But a quantity and harvest term must be set for each property depending of the forest and the palm population situation. Palmito is the most valuable non timber resource, but there are other timber species that also are frequent and could be

logged. A fair economic analysis would have to take into consideration these other species in the equation. A system of management that aims at the sustainable use of these resources would be an ideal candidate for certification and would aid in protecting the unique communities of the Atlantic Forest. Several forest harvesting and logging companies, ONG's like "Fundación Vida Silvestre Argentina", and the federal government promote various "green" certifications for example FSC (Forest stewardship Council) and "Certificación Forestal Voluntaria" (Voluntary forest certification) that are improving management practices and incomes. But sustainable Palmito management will only be attained if illegal cuttings are stopped. Palmitales cannot be a common land (sensu Hardin 1968) that could be depleted because of the non restricted access to natural resources. Owners are trapped in a dilemma of short-term gains that don't allow them to wait and develop a sustainable harvest. Under this scenario forests lose their economic and biological value and owners are forced to sell or transform their properties to agriculture. I hope that this paper contributes to an understanding that it takes many years and biological processes to develop an "organic" heart of palm served in a gourmet menu. And, beyond this, there are people who believe that they can conserve their forest and that is a good economic alternative.

ACKNOWLEDGEMENTS

I owe much to "Instituto de Ecología" and to Postgraduate program in Biomedical Sciences of "Universidad Nacional Autónoma de México". Thanks to "Education For Nature of WWF" for its support. I am immensely grateful to CIES, Iguazú National Park and "Establecimiento San Jorge", also to K. Schiaffino and J. Herrera. I received lot stimulation and encouragement to work in the forest from Drs. G. Gatti, M. Franco, G.

Placci, and S. Holz, also from A. Johnson, W. Belloso, W. Maciel and several field assistants who enjoy the forest as I do. Two anonymous reviewers provided helpful comments and criticisms that improved the final version.

REFERENCES

- Alves, F.L.; Martins, F. R. & Santos, F.A.M. 2004. Allometry of a neotropical palm, *Euterpe edulis* Mart. Acta Botnica Brasilica 18 (2): 369-374.
- Da Silva, J.M. 2012. Southern Brazil, eastern Paraguay, and easternmost Argentina Ecoregion. Available in: <http://worldwildlife.org/ecoregions/nt0150>. Downloaded 13 July 2013.
- Chediack, S.E. & Franco, M. 2003. Harvesting and Conservation of heart palm. Pp. 406-412. In: Galindo Leal, C. & de Gusmão Câmara, I. (Eds.). The Atlantic Forest of South América. Biodiversity Status, Threats, and Outlook. State of the hotspots. Center for Applied Biodiversity Science at Conservation International. Island Press, Washington.
- Chediack, S. E. 2008 a .Aprovechamiento Sustentable del Palmito Misionero. Temas de la Biodiversidad del Litoral III INSUGEO, Universidad Nacional de Tucumán, Argentina. Miscelánea, 17(2): 309-316 F.G. Aceñolaza (Coordinador-Editor)- ISSN 1514-4836 – ISSN. Available in: http://www.insugeo.org.ar/libros/misc_17-2/miscelanea_17-2.pdf
- Chediack, S.E. 2008 b. Efecto de la explotación forestal sobre la estructura, diversidad y composición florística de los Palmitales de la Selva Atlántica en Misiones, Argentina. Revista de Biología Tropical 56 (2):721-738.

- Chengquan H.; K. Sunghee; A. Altstatt; J.R.G. Townshend; P. Davis; K. Song; C.J. Tucker; O. Rodas, A. Yanosky; R. Clay y J. Musinsky 2007. Rapid loss of Paraguay's Atlantic forest and the status of protected areas- A landsat assessment. *Remote Sensing of Environment* 106:460-466.
- Crespo, J.A. 1982. Ecología de la comunidad de mamíferos del Parque Nacional Iguazú, Misiones. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales Bernardino Rivadavia e Instituto Nacional de Investigación de las Ciencias Naturales: Ecología* 3(2):1-162.
- Dallmeier, F. 1992. Long-term monitoring of Biological Diversity in tropical forest areas: methods for establishment and inventory of permanent plots. *MAB Digest* 11. UNESCO, Paris, France. Pp.26.
- Denslow, J. S.; Schultz, J.C. ; Vitousek, P.M. & Strain, B.R. 1990. Growth responses of tropical shrubs to treefall gaps environments. *Ecology* 71:165-179.
- Devoto, F. & Rothkugel, M. 1936. Informe sobre los bosques del Parque Nacional Iguazú. Ministerio de Agricultura de la Nación. Sección publicaciones e informes. Buenos Aires, Argentina. Pp 99.
- Fantini, A.C. & Guries, R.P. 2007. Forest structure and productivity of palmitero (*Euterpe edulis* Martius) in the Brazilian Mata Atlântica. *Forest Ecology and Management* 242:185-194.
- Freckleton, R.P.; Silva-Matos, D.M.; Bovi, M.L.A. & Watkinson, A.R. 2003. Predicting the impacts of harvesting using structured population models: the importance of density-dependence and timing of harvest for a tropical palm tree. *Journal of Applied Ecology* 40:846-858.

- Galetti, M. & Fernandez, J.C. 1998. Palm heart harvesting in Brazilian Atlantic Forest: changes in industry structure and the illegal trade. *Journal of Applied Ecology* 35: 294-301.
- Galindo-Leal, C. & Gusmão Câmara, I. de. 2003. Atlantic Forest hotspot status: An overview. Pp. 3-11. In: Galindo Leal, C. & de Gusmão Câmara, I. (Eds.). *The Atlantic Forest of South América. Biodiversity Status, Threats, and Outlook. State of the hotspots.* Center for Applied Biodiversity Science at Conservation International. Island Press, Washington.
- Gatti, M.G. 1999. El picudo de la palma, *Rhynchophorus palmarum* L. (Coleoptera: Curculionidae) en Palmitales con y sin aprovechamiento forestal. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Gatti, M.G. 2005. Ecofisiología de una palma arbórea (*Euterpe edulis*, Palmito) del Bosque Atlántico en Misiones, Argentina: Crecimiento, fotosíntesis, arquitectura, hidráulica y resistencia a bajas temperaturas. Universidad de Buenos Aires. Pp. 162.
- Gatti, M.G.; Campanello, P.I.; Montti, L. & Goldstein, G. 2008. Frost resistance in the tropical palm *Euterpe edulis* and its pattern of distribution in the Atlantic Forest of Argentina. *Forest Ecology and Management* 256: 633-640.
- Giraudó, A.; Povedano, H.; Belgrano, M.J.; Krauczuk, E.R.; Pardiñas, U.; Miquelarena, A.; Ligier, D.; Baldo, D. & Castelino, M. 2003. Biodiversity status of the Interior Atlantic Forest of Argentina. Pp.160-180. In: Galindo Leal, C. & de Gusmão Câmara, I. (Eds.). *The Atlantic Forest of South América.*

Biodiversity Status, Threats, and Outlook. State of the hotspots. Center for Applied Biodiversity Science at Conservation International. Island Press, Washington.

Henderson, A.; Galeano, G. & Bernal, R. 1995. Field Guide to the Palms of the Americas. Princeton University Press, Princeton.

Holz S. & Placci, G. 2003. Socioeconomic roots of biodiversity loss in Misiones. Pp. 207-226. In: Galindo Leal, C. & de Gusmão Câmara, I. (Eds.). The Atlantic Forest of South América. Biodiversity Status, Threats, and Outlook. State of the hotspots. Center for Applied Biodiversity Science at Conservation International. Island Press, Washington.

Hardin, G. 1968. The Tragedy of the Commons. Science 162:1243-1248.

INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria)- SAGyP (Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca). Proyecto Arg. 85/019.1990. Atlas de suelos de la República Argentina.

Myers, N.; Mittermeier, R.A.; Mittermeier, C.G.; Fonseca, G.A.B. da & Kent, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. Nature 403:853-858.

Orlande, T.; Laarman, J. & Mortimer, J. 1996. Palmito sustainability and economics in Brazil's Atlantic coastal forest. Forest Ecology and Management 80: 257-265.

Phillips, J.R. 2012. ZunZun Online Curve Fitting and Surface Fitting. Available in: <http://zunzun.com>.

- Pizo, M.A. & Vieira E.M. 2004. Palm harvesting affects seed predation of *Euterpe edulis*, a threatened palm of the Brazilian Atlantic Forest. *Brazilian Journal of Biology* 64: 669-676.
- Placci, L.G.; Arditi, S.I.; Giorgis, P.A. & Wutrich, A.A. 1992. Estructura del palmital e importancia de *Euterpe edulis* como especie clave en el Parque Nacional Iguazú. Argentina. *Yvyrareta* 3:93-108.
- Placci, L.G. & Giorgis, P.A. 1993. Estructura y diversidad de la selva del Parque Nacional Iguazú. Argentina. *Actas de VII Jornadas técnicas de ecosistemas forestales nativos: usos, manejo y conservación*. Eldorado, Misiones, Argentina. Pp. 123-138.
- Reis, A.; Reis, M.S. & Fantini A.C. 1994. Manejo do Palmitreiro (*Euterpe edulis*) em regimen de rendimento sustentable, Florianópolis, UFSC, Pp. 78.
- Reis, M. S. & Guerra, M.P. 1999. *Euterpe edulis* Martius (palmito). I Seminário Nacional "Recursos florestais da Mata Atlântica," Sao Paulo, Brazil.
- Reis, M.S.; Fantini, A.C.; Nodari, R.O.; Reis A.; Guerra M.P. & Mantovani, A. 2000. Management and Conservation of Natural Populations in Atlantic Rain Forest: The Case Study of Palm Heart (*Euterpe edulis* Martius). *Biotropica* 32:894–902.
- Ribeiro, M.C.; Metzger, J.P.; Martensen, A.C.; Ponzoni, F.J. & Hirota, M.M. 2009. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implication for conservation. *Biological Conservation* 142:1141-1153.

- Rich, P.M. 1987. Mechanical structure of the stem of arborescent palms. *Botanical Gazette* 148: 42-50.
- Rozendaal, D.M.A., Brienen, R.J.W.; Soliz-Gamboa, C.C. & Zuidema, P.A. 2010. Tropical tree rings reveal preferential survival of fast-growing juveniles and increased juvenile growth rates over time. *New Phytologist* 185:759–769.
- Schulze, M. & Zweedec, J. 2006. Canopy dynamics in unlogged and logged forest stands in the eastern Amazon. *Forest Ecology and Management* 236:56-64.
- Silva Matos, D.M.& Watkinson A.R.1998. The fecundity, seed and seedling ecology of the edible palm *Euterpe edulis* in south-eastern Brazil. *Biotropica* 30:595–603.
- Tabarelli, M. & Peres C.A. 2002. Abiotic and vertebrate seed dispersal in the Brazilian Atlantic forest: implication for forest regeneration. *Biological Conservation* 106: 165-176.
- Tomlison, P.B. 1990. *The structural biology of palms*. Clarendon Press Oxford.
- Valla, J.J. 1996. *Botánica. Morfología de las plantas superiores*. Ed. Hemisferio Sur S.A.
- Zagt, R. & Boot, R.G.A. 1997. The response of tropical trees to logging a cautious application of matrix models. In: *Tree demography in the Tropical Rain forest of Guyana*. Tropenbos Guyana Series 3.
- Zar, J. 1996. *Biostatistical analysis*. Prentice-Hall, Nueva Jersey, USA.

Manejo de las poblaciones de *Euterpe edulis* basado en un modelo matricial denso-dependiente

Los modelos demográficos matriciales han sido utilizados para describir las poblaciones de palmas y estimar cosechas (por ejemplo Olmsted y Alvarez-Buylla, 1995; Zagt y Boot, 1997; Bernal 1998; Durán y Franco 1995; Pinard 1993; Ratsirarson *et al.*, 1996; Peña-Claros y Zuidema, 1999). Pinard y Putz (1992) registraron al menos 21 trabajos donde se habían utilizado modelos matriciales para modelar las poblaciones de palmas. Desde entonces los trabajos sobre este tema se han multiplicado. El modelo más utilizado para dar recomendaciones de aprovechamiento ha sido el modelo matricial de Lefkovitch lineal, determinístico y de crecimiento exponencial que se presentó en el capítulo anterior. Sin embargo, éste modelo no considera que el aprovechamiento produzca cambios en la densidad poblacional, lo que inevitablemente se traduce en cambios en las tasas vitales responsables del crecimiento poblacional. Es de esperar que inmediatamente después de un aprovechamiento se produzca una liberación de recursos que permiten un aumento en las tasas de crecimiento, sobrevivencia y fecundidad de la población remanente. A medida que pasa el tiempo, los individuos aumentan de tamaño y la densidad aumenta con el reclutamiento y es entonces que la competencia conduce a la reducción de la supervivencia, el crecimiento y la reproducción.

Los resultados expuestos en el capítulo 3 de esta tesis, indican que para modelar las poblaciones de *Euterpe edulis* bajo aprovechamiento forestal, es más adecuado utilizar un modelo matricial con denso-dependencia. En estos modelos, la matriz poblacional cambia en respuesta a la densidad. Los elementos de la matriz, sobrevivencia, crecimiento y

fecundidad son funciones del estado del stand, $N(t+1) = AN N(t)$, donde N es densidad y AN es la matriz de transición evaluada en N (Caswell, 2001). Las funciones se elaboran considerando a cada tasa vital como variable dependiente y la densidad la independiente.

Las tasas de bajo nivel (o LLVR en inglés, lower level vital rates or underlying vital rates) representan de una manera más concreta los procesos biológicos en la historia de vida individual (Caswell, 2001). Gross *et al.* (2006) sugieren ajustar modelos a las tasas vitales que determinan los elementos de la matriz en los modelos matriciales. La elección de un modelo particular depende tanto del contexto biológico como del tipo de datos disponibles. En este caso ellos consideran que es conveniente descomponer los elementos de la matriz en tasas vitales específicas de cada categoría (tasas de fecundidad, sobrevivencia y crecimiento condicional a la sobrevivencia) y ajustar estos modelos a aquellas tasas en vez de los elementos de la matriz como se hace tradicionalmente. Las ventajas de usar los LLVR es que a diferencia de los coeficientes de la matriz que contienen una combinación de procesos demográficos, estas tasas aíslan cada proceso (Zuidema y Franco, 2001). Estos parámetros son σ (la probabilidad de sobrevivencia) γ (la probabilidad de los sobrevivientes de transitar de una categoría a la siguiente) y ϕ (la fecundidad promedio individual). Las relaciones entre P_j , G_{ij} y F_j y las tasas vitales son (Franco y Silvertown, 2004):

$$G_i = \sigma_i \gamma_i$$

$$P_i = \sigma_i (1 - \gamma_i)$$

$$F_j = \sigma_j f_j$$

La matriz poblacional entonces queda conformada de la siguiente manera

		Categorías en t				
		1	2	3	4	5
Categorías en $t+1$	1	$\sigma_1 - \sigma_1 \gamma_1$			$\sigma_4 \phi_4$	$\sigma_5 \phi_5$
	2	$\sigma_1 \gamma_1$	$\sigma_2 - \sigma_2 \gamma_2$			
	3		$\sigma_2 \gamma_2$	$\sigma_3 - \sigma_3 \gamma_3$		
	4			$\sigma_3 \gamma_3$	$\sigma_4 - \sigma_4 \gamma_4$	
	5				$\sigma_3 \gamma_3$	σ_5

Los modelos matriciales con denso-dependencia aceptan como verdadero (aunque estrictamente no lo sea) que todos los individuos dentro del mismo estadio de tamaño sufren por igual los efectos de la densidad y que no hay cambios ambientales que puedan alterar la capacidad de carga poblacional. Cuando la población se encuentra en la densidad K de equilibrio, la tasa de crecimiento poblacional es 1. Una tasa de crecimiento baja ($\lambda < 1$) podría ser porque la población no es viable y posiblemente se extinga, o que la población está en una fase de alta densidad y en el cual la denso-dependencia es alta y está empujando a la población hacia el equilibrio (Freckleton *et al.*, 2003).

Caswell (2001) sugiere que los modelos denso-dependientes pueden presentar comportamientos asintóticos complejos hasta caóticos, dependientes de las condiciones iniciales. El comportamiento transitorio en cambio es más estable y menos pretencioso al mostrar la tendencia del desarrollo de la población en un futuro cercano. Según éste autor, los métodos de análisis de sistemas no-lineales han sido poco desarrollados y poco utilizados. Es por esto que se prefiere modelar el manejo de la especie bajo situaciones que

representan ciclos de corte de diferente duración pero lo suficientemente cortos que no permiten la presencia de comportamientos complejos.

Los planes de manejo de *Euterpe edulis* que se han desarrollado e incorporado a las regulaciones gubernamentales fueron propuestas basadas en estudios en Brasil. Para estos se utilizaron datos de estructura de las poblaciones, tasas de crecimiento y el número de individuos reproductivos por hectárea, suponiendo que las condiciones ambientales y poblacionales son estables a lo largo del tiempo. Las recomendaciones incluyen el dejar un mínimo de 50 a 60 individuos reproductivos por hectárea, con ciclos de corte de máxima producción de entre 4 a 6 años y de 15 años para minimizar riesgos de permanencia de la población (Orlande *et al.*, 1966; Reis *et al.*, 2000). Según Freckleton *et al.* (2003), el aprovechamiento de Palmito debe ser extrayendo una proporción anual constante del 70% de los adultos, unos 20 individuos por plots (aunque en su trabajo no queda claro si sus plots son de 25 metros cuadrados o de 100 m cuadrados).

Conociendo que la dinámica de la población de *E. edulis* varía con el aprovechamiento, el objetivo de esta parte del capítulo 4 es desarrollar un modelo de cosecha que incluya los cambios en las tasas vitales debido a la remoción de individuos aprovechables. Para esto se determina la relación entre las tasas vitales y una medida de densidad poblacional que toma en cuenta tanto el número de Palmitos como sus tamaños. Con estas funciones se construye un modelo matricial con denso-dependencia. La forma de aprovechamiento consiste en simular cortes realizados periódicamente a intervalos de tiempo regulares. Se analiza también la dinámica transitoria conforme la población retorna al equilibrio.

MÉTODO

La descripción de la especie, las áreas de estudio y el trabajo de campo han sido detallados en los capítulos anteriores y no se detallan aquí.

Análisis de datos

Cálculo del índice de apiñamiento (IC): Con objeto de tomar en cuenta la contribución de todos los Palmitos a la medida de apiñamiento, fue necesario asignar un proporción del valor de “área basal equivalente” que Palmitos sin tronco aparente (categorías 1-3: plántulas, brinzales y juveniles) tendrían si su desarrollo fuera progresivo. Así se le asignó un índice proporcional a la altura. Los índices asignados fueron 1, 3, 14 y 47%, respectivamente. Ello permite estimar el equivalente de “área basal” de todos los Palmitos al momento de calcular el IC de la población.

Tasas vitales: Para este trabajo se utilizaron las tasas vitales o parámetros de bajo nivel (Caswell 2000), no los valores de las matrices poblacionales (Caswell 1989). Estos parámetros se calcularon a partir de los elementos P_j , G_{ij} y F_j de las matrices poblacionales del capítulo 3.

Se realizaron ajustes visuales no lineales entre σ_i como variable dependiente y el índice de apiñamiento (IC) como variable independiente. Lo mismo se hizo para y_i y ϕ_i .

La fecundidad en cada clase de tamaño se determinó como el número de plántulas producidas por un individuo reproductivo promedio de esa clase (se supone que todos los Palmitos reproductivos producen el mismo número de plántulas), multiplicado por la

probabilidad de reproducción de un individuo promedio de esa clase. Se realizó un ajuste no lineal entre fecundidad de cada una de las clases reproductivas y el índice de apiñamiento.

La forma generalizada de todas estas funciones es:

$$\delta_i = K \left(1 - \left(1 - e^{-a \cdot IC} \right)^b \right)$$

Donde δ_i es una de las tres tasas vitales en la categoría i , K es el valor máximo de δ_i , IC es el índice de apiñamiento, e es la base de los logaritmos naturales y a y b son parámetros por estimar. Estos dos últimos parámetros cuantifican respectivamente la tasa de disminución del parámetro de interés (sobrevivencia, crecimiento o fecundidad) conforme aumenta el apiñamiento y una medida proporcional al valor a partir del cual se hace patente el efecto de apiñamiento.

La justificación para realizar el ajuste visual de todas estas curvas fue la siguiente:

Con solamente tres valores de IC y una gran variabilidad en los valores de las tasas vitales durante los tres años de estudio, es difícil separar los efectos de estocasticidad ambiental del efecto de densidad.

En el trabajo Chediack (en revisores) que se encuentra al principio de este capítulo, se estimó la edad de los Palmitos tomando en cuenta su crecimiento promedio durante los tres años de estudio. Un trabajo independiente (Franco, *com. pers.*), utilizando estos calculos de edad, reveló que la relación entre las tasas vitales con la edad, a diferentes valores de densidad medida como área basal de Palmitos por hectárea, siguen funciones continuas y monótonamente decrecientes del apiñamiento. Para la

sobrevivencia $P_i = \frac{K(1 - ae^{-bx})}{1 + cy}$ y para la fecundidad $F = \frac{K}{y \left(1 + e^{a-b\left(\frac{x}{1+cy}\right)} \right)}$ (donde x =edad, y =área basal).

En ausencia de una variable continua como es la edad cuando se emplea una clasificación por tamaño, se intentó capturar el efecto cualitativo de la relación entre tasas vitales y densidad poblacional (IC) estableciendo que esta relación debería seguir relaciones monótonas con IC, reflejada en este caso en los valores de los parámetros a y b de la función sigmoideal inversa. Puede observarse que esta es la regla que se siguió en las figuras 1-3.

Modelo de cosecha: El modelo matricial que se utilizó describe el flujo de individuos de un año al siguiente de acuerdo al valor de las tasas vitales en las cinco categorías de tamaño.

En cada iteración (año), y de acuerdo al número de Palmitos en cada una de las cinco categorías, el modelo calcula IC multiplicando el valor promedio de área basal (o su equivalente) por el número de Palmitos en la categoría correspondiente y sumando el área basal por categoría sobre las cinco categorías. Este valor de IC permite calcular los valores de las tasas vitales en ese año conforme a las funciones sigmoideas inversas especificadas anteriormente. Independientemente del vector poblacional (N) inicial utilizado, la población alcanza un equilibrio. Puesto que es un modelo con denso-dependencia, este equilibrio tiene una tasa finita de crecimiento poblacional $\lambda=1$. Durante la dinámica transitoria, la tasa de crecimiento poblacional se calcula simplemente como el cociente

entre dos vectores sucesivos o entre los valores sucesivos de los elementos de cada categoría. Estos últimos no tienen por qué ser iguales pues la población transita hacia una estructura estable de tamaños de una manera hasta cierto punto independiente del valor transitorio de λ .

En las simulaciones, solamente se cosechan los Palmitos que poseen un DAP > 10 cm, es decir aquellos de la categoría 5. La cosecha de esta categoría es total ($N_5=0$). Esta cosecha ocurre de manera periódica. De esta forma se determina la influencia de los diferentes turnos de corte sobre la tasa de crecimiento poblacional transitoria y sobre la densidad de Palmitos en todas y cada una de las clases. También se cuantifica el número de Palmitos cosechados en cada turno de corta y la tasa anual promedio de aprovechamiento. Esta última es el número de Palmitos cosechados en cada turno divididos entre el número de años que dura el turno.

El turno de cosecha óptimo se estimó teniendo en cuenta: 1) Una alta velocidad de crecimiento de la población, la que se encuentra en una densidad menor a la registrada en el equilibrio no nulo. 2) La densidad poblacional, la cual tiene que ser lo suficientemente alta para permitir que la población regrese al equilibrio luego del aprovechamiento. 3) Que no exista diferencia entre el número promedio anual de Palmitos cosechables por turno de corte y el número promedio anual de Palmitos aprovechables si el turno de corte fuera de 100 años (lo que representaría una población sin manejo). Esto se denomina compensación y se calcula como el número de Palmitos aprovechables si el turno fuera de 100 años sobre el número de años del turno de corte considerado.

RESULTADOS

Tasas vitales e Índice de apiñamiento: Las tasas vitales, sobrevivencia, fecundidad y crecimiento, están influidas por la densidad poblacional.

Las siguientes funciones son los ajustes no lineales entre σ_i como variable dependiente y el índice de apiñamiento (IC) como variable independiente para cada categoría de tamaño (Figura 1).

$$\sigma_1 = 0.52[1 - (1 - e^{-0.32IC})^3]$$

$$\sigma_2 = 0.9[1 - (1 - e^{-0.25IC})^5]$$

$$\sigma_3 = 0.92[1 - (1 - e^{-0.1IC})^3]$$

$$\sigma_4 = 0.98[1 - (1 - e^{-0.1IC})^4]$$

$$\sigma_5 = 0.96[1 - (1 - e^{-0.1IC})^6]$$

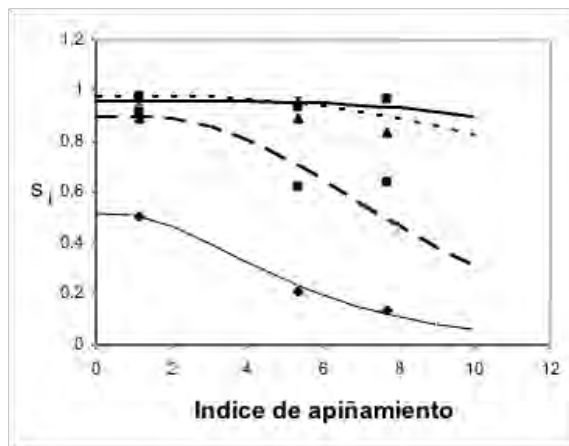


Figura 1: Relaciones entre la sobrevivencia (σ_i) y el índice de apiñamiento (IC) en cada una de las cinco categorías poblacionales (ordenadas de abajo hacia arriba).

Las relaciones no lineales entre γ_i y el índice de apiñamiento para cada categoría fueron a su vez:

$$\gamma_1=1$$

$$\gamma_2=0.08[1-(1-e^{-0.4IC})^6]$$

$$\gamma_3=0.1[1-(1-e^{-0.4IC})^8]$$

$$\gamma_4=0.17[1-(1-e^{-0.4IC})^5]$$

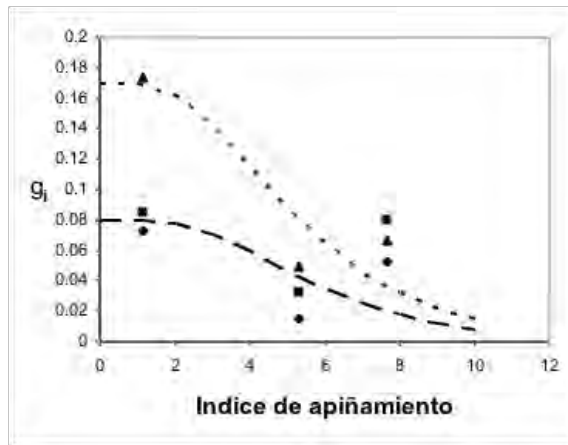


Figura 2. Relaciones entre el crecimiento (γ_i) y el índice de apiñamiento (IC) en cada una de las tres categorías poblacionales (2-4, ordenadas de abajo hacia arriba). $\gamma_1=1$ pues todas las plántulas sobrevivientes se convierten en brinzales al año siguiente.

La fecundidad en la categoría 4 es menor a la de la 5 porque la probabilidad de ser un individuo reproductivo es menor. Para el sitio aprovechado, en la clase 4, el 1.2 % de los individuos son maduros y en la 5 el 72% lo son (Chediack datos no publicados).

$$\phi_4=50[1-(1-e^{-0.4IC})^3]$$

$$\phi_5=650[1-(1-e^{-0.4IC})^3]$$

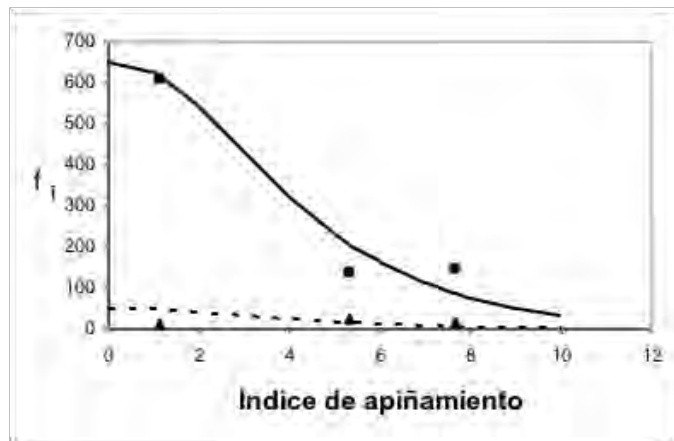


Figura 3. Relaciones entre la fecundidad promedio individual (φ_i) y el índice de apiñamiento (IC) en las dos categorías reproductivas (4-5, ordenadas de abajo hacia arriba).

Modelo de cosecha:

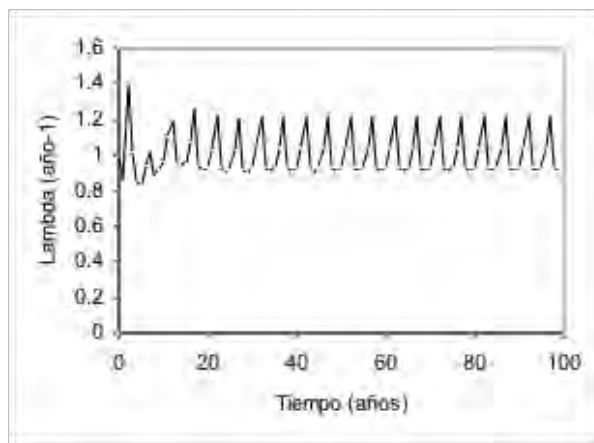
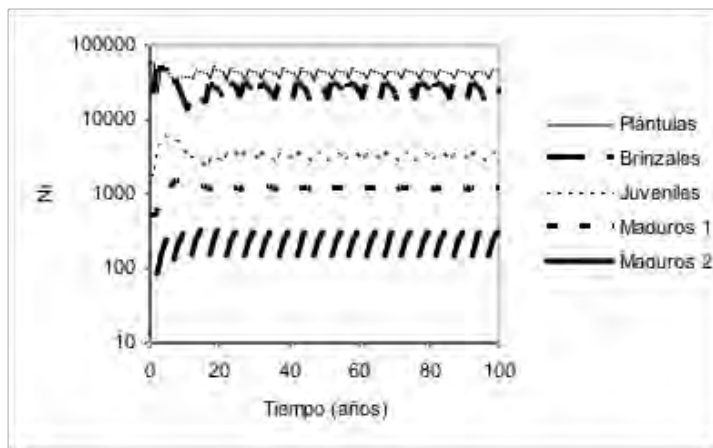
Los efectos de la cosecha sobre la estructura poblacional son, inmediatamente, la disminución en el número de plántulas y el aumento en la densidad de brinzales, inmaduros y maduros pequeños. La menor densidad de adultos reproductivos y de plántulas hace disminuir la tasa de crecimiento poblacional en el momento del corte.

Un aprovechamiento intenso donde se extraen anualmente todos los individuos de la categoría 5, produce fuertes oscilaciones en λ y en la densidad poblacional (aunque el modelo predice que se alcanza el equilibrio alrededor de λ igual a 1). El número de individuos reproductivos es de 22, menor a lo sugerido por Reis *et al.* (2000), es decir quedan solamente los de la categoría 4.

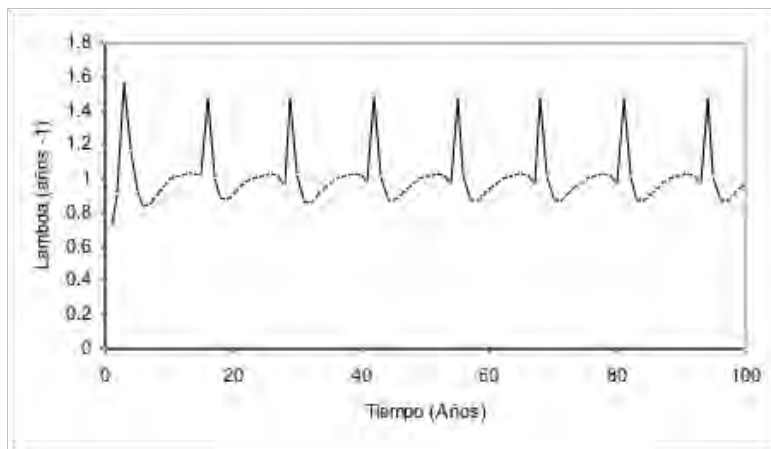
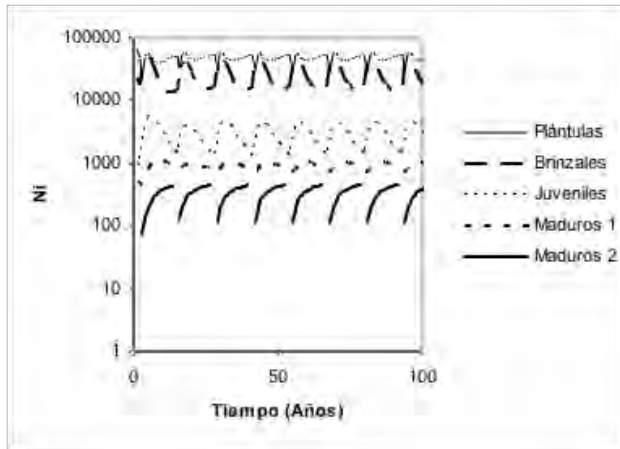
Aprovechamientos con turnos de corte mayores a los 5 años y menores a 13, mantienen a la población oscilando alrededor del equilibrio no nulo, con densidades de

individuos maduros mayores a 60 (figs. 4), pero la tasa de aprovechamiento anual para cada turno de corte es menor a la de turnos de 100 años (fig. 5). La tasa de aprovechamiento óptimo estaría en turnos de corte de 13 años, con una cosecha por turno de 458 individuos, es decir una tasa de cosecha anual de 35 Palmitos por año por hectárea. Turnos de corte mayores implican una menor tasa de aprovechamiento (figs. 5).

a)



b)



Figuras 4: Número de Palmitos por categoría de tamaño y tasa de crecimiento poblacional para diferentes turnos de corte a) Turno de 5 años, b) Turno de 13 años.

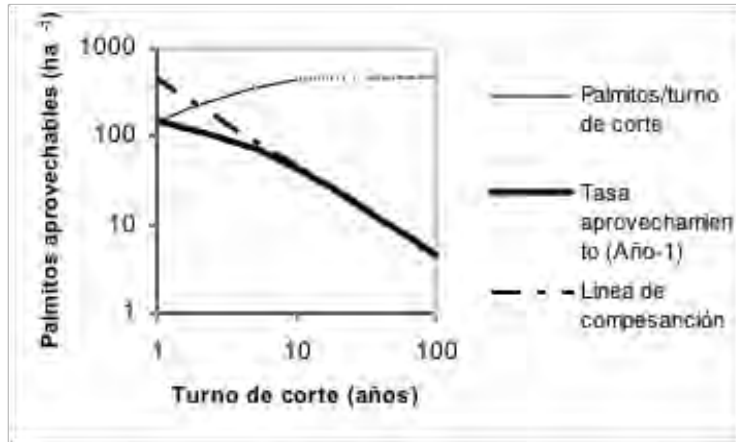


Figura 5: Relación entre el número y tasa anual de Palmitos aprovechables y los turnos de corte diferente duración.

DISCUSION

Los resultados presentados demuestran que la población de *Euterpe edulis* está sujeta a denso-dependencia ya que las tasas vitales (sobrevivencia, crecimiento y fecundidad) están reguladas por la densidad. Esto lleva a que la dinámica poblacional y las tasas de aprovechamiento sean dependientes de la densidad poblacional. En este trabajo se considera la densidad intra-específica, sin embargo es posible que la densidad de otras especies en el bosque también influya en el comportamiento poblacional del Palmito (Chediack, 2008).

A diferencia de lo registrado por Matos y Watkinson (1998) para las poblaciones de Palmito en Brasil, nosotros encontramos que la densidad intra-específica influye en todas las etapas de la vida y en todas las tasas vitales del Palmito. La inclusión de denso-dependencia en el modelo arriba presentado nos permitió establecer que los turnos de corte óptimos rondan los 13 años. Aunque una recomendación más conservadora sería que

pueden ser entre 10 a 20 años. El turno de 13 años es mayor a 6 años, lo recomendado para las poblaciones aprovechadas en Brasil donde el límite de corte para Palmitos también es $DAP > 10$ cm (Riberiro *et al.* en Reis *et al.*, 2000). Ellos estiman una cosecha de 55.7 kg/ha cada 6 años, lo que equivale a una tasa anual de 23 Palmitos por ha. Bastante menos a la tasa anual de 35 palmas por ha por año para el turno de 13 años estimado con nuestro modelo.

Un resultado adicional de este trabajo, además de los turnos de corte, es la época del año en que debe realizarse el aprovechamiento. Se ha propuesto que la tasa de aprovechamiento varía si cambia la relación entre el momento de corte de las palmas adultas respecto al período de fructificación (Olmsted y Alvarez-Buylla, 1995, Freckleton *et al.*, 2003). Para las poblaciones argentinas se propone que el aprovechamiento debe hacerse una vez que los frutos están maduros pero aún no han germinado las semillas, entre septiembre y diciembre. Esto tiene las ventajas de no influir en la producción de semillas, ni en la germinación, disminuyendo el daño a plántulas y restringir el período de corte para facilitar el control gubernamental de extracciones ilegales.

Si bien nuestro trabajo se centra en aspectos demográficos, no son únicamente éstos los que deben tomarse en cuenta para diseñar un manejo adecuado del Palmito. Esta palma es uno de los recursos que se pueden extraer de la selva. Económicamente puede ser tan rentable como el tradicional cultivo de Yerba mate, pero manteniendo la estructura del bosque. Un productor en Argentina recibe alrededor de un dólar norteamericano por Palmito, es decir, siguiendo el plan aquí propuesto estaría recaudando alrededor de 23 dólares por ha/año (en general la envasadora se encarga de la cosecha y transporte). Según De Bernadi y Kricun (2001) un productor de Yerba obtendría un margen bruto de entre 3 y

74 dólares netos por ha/año. Sin embargo, un aprovechamiento adecuado del Palmito requiere que el gobierno garantice a los productores que sus recursos naturales no serán extraídos ilegalmente de sus propiedades. Las selvas dentro de propiedades privadas sólo podrán mantenerse si se puede obtener un beneficio económico. Esperamos que este trabajo contribuya a su mantenimiento y a mejorar la situación de sus propietarios.

Modelo demográfico e historia natural aplicado al manejo del Palmito Misionero

Chediack, S.E. 2008. Aprovechamiento Sustentable del Palmito Misionero. Temas de la Biodiversidad del Litoral III INSUGEO, Universidad Nacional de Tucumán, Argentina. Miscelánea, 17(2): 309-316 F.G. Aceñolaza (Coordinador-Editor)- ISSN 1514-4836 – ISSN. http://www.insugeo.org.ar/libros/misc_17-2/miscelanea_17-2.pdf

RESUMEN

El Palmito (*Euterpe edulis* Mart., Palmae) crece silvestre en la Selva Atlántica. En Argentina la destrucción del hábitat y el comercio ilegal amenazan las poblaciones naturales protegidas y privadas. Esta palmera es un recurso económico importante para las comunidades campesinas empobrecidas de la provincia de Misiones. En este trabajo se presenta un plan de manejo que consiste en el aprovechamiento de las Palmeras con diámetro de tronco mayor a 10 cm, en turnos de corte de aproximadamente 13 años. Los Palmitos se deben cortarse entre fines de septiembre y principios de diciembre y simultáneamente las semillas de los palmitos cortados se pueden esparcir para aumentar la regeneración. No es recomendable el corte de las palmeras cuando existe una alta densidad de Palmitos con una edad aproximada de 4 años. Para ajustar este plan de manejo a las condiciones ambientales es necesario mantener un sistema de monitoreo de las poblaciones a largo plazo.

ABSTRACT

Palmito (*Euterpe edulis* Mart., Palmae) grows in Atlantic Forest. Argentinean populations are threatened in both protected and private areas by destruction of their habitat and by illegal harvest and trade. This palm is an important economic resource for the impoverished farmers of the Misiones province. A harvest plan is suggested consisting in cutting palms with diameter of trunk greater to 10 cm, in cut turns of approximately 13 years. The Palmitos must be cut between September and the beginning of December and simultaneously seeds of harvested Palmitos could be scattered to increase regeneration. The cut of the palms is not recommendable when there is a high density of Palmitos of 4 years old. In order to fit this harvest plan to different environmental conditions, it is necessary to establish and maintain a long term Palmito population monitoring system.

Palabras claves: Palmito, *Euterpe*, Selva Atlántica, Misiones, Manejo forestal.

ANTECEDENTES

El palmito, alimento gourmet que generalmente se comercializa en lata, corresponde al cogollo (la yema apical y hojas e inflorescencias indiferenciadas) de determinadas especies de palmeras (Balick, 1984). En Argentina este producto se extrae de la palmera Palmito (*Euterpe edulis* Mart.), especie endémica de la selva del sur de Brasil, este de Paraguay y Noreste de Argentina (Selva Atlántica). Es uno de los recursos no maderables más redituables de esta selva (Chediack y Franco, 2003), pero debido a la extracción y comercio ilegales, y a la alta tasa de desaparición de su hábitat natural se encuentra

severamente amenazado.

La Selva Atlántica es una de las regiones del planeta con mayor biodiversidad y riesgo de desaparecer. Según Myers *et al.* (2000) esta selva es el cuarto “hotspot de biodiversidad” en necesidades de conservación en la clasificación mundial por su excepcional concentración de especies endémicas y la alta tasa de desaparición de sus ambientes naturales. Se ha estimado que en ella existen alrededor de 20 000 especies de plantas vasculares de las cuales 8.000 son endémicas (Myers, 1988) y que resta solo alrededor del 7.5 % de su superficie original (Galindo-Leal y Gusmao Câmara, 2003). La Selva Atlántica interior de Argentina (también llamada Misionera porque está en la provincia de Misiones) es el fragmento continuo más grande de Selva Atlántica (Holz y Placci, 2003). Dentro de ella encontramos un tipo de bosque denominado Palmital. Los Palmitales son bosques de alta riqueza específica (entre 50 y 70 especies arbóreas por ha.), donde *E. edulis* es la especie dominante por poseer la mayor densidad de individuos e imprimir una fisonomía particular al bosque (Placci *et al.*, 1992; Chediack, en revisores). Esta selva, una de las áreas más ricas si lo vemos desde el punto de vista biológico, alberga a comunidades campesinas que viven en pobreza, donde algunos de sus habitantes carecen de los bienes más elementales como educación, asistencia sanitaria, agua potable y vivienda digna, entre otros. Vale como ejemplo que la tasa de analfabetismo de la provincia de Misiones es del 6.2 cuando el de Argentina es de 2.6 (datos del Instituto Nacional de Estadística y censos, INDEC, 2001). La dependencia de las comunidades campesinas de los recursos naturales une el destino de los ecosistemas y sus pobladores de manera inseparable (Redford y Padoch, 1992). Uno de los desafíos para los ecólogos es ofrecer un sistema de manejo sustentable de los recursos naturales que mejore la calidad de vida de las

comunidades campesinas. Es en el marco de este desafío que se propone una serie de técnicas que permitirían el aprovechamiento sustentable del Palmito para Misiones.

DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE

E. edulis es una palmera de tallo único (figuras 1 y 2) y la extracción del palmito comestible causa la muerte del individuo. De cada palmera se extrae aproximadamente palmito para una lata de 300-400 g de peso drenado (Orlande *et al.*, 1996). El Palmito de *E. edulis* es la más requerido a nivel internacional por su palatabilidad y menor fibrosidad. Al ser un producto extraído de la selva, se puede catalogar como orgánico, ya que carece de agroquímicos. Esta es una diferencia importante con los palmitos extraídos de plantaciones, por ejemplo los de la palmera *Bactris gasipaes*, que se cultiva en Costa Rica, Bolivia, etc.



Figura 2: Palmito inmaduro en el Parque Nacional Iguazú.

En el Parque Nacional Iguazú he registrado Palmitos que llegan a medir unos 18 m de alto y en lugares muy luminosos el perímetro del estípote puede alcanzar los 56 cm. Es una palmera policárpica, con un evento reproductivo al año. En el Parque Nacional Iguazú

se registraron Palmitos con frutas maduras desde marzo hasta noviembre (durante el invierno y primavera). En junio se registró el máximo número de palmas con frutos maduros, estimándose un promedio de 1147 frutos por Palmito reproductivo (Chediack, datos no publicados). Se ha destacado al Palmito como especie importante para los frugívoros debido a que fructifica en períodos de baja oferta de otros recursos frutales en la selva y porque sus frutos carnosos son consumidos por especies frugívoras dispersoras de otras plantas (Placci *et al.*, 1992; Galetti y Aleixo, 1998). Estudios llevados a cabo en Brasil indican que el poder germinativo de las semillas se pierde en los 3 meses después de madurado el fruto (Bovi *et al.*, 1987).

Gatti (1999) encontró que el meristemo apical de los renuevos y juveniles es consumido por larvas de *Rhynchophorus palmarum* y *Metamazius ensirostris* (Curculionidae) que puede causar la muerte de la palmera. La presencia de troncos de Palmitos en el suelo (figura 3), producto del aprovechamiento, donde también estos curculiónidos ovipositan, aumenta la densidad poblacional de estos animales. En sitios donde hay extracción de Palmitos, la densidad de palmeras atacadas es mayor a la de sitios protegidos. En las zonas tropicales *R. palmarum* es portador de un nematodo que causa la enfermedad del anillo rojo que produce la muerte de numerosas especies de palmeras, especialmente en cultivos de cocos. En Argentina no se ha detectado esta enfermedad por lo que hay que tomar precauciones para evitar la importación de palmeras afectadas. Las edades a la que los Palmitos son atacados por los curculiónidos fue estimada entre los 3 y 6 años (Chediack datos no publicados).



Figura 3: Cogollos de Palmitos recién cortados.

La densidad de Palmitos con diámetro de tronco (DAP) mayor a 10 cm es variable y depende de las condiciones topo-edáficas y de la historia de uso del bosque. En el Palmital del Parque Nacional Iguazú se registró 588 y 417 Palmitos con $DAP > 10$ cm por ha. En una propiedad lindante con el Parque, pero sometida a aprovechamiento forestal, se registró un promedio de 75 Palmitos por ha.

Al igual que la estructura, la dinámica de las poblaciones de Palmito también varía con el aprovechamiento forestal. Esta se analizó utilizando modelos matriciales estructurados por tamaño. Estos indicaron que en sitios donde hay aprovechamiento forestal y de palmeras, y por lo tanto la densidad de Palmito es menor, la población presenta mayores tasas de crecimiento poblacional porque las tasas de sobrevivencia, crecimiento y reproducción son mayores. Es decir las poblaciones de Palmitos están sujetas a denso-dependencia.

La distribución del Palmito en Misiones comprende la zona norte de la Provincia (Martínez Crovetto, 1963), en las zonas bajas y sobre la Sierra de la Victoria, aunque existen pequeñas poblaciones aisladas más al sur, tal vez de origen antrópico.

MANEJO FORESTAL SUSTENTABLE DEL PALMITO

En sentido estricto cualquier tipo de explotación de un recurso forestal tiene un impacto ecológico. La magnitud de este impacto depende de la composición florística del bosque, la intensidad del aprovechamiento y de las especies que están siendo extraídas (Peters, 1996). Es por esto que es necesario conservar el recurso tanto de manera intangible (en áreas protegidas) como a través de su manejo sustentable. Ambas medidas aplicadas de manera simultánea permiten asegurar la protección del recurso a largo plazo.

A nivel poblacional, un aprovechamiento puede considerarse sustentable cuando la población no se extingue como resultado de la explotación o cuando la productividad de la población (en término de disponibilidad del recurso extraído) no declina (Zuidema, 2000). En un sentido más amplio, se puede considerar la definición del reporte Brundtland (Comisión mundial sobre ambiente y desarrollo, 1987) la cual indica que el desarrollo es sostenible si satisface las necesidades del presente sin comprometer la habilidad de las generaciones futuras de cumplir con sus propias necesidades. Estas definiciones estimularon la imaginación del público y de los políticos, y ha motivado muchos debates, pero pocas veces se aplica ese concepto en la práctica.

El aprovechamiento forestal del Palmito consiste en el corte de las palmeras con machete; el tronco y la corona de hojas quedan en el suelo y solo se retira el cogollo que es el extremo apical de 1 m de largo aproximadamente. El cogollo (figura 3) es llevado por el palmitero (persona que corta los Palmitos) hasta un camino cercano donde lo recogen los camiones de las envasadoras (Chediack, obs. pers). El modelo de explotación legal más generalizado de *E. edulis* en Argentina es la venta en pie de Palmitos con DAP > 10 cm. Luego del aprovechamiento se debe realizar enriquecimiento del bosque con semillas de

esta especie (Ministerio de Ecología de la Provincia de Misiones, Argentina, www.misiones.gov.ar).

Hemos diseñado un plan de manejo de los Palmitales Misioneros para el aprovechamiento del Palmito. Para esto realizamos un estudio demográfico, utilizando un modelo matricial estructurado por tamaños que considera cambios en las tasa vitales en relación a la densidad de Palmitos con DAP > 10cm. El modelo puede aplicarse en aquellos casos donde no se encuentra diferencias significativas entre la distribución estable de tamaños y la distribución de densidad encontrada en el campo. Los datos del modelo fueron obtenidos de la medición anual de los Palmitos presentes en 3 ha de parcelas permanentes ubicadas en sitios con y sin aprovechamiento forestal. El turno de cosecha óptimo se estimó considerando: 1) Los turnos de corte donde se estima una alta velocidad de crecimiento de la población. 2) La densidad poblacional, la cual tiene que ser lo suficientemente alta para permitir que, luego del aprovechamiento, la población crezca hasta la densidad correspondiente a la capacidad de carga. 3) Que no exista diferencia entre el número promedio anual de Palmitos cosechables por turno de corte y el número promedio anual de Palmitos aprovechables si el turno de corte fuera de 100 años (lo que representaría una población sin manejo). 4) Realizar turnos de cortes que no permitan el aumento de la densidad de Curculiónidos depredadores de Palmitos. Para esto habría que evitar turnos de corte menores de 6 años. 5) Mantener al menos 60 individuos reproductivos por ha para mantener la estructura y diversidad genética de las Poblaciones de Palmito, densidad propuesta por Reis *et al.* (2000). Los resultados obtenidos por Franco y Chediack (en prep.), indican que un plan de manejo sería sustentable si se cortan todos los Palmitos con

DAP>10cm en turnos de corte de 13 años aproximadamente. Aunque una recomendación más conservadora sería que pueden ser entre 10 a 20 años.

Este plan de aprovechamiento basado en la dinámica poblacional puede ser ampliado ya que debe considerarse también otros aspectos que no fueron considerados en el trabajo anteriormente citado. Uno de ellos es el momento del año en que se debería hacer el corte de los Palmitos. Este debe hacerse una vez que los frutos están maduros pero aun no han germinado las semillas, es decir entre fines de septiembre y principios de diciembre, lo que permitiría que los aprovechamientos duraran aproximadamente dos meses. Esto tiene las ventajas de: 1) No disminuir la producción de semillas que aseguran la regeneración del siguiente año. 2) No afectar la germinación, ya que las plántulas emergerían cuando el aprovechamiento ha finalizado. 3) Permitir el establecimiento de un período de corte restringido, lo que facilitaría el control gubernamental de extracciones ilegales. 4) Disminuir la mortalidad por denso-dependencia de las plántulas (y por lo tanto aumentar la tasa de crecimiento de la población) esparciendo los frutos maduros de los Palmitos apeados. Para esto una vez que el palmitero corta la palmera, puede cortar las infrutescencias maduras y tirar al boleto los frutos. 5) Disminuir la mortalidad de plántulas e individuos jóvenes por las bajas temperaturas invernales. Cuando se realizan aberturas en el dosel, producto del aprovechamiento, disminuye la temperatura del sotobosque durante las heladas. Gatti *et al.* (2008) encontraron que *E. edulis* es afectado por temperaturas bajo cero, disminuyendo su sobrevivencia y por lo tanto su abundancia en los lugares donde se registran estas condiciones. El aprovechamiento antes del inicio del verano, permite el crecimiento de plantas heliófilas nuevas y de las copas de los árboles vecinos a la abertura, cerrando los claros del dosel antes de la llegada del invierno. Una desventaja es que en esta

época muchos animales se concentran en los Palmitales a comer los frutos maduros de esta palmera y pueden ser perturbados por la presencia de los palmiteros.

El segundo aspecto a considerar es la depredación por Curculiónidos. Numerosos chacreros de la península de Andresito, en el límite Este del Parque Nacional Iguazú, han intentado aumentar la densidad de Palmito en sus Palmitales, pero a los 3 ó 4 años de sembradas las semillas, los “escarabajos” matan los renovales (Werle, com. pers.). Para evitar esto es necesario no realizar aprovechamientos todos los años, ni cuando las palmeritas, producto de un enriquecimiento, tienen esta edad. El corte de Palmitos aumenta la densidad de Curculiónidos por el aumento de lugares para oviposición y alimentación de las larvas (Gatti, 1999). Si no se realiza otro aprovechamiento, disminuye la oferta de recursos y la densidad de los predadores baja. Si el corte de las palmeras se realiza en primavera y no en el verano, posiblemente la densidad de Curculiónidos adultos sea menor y por lo tanto será menor también el daño a los Palmitos. El control de *R. palmarum* debe realizarse considerando el Palmital como una unidad y no en las propiedades independientes ya que según Oehlschlager *et al.* (1992) un adulto puede dispersarse hasta 2000 metros en dos días. El control debería determinarse a través de un régimen de enriquecimiento-aprovechamiento de Palmitales coordinado entre los vecinos propietarios de un mismo Palmital.

El tercer aspecto a considerar es el control de especies colonizadoras de los claros que quedan en el bosque producto del aprovechamiento de Palmito. En la zona se registraron grandes macizos de dos especies nativas, la caña tacuarembó (*Chusquea ramosissima*, Poaceae) y el Tala (*Celtis iguanea*, Ulmaceae). Ambas especies tienen crecimiento vegetativo importante y cubren los claros impidiendo el establecimiento y

crecimiento de otras especies. En casos en que estas especies inhiben el desarrollo del Palmital sería necesaria su remoción. En algunas chacras se utiliza la limpieza del sotobosque con “machete” en sitios localizados durante los 3 años sucesivos al enriquecimiento, sin embargo aun no se ha evaluado la efectividad de esta práctica.

El cuarto aspecto es la necesidad de asegurar plantas semilleras. Reis *et al.* (2000) sugieren dejar mínimo 60 individuos reproductivos por hectárea. La sugerencia para el area de estudio es que los Palmitos que se dejan como semilleros cambian en cada turno de corte y deben tener una distribución no agregada. Este re-cambio de semilleros aseguraría la variabilidad genética de la población.

Otro aspecto a considerar es el robo de los recursos naturales. Las extracciones ilegales de Palmito son frecuentes tanto en tierras fiscales como en las áreas naturales protegidas y en las propiedades privadas. En Misiones existe una amplia y moderna legislación de protección de los recursos naturales, pero una falla en los aspectos jurídicos y políticos que permitan poner en práctica esta legislación.

No cabe duda de que las consideraciones económicas, sociales y políticas son decisivas para determinar si seguirá existiendo o no la Selva Atlántica y sus Palmitales. Por esto es necesario realizar también esfuerzos en los frentes económico, social y político. Asimismo, es necesario avanzar en el frente científico-técnico para generar modelos de manejo ecológicamente adecuados y económicamente aceptables que permitan el mantenimiento de la riqueza tanto maderera como no maderera del bosque. El sector industrial maderero que utiliza maderas de especies nativas y cultivadas ocupa un lugar relevante en la economía de la provincia de Misiones. La participación de este sector en el producto bruto interno provincial es de aproximadamente el 50 por ciento. Según Chiavassa

y Annunziata (2006), en el año 2005 la producción maderera extraída de la selva de la provincia fue de 360 912 toneladas (un 20% más de lo producido en el 2004). Si bien se conoce la estadística de la actividad maderera, se desconoce la de los productos no maderables que se obtienen de la selva.

A pesar de que el Palmito es fácilmente manejable, tiene una cadena de comercialización conocida y su extracción beneficia a productores que aun mantienen selva en buen estado, el gobierno no tiene una política clara de protección de este recurso natural.

Finalmente el último aspecto a considerar es que los Palmitos crecen en una selva y que el valor de la misma está dado por los recursos forestales no maderables, maderables y los servicios ambientales que brinda. Entre ellos la protección de cuencas, conservación de la diversidad y la belleza de sus paisajes. Todos estos son recursos naturales que al ser manejados adecuadamente pueden ayudar a elevar la calidad de vida de los habitantes que dependen de ellos.

CONCLUSIONES

El sistema de manejo sustentable del Palmito en Misiones propuesto consiste en:

- 1) El corte de las Palmeras con DAP > 10 cm.
- 2) Turnos de corte de aproximadamente 13 años.
- 3) Esparcir las semillas de los palmitos cortados durante el aprovechamiento.
- 4) Realizar el aprovechamiento entre fines de septiembre y principios de diciembre.
- 5) No realizar cortes cuando exista una alta densidad de Palmitos de alrededor de 4 años.

- 6) Coordinar entre los vecinos propietarios de un mismo Palmital los turnos de aprovechamientos.
- 7) Asegurar la protección gubernamental de los Palmitales para evitar extracciones ilegales.
- 8) Mantener un sistema de monitoreo de las poblaciones a largo plazo que permita realizar ajustes a este programa de manejo.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco especialmente a J. Herrera y M. G. Gatti, sin ellos este trabajo no se habría realizado. También ha sido fundamental la colaboración de numerosos asistentes de campo, entre ellos: P. Tecco, C. Morales, C. Cordini, C. Baldovino, S. Holz, V. Aschero, W. Belloso, P. Rodríguez y G. Zuquin. También agradezco al personal del Establecimiento San Jorge (Srs. Flores, Dalprá y Götz) y al cuerpo de guardaparques del Parque Nacional Iguazú. Nuestro agradecimiento al CIES del Parque Nacional, en especial K. Schiaffino. Doy mi agradecimiento a los Chacreros de la península de Andresito quienes me permitieron el ingreso a sus palmitales y me brindaron su amistad. Este trabajo fue financiado por Fundación Vida Silvestre Argentina, World Wildlife Fund- Education for Nature, Instituto de Ecología de la Universidad Nacional Autónoma de México, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas y PAEP-UNAM. Finalmente agradezco a P. Aceñolaza por la revisión y enriquecimiento del manuscrito.

BIBLIOGRAFIA

Balick, M.J. 1984. Ethnobotany of Palms in the Neotropics. *Advances in Economic Botany*

1:9-23.

- Bovi, M.L.A.; G.Godoy; Seas L.A.1987. Pesquisas com os generos *Euterpe* y *Bactris* no Instituto Agronomico de Campinas. Anais del Palmito I Encontro Nacional de Pesquisadores, Curitiba, EMBRAPA-CNPF 1-18
- Chediack, S.E. y M. Franco Baqueiro. 2003. "Harvesting and Conservation of heart palm". En: Galindo Leal, C. e I. de Gusmão Câmara (eds.) The Atlantic Forest of South América. Biodiversity Status, Threats, and Outlook. pp. 406-412. Center for Applied Biodiversity Science at Conservation International. Island Press, Washington.
- Chiavassa, S. y C. Annunziata. 2006. Regiones forestales Producción primaria. Secretaria de ambiente y desarrollo sustentable de la Nación, Dirección de Bosques. Argentina.
- Comisión Mundial sobre Ambiente y Desarrollo (La Comisión Brundtland). 1987. Informe Nuestro Futuro Común. Oxford University Press.
- Galetti, M y A. Aleixo. 1998. Effects of palm heart harvesting on avian frugivores in the Atlantic rain forest of Brazil. *Journal of Applied Ecology* 35(2):286-293
- Galindo Leal, C. e I. de Gusmão Câmara. 2003. Atlantic Forest Hotspot Status: An Overview. En: Galindo Leal, C. e I. de Gusmão Câmara (eds.).The Atlantic Forest of South América. Biodiversity Status, Threats and Outlook. pp. 3-11. Center for Applied Biodiversity Science at Conservation International. Island Press, Washington.

- Gatti, M.G. 1999. El picudo de la palma, *Rhynchophorus palmarum* L. (Coleoptera: Curculionidae) en palmitales con y sin aprovechamiento forestal. Tesis de licenciatura. Univ Nac de Córdoba, Argentina.
- Gatti, M.G.; P.I. Campanello; L.F. Montti y G. Goldstein. En revisores. Frost resistance in the tropical palm *Euterpe edulis* and its pattern of distribution in the Atlantic Forest of Argentina.
- Holz, S. y G. Placci. 2003. Socioeconomic roots of biodiversity loss in Misiones. En: Galindo Leal, C. e I. de Gusmão Câmara (eds.). The Atlantic Forest of South América. Biodiversity Status, Threats and Outlook. pp. 207-226. Center for Applied Biodiversity Science at Conservation International. Island Press, Washington.
- INDEC Dirección Nacional de Estadísticas Sociales y de Población. Dirección de Estadísticas Sectoriales en base al Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2001. World Wide Web: <http://www.indec.mecon.gov.ar>.
- Franco, M y S.E. Chediack. En preparación. Aprovechamiento del Palmito (*Euterpe edulis* Mart., Palmae) en Misiones, Argentina.
- Myers, N. 1988. Threatened biotas: 'hotspots' in tropical forests. *Environmentalists* 8:187-208.
- Myers, N.; R.A. Mittermeier; C.G. Mittermeier; G.A.B da Fonseca y J. Kent. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853-858.
- Ministerio de Ecología de la provincia de Misiones 2001. Bosques productivos e industrias forestales. Inventario Nacional de Bosques Nativos 1998-2001,

Inventario Provincial de Bosques Cultivados 2001, Dpto.

Aprovechamiento y Promoción Forestal. Argentina. World Wide Web:

[http:// www.misiones.gov.ar](http://www.misiones.gov.ar).

Peters, C.M. 1996. The Ecology and Management of Non-Timber Forest Resources. The World Bank, Washington D.C.

Placci, L.G, S.I. Arditi, P.A. Giorgis y A.A. Wutrich. 1992. Estructura del palmital e importancia de *Euterpe edulis* como especie clave en el Parque Nacional Iguazú. Argentina. Yvyrareta 3:93-108.

Oehlschlager, A.C; C.M. Chinchilla y L.M. González. 1992. Manejo del picudo de la palma (*Rhynchophorus palmarum*) y la enfermedad de anillo rojo, mediante un sistema de trapeo basado en la feromona de agregación. ASD Oil Palm Papers 5- 24-31.

Orlande, T.; J. Laarman y J. Mortimer. 1996. Palmito sustainability and economics in Brazil's Atlantic coastal forest. Forest Ecology and Management 80: 257-265.

Redford, K.H. y C. Padoch (eds) 1992. Conservation of neotropical forests, working from traditional resource use. New York: Columbia University Press.

Reis, M.S., A.C. Fantini, R.O. Nodari, A. Reis, M.P. Guerra & A. Mantovani. 2000 Management and Conservation of Natural Populations in Atlantic Rain Forest: The Case Study of Palm Heart (*Euterpe edulis* Martius). Biotropica 32:894–902.

Zuidema, P.A. 2000. Demography of exploited tree species in the Bolivian Amazon. PhD.
University of Utrecht, Utrecht, the Netherlands.

CAPÍTULO 5

Discusión y conclusiones generales



Tomado de: Lavado (QUINO) 2000.

El estudio de la ecología nunca había sido tan importante. La población humana acaba de superar los 7 billones de personas. Todos los seres vivos modifican su ambiente, pero el ser humano es el único de ellos que modifica el planeta entero. La ecología no solo nos enseña acerca del medio ambiente en el que vivimos, también nos provee de un mejor entendimiento acerca de cómo manejar- y conservar- el hábitat que compartimos con los otros organismos de la Tierra (Wilson, 2012). La Selva Atlántica de Misiones alberga una gran riqueza de paisajes, ambientes, especies, servicios ambientales y actividades agropecuarias y forestales. Posee una riqueza cultural y religiosa producto del sincretismo entre los aborígenes y los inmigrantes europeos. Si bien esta selva se encuentra fragmentada, aun existen macizos en buen estado y continuos formando un gran corredor junto a áreas naturales de Brasil y Paraguay. Una de las zonas donde este corredor debe ser reforzado conservando la selva en áreas privadas es en el área del límite este y norte del Parque Nacional Iguazú, la cual posee palmitales con diferentes niveles de explotación. Es por esto que al aplicar el plan de manejo sustentable y rentable de Palmitales, se espera tener un impacto en conservación a nivel regional.

Las poblaciones de Palmito en sitios con y sin aprovechamiento forestal se comportan de manera diferente. En sitios aprovechados, con menor densidad de palmas, los palmitos presentan mayores tasas de crecimiento a lo largo de todo su desarrollo. También son mayores las tasas de sobrevivencia y fecundidad. Con las tasas vitales ajustadas como funciones de la densidad de los rodales se pudo modelar las poblaciones y los turnos de corte con un modelo matricial con denso-dependencia.

El estudio demográfico para el manejo del Palmito y la influencia del aprovechamiento forestal sobre la estructura de la Selva Misionera permitió ofrecer los siguientes hallazgos y recomendaciones: 1) La estructura y dinámica de las poblaciones de *E. edulis* difieren en sitios con y sin aprovechamiento forestal, 2) Las poblaciones de Palmito están sujetas a denso-dependencia, 3) El modelo de aprovechamiento de Palmito adecuado para la zona estudiada consiste en el corte de todas las palmas con diámetro de tronco mayor a 10 cm en turnos de aproximadamente 13 años, 4) Las selvas protegidas tienen mayor valor para la conservación de especies endémicas y raras, 5) Las selvas aprovechadas tienen valor forestal porque la explotación favorece la presencia de especies maderables.

Lamentablemente únicamente se ha estudiado la influencia de la densidad intra-específica sobre la dinámica poblacional de *E. edulis*, pero seguramente las otras especies influyen significativamente en la dinámica y estructura poblacional del Palmito. Los resultados del capítulo 2 indican que en sitios aprovechados la densidad de Palmitos es menor y la de especies heliófilas es mayor. El Palmito disminuye por el aprovechamiento y, al ser menor la densidad de esta especie dominante, aumenta la diversidad específica y las tasas de crecimiento poblacional de otras especies. Los resultados aquí presentados muestran que los bosques aprovechados pueden ser económicamente atractivos ya que muchas de las especies de valor forestal son heliófilas y se ven favorecidas por la apertura de claros.

La composición específica, los endemismos y la estructura del bosque que define a la Selva Atlántica se alteran con el aprovechamiento. Sólo en áreas protegidas dentro del Parque Nacional, donde no hay explotación, es posible encontrar especies endémicas que

naturalmente ocurren a bajas densidades. Es en este Palmital donde se encuentra al Palmito formando agregaciones muy densas que pueden funcionar como concentradores de fauna al madurar sus frutos de manera paulatina a lo largo de la época de escasez de otros frutos en la selva. Es evidente que el tipo de manejo al cual se debe sujetar un bosque depende del destino que se desee para éste. Si el objetivo es la conservación de la Selva Atlántica con sus endemismos y estructura forestal, es necesario asegurar bosques dentro de áreas naturales protegidas estrictas como el Palmital intangible del Parque Nacional Iguazú. Si el destino deseado es el aprovechamiento forestal, la explotación con métodos de bajo impacto (para extraer Palmito), o con grandes claros (para la producción maderera), y la remoción de especies que forman macizos que inhiben la regeneración del bosque, podrían ser buenas alternativas de manejo.

Dada la alta tasa de deforestación de esta selva, cada fragmento de bosque debe ser protegido o manejado adecuadamente para asegurar su sobrevivencia. Los resultados de esta tesis contribuyen a valorar el bosque nativo al abordar el aspecto de conservación del Palmito utilizando un manejo adecuado y rentable. Sin embargo, esto por sí solo no es suficiente, es necesaria la voluntad gubernamental y la coordinación de los propietarios para impedir los cambios de uso de suelo y los aprovechamientos ilegales.

Capítulo 6: Bibliografía

Aguiar, C.J.S. 1988. Contribuição da cultura do açazeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) no litoral Paulista. En: Palmito, Anais do Primer encontro nacional de Pesquisadores, EMBRAPA-CNF, Curitiba, Brasil. Pp: 75-90.

Aguilar, M.I. y M.F. Fuguet 1988. Palmito: descripción, distribución y diferentes manejos de *Euterpe edulis* Mart. Actas del VI Congreso Forestal Argentino. Santiago del Estero. Argentina. Pp: 14-16.

Akçacaya, R.H.; M. A. Burgman y L.R. Ginzburg. 1999. Applied population ecology. Principles and Computer exercises using Ramas EcoLab. Segunda edición. Sinauer Associates, Inc. Pp. 285.

Alvarez-Buylla, E.R.; R. García-Barrios; C. Lara-Moreno y M. Martínez-Ramos. 1996. Demographic and genetic models in conservation biology: Applications and Perspectives for tropical Rain Forest Tree Species. Annual Review of Ecology and Systematics 27:387-421.

Alves, F.L.; F. R. Martins y F.A.M. Santos. 2004. Allometry of a neotropical palm, *Euterpe edulis* Mart. Acta botanica brasileira 18: 369-374.

Americas Regional Workshop (Conservation and Sustainable Management of Trees. Costa Rica) 1998. *Aspidosperma polyneuron*. En: IUCN 2004. 2004 IUCN Red List of Threatened Species. <http://www.iucnredlist.org>.

Americas Regional Workshop (Conservation and Sustainable Management of Trees. Costa Rica) 1998. *Balfourodendron riedelianum*. En: IUCN 2004. 2004 IUCN Red List of Threatened Species. <http://www.iucnredlist.org>.

Americas Regional Workshop (Conservation and Sustainable Management of Trees. Costa Rica) 1998. *Cedrela fissilis*. En: IUCN 2004. 2004 IUCN Red List of Threatened Species. <http://www.iucnredlist.org>).

Balick, M.J. 1984. Ethnobotany of Palms in the Neotropics. *Advances in Economic Botany* 1:9-23.

Barroso, R.M.; A. Reis y N. Hanazaki. 2010. Etnoecología e etnobotânica da palmeira juçara (*Euterpe edulis* Martius) em comunidades quilombolas do Vale do Ribeira, São Paulo. *Acta botanica brasileira* 24(2): 518-528.

Begon, M., J.L. Harper y C.R. Townsend. 1988. *Ecología: Individuos, poblaciones y comunidades*. Omega, Barcelona, España. Pp. 886.

Bernal, R. 1998. Demography of the vegetable ivory palm *Phytelephas seemannii* in Colombia, and the impact of seed harvesting. *Journal of Applied Ecology* 35(1):64-74.

Bierzychudek, P. 1999. Looking Backwards: Assessing the projections of a transition matrix model. *Ecological Applications* 9(4):1278-1287.

Bigarella, J.J. y R.D. Becker. 1975. International Symposium on the Quaternary. Curitiba: UFPR, Bol. Paranaense de Geociências. 33. Pp. 370

Boot, R.G.A. y R.E. Gullison. 1995. Approaches to developing sustainable extraction systems for tropical forest products. *Ecological Applications* 5: 896-903.

Bovi, M.L.A.; G.Godoy Junior y L.A. Saes. 1987. Pesquisas os gêneros *Euterpe* y *Bactris* no Instituto Agronomico de Campinas. Encontro Nacional de Pesquisadores em Palmito, Curitiba, EMBRAPA-CNPQ, Documentos 19:1-18.

Brocardo, C.R.; H.S. Gonçalves; V. B. Zipparro y M. Galetti. 2010. Predation of adult palms by black capuchin monkeys (*Cebus nigritus*) in the Brazilian Atlantic forest. *Neotropical Primates* 17(2):70-74.

Brooks, D.M.; R.E. Bodmer y S. Matola (Compiladores). 1997. Tapirs. Satus, Survey and conservation plan. UICN/SSC Tapir specialist group UICN, Gland Switzerland and Cambridge UK. Pp. 164.

Brown, A.D; L.G. Placci y H.R.Grau 1993. Ecología y Biodiversidad de las Selvas Subtropicales de Argentina. En: Elementos de política ambiental. F.Goñi y L.Catalén (eds.) H. Cámara de Diputados de Buenos Aires. Pp. 215-222.

Brown, A.; U. Martínez Ortiz, M. Acerbi y J. Corcuera (eds.) 2006. La Situación Ambiental Argentina 2005, Fundación Vida Silvestre Argentina, Buenos Aires. Pp. 587.

Burley, J. y I. Gauld 1995. Measuring and monitoring forest biodiversity: a commentary. Measuring and monitoring biodiversity in Tropical and Temperate Forests, p 19-46. En: Boyle, T.J.B. y B. Boontawee (eds.). CIFOR-IUFRO. Bogor, Indonesia. Pp. 395.

Cabrera, A.L. y A. Willink 1980. Biogeografía de América Latina. Serie Biología Monografía 13. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos, Washington, D. C. Pp. 120.

Calcagno, A.; Mendiburo, N. y M.G. Novillo 2000. Informe sobre la gestión del Agua en Argentina.. World water vision. Asociación Mundial del Agua. Pp. 151.

<http://www.eclac.cl/drni/proyectos/samtac/inar00200.pdf>

Cannon, Ch.H. ; D.R. Peart y M. Leighton 1998. Tree species diversity in commercially logged bornean rainforest. *Science* 281:1366-1368.

Cardoso, S.R.S.; N.B. Eloy; J. Provan; M.A. Cardoso y P.C.G. Ferreira 2000. Genetic differentiation of *Euterpe edulis* Mart. populations estimated by AFLP analysis. *Molecular Ecology* 9(11):1753–1760.

Carvalho. L.d'A.F. 1998. *Solanum granulatum-leprosum*. En: IUCN 2004. 2004 IUCN Red List of Threatened Species. <http://www.iucnredlist.org>.

Castro, E.R; M. Galetti y L.P.C. Morellato 2007. Reproductive phenology of *Euterpe edulis* (Arecaceae) along a gradient in the Atlantic rainforest of Brazil. *Australian Journal of Botany* 7(55):725-735.

Caswell, H. 1989. Analysis of life table response experiments I. Decomposition of effects on population growth rate. *Ecological Modelling* 46:221-237.

Caswell, H. 1996. Analysis of life table response experiments II. Alternative parametrisations for size-and stage-structured models. *Ecological Modelling* 88:73-82.

Caswell, H. 2000. Prospective and retrospective perturbation analyses: Their roles in conservation biology. *Ecology* 81(3):619-627.

Caswell, H. 2001 Matrix population models: construction, analysis and interpretation. Sinauer Asoc. Inc. Second edition. Pp. 722.

Caswell H. y M.C. Trevisan. 1994. Sensitivity Analysis of Periodic Matrix Models. *Ecology* 75:1299–1303.

Chao, A. y T.J. Shen 2003. Nonparametric estimation of Shannon's index of diversity when there are unseen species in sample. *Environmental Ecology Statistics* 10:429-443.

Chao, A. y T.J. Shen 2003. Program SPADE (Species Prediction and Diversity Estimation). Program and User's Guide published. <http://chao.stat.nthu.edu.tw>.

Chediack, S.E. 1992. Agresión intra-grupal en relación a la disponibilidad de recursos alimentarios en *Cebus apella* en el Parque Nacional Iguazú. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo, Universidad Nacional de Tucumán. Pp. 50.

Chediack, S.E. 1999. The small palm *Allagoptera campestris* in Misiones Argentina. *Palms* 43(4) 166-169.

Chediack, S.E. 2006. Servicios ambientales del Parque Nacional Iguazú. *Parques Nacionales* 3: 14-15

Chediack, S.E. 2008. Aprovechamiento Sustentable del Palmito Misionero. Temas de la Biodiversidad del Litoral III INSUGEO, Universidad Nacional de Tucumán, Argentina. Miscelánea, 17(2): 309-316 F.G. Aceñolaza (Coordinador-Editor)- ISSN 1514-4836 – ISSN. http://www.insugeo.org.ar/libros/misc_17-2/miscelanea_17-2.pdf

Chediack, S.E. 2008. Efecto de la explotación forestal sobre la estructura, diversidad y composición florística de los Palmitales de la Selva Atlántica en Misiones, Argentina. Revista de Biología Tropical. (Int. J. Trop. Biol. ISSN-0034-7744) Vol. 56 (2): 721-738.

Chediack, S. E. En revisores. *Euterpe edulis* development in protected and logged natural areas in Argentinan Atlantic Forest.

Chediack S.E. y M. Franco 2003. Harvesting and Conservation of heart palm. En: The Atlantic Forest of South América. Biodiversity Status, Threats, and Outlook. Galindo Leal, C. e I. de Gusmão Câmara (eds.). Center for Applied Biodiversity Science at Conservation International. Island Press, Washington. Pp. 406-412.

Chediack, S. E. y M. Franco 2009. Comparación de las dinámicas poblacionales de Palmito en bosques maduros y aprovechados de Misiones. En: Parque Nacional Iguazú. Conservación Desarrollo en la Selva Paranaense de Argentina. Carpinetti, Garciarena y Almirón (eds). 1 Edición. Buenos Aires: Administración de Parques Nacionales 2009 Pp:133-146. ISBN 9 78-987-1363-15-5.

Chediack, S.E. y M. Franco En preparación. Aprovechamiento del Palmito (*Euterpe edulis* Mart., Palmae) en Misiones, Argentina.

Chengquan H.; K. Sunghee; A. Altstatt; J R.G. Townshend; P. Davis; K. Song; C.J. Tucker; O. Rodas, A. Yanosky; R. Clay y J. Musinsky 2007. Rapid loss of Paraguay's Atlantic forest and the status of protected areas- A landsat assessment. Remote Sensing of Environment 106: 460-466.

Chiavassa, S. y C. Annunziata 2006. Regiones forestales Producción primaria. Secretaria de ambiente y desarrollo sustentable de la Nación, Dirección de Bosques. Argentina.

Clement, C.R.; R.M. Manshardt; C.G. Cavaletto; J. DeFrank; J. Mood Jr.; N.Y. Nagai, K. Fleming y F. Zee 1996. Pejibaye heart-of-palm in Hawaii: From Introduction to Market Pp 500-507. En: J. Janick (ed.), Progress in new crops. ASHS Press, Arlington, VA.

Cochran, M.E. y S. Ellner 1992. Simple methods for calculating age-based life history parameters for Stage-structured populations. Ecological Monographs 62 (3):345-364.

Comisión Mundial sobre Ambiente y Desarrollo (La Comisión Brundtland) 1987. Informe Nuestro Futuro Común. Oxford University Press.

Connell, J.H. 1978. Diversity in tropical rainforests and coral reefs. Science. 199: 1302-1310.

Conte, R.; Nodari, R.O.; R. Vencivsky y M.S. Reis 2003. Genetic diversity and recruitment of tropical palm, *Euterpe edulis* Mart., in a natural population from the Brazilian Atlantic Forest. *Heredity* 91:401-406.

Crespo, J.A. 1982. Ecología de la comunidad de mamíferos del Parque Nacional Iguazú. Misiones. *Rev. M.A.C.N. Bernardino Rivadavia* 3:1-162, Buenos Aires, Argentina.

Da Silva, J.M. 2012 Southern Brazil, eastern Paraguay, and easternmost Argentina Ecoregion. <http://worldwildlife.org/ecoregions/nt0150>

Dallmeier, F. 1992. Long-term monitoring of Biological Diversity in tropical forest areas: methods for establishment and inventory of permanent plots. *MAB Digest* 11. UNESCO, Paris, Francia. Pp. 26.

Dean, W. 1995. *With broadaxe and firebrand: the destruction of the Brazilian Atlantic forest*. University of California press, Ltd. Pp. 482.

De Bernardi, L. A. y D.P. Kricun. 2001. Cadena alimentaria de “Yerba Mate” “*Ilex paraguariensis*” Diagnóstico de la región yerbatera. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación. Argentina.

Deevey, E. 1947. Life tables for natural populations of animals. *Quarterly review of biology* 22:283-314.

De Kroon, H; A. Plaisier; J. Van Groenendael y H. Caswell. 1986. Elasticity: The relative contribution of demographic parameters to population growth rate. *Ecology* 67 (5):1427-1431.

Denslow, J. S.; J.C. Schultz; P.M. Vitousek y B.R. Strain. 1990. Growth responses of tropical shrubs to treefall gaps environments. *Ecology* 71:165-179.

Devoto, F. y M. Rothkugel 1936. Informe sobre los bosques del Parque Nacional Iguazú. Ministerio de Agricultura de la Nación. Sección publicaciones e informes. Buenos Aires, Argentina. Pp. 99.

Dimitri, M.J.; I.R.V. Hualde; C.A. Brizuela y F.A.T. Fano 1974. La flora arbórea del Parque Nacional Iguazú. *Anales de Parques Nacionales*. Tomo XII.

Durán, R. y M. Franco 1995. La contribución de la Ecología de Poblaciones: El caso de *Pseudophoenix sargentii* Wendl. Ex Sarg. En la Península de Yucatán. En: *Conservación de Plantas en Peligro de Extinción: Diferentes Enfoques*. Linares, E.; P. Dávila; F. Chiang; R. Bye; T.S. Elias (eds). UNAM. Pp.77-86.

Dyer, R.C. 1988. Remote sensing Identification of Tornado Tracks in Argentina, Brazil and Paraguay. *Photometric Engineering and Remote sensing* 54:1429-1435.

Fadini, R.F.; M. Fleury; C.I. Donatti y M. Galetti 2009. Effects of frugivore impoverishment and seed predators in the recruitment of a keystone palm. *Acta ecologica* 35: 188-196.

Fantini, A. C. 1999. Palm heart (*Euterpe edulis*) production and management in the brazilian Mata Atlântica. Phd. Thesis. University of Wisconsin, Madison, USA. Pp 122.

Fantini, A.C. y R.P. Guries 2007. Forest structure and productivity of palmitero (*Euterpe edulis* Martius) in the Brazilian Mata Atlântica. *Forest Ecology and Management* 242:185-194.

Ferreira, V.L.P y J.E. Paschoalino 1987. Pesquisa sobre Palmito no Instituto de Tecnologia de Alimentos ITAL. En: Palmito, Anais do Primer encontro nacional de Pesquisadores, EMBRAPA-CNF, Curitiba, Brazil. Pp. 45-62.

Fisch, S.T.V.; JR. L.R. Nogueira y W. Mantovani 2000 Fenologia reprodutiva do *Euterpe edulis* Mart. na Reserva Ecológica do Trabiju (Pindamonhangaba - SP). *Revista Biociências*, Taubaté, 6(2): 31-37.

Fontanarrosa, R.A. 1997. El gaucho y su entorno. En: Inodoro Pereyra 20. Ediciones de la Flor.

Franco, M. y J. Silvertwon 2004. A comparative demography of plants based upon elasticities of vital rates. *Ecology* 2:531-538.

Freckleton, R.P., D.M. Silva Matos, M.L.A. Bovi y A.R. Watkinson 2003. Predicting the impacts of harvesting using structured population models: the importance of density-dependence and timing of harvest for a tropical palm tree. *Journal of Applied Ecology* 40: 864-858.

FVSA (Fundación Vida Silvestre Argentina) 1993. Situación ambiental de la Argentina. Recomendaciones y Prioridades de Acción. Boletín Técnico 14. Pp.70.

Galetti, M y D.J. Chivers 1995. Palm harvest threatens Brazil's best protected area of Atlantic Forest. *Oryx* 29(4):225-226.

Galetti, M y J.C. Fernandez 1998. Palm heart harvesting in the Brazilian Atlantic forest: Changes in industry structure and the illegal trade. *Journal of Applied Ecology* 35(2):294-301.

Galetti, M. y A. Aleixo 1998. Effects of palm heart harvesting on avian frugivores in the Atlantic rain forest of Brazil. *Journal of Applied Ecology* 35(2):286-293.

Galindo-Leal, C. y I. de Gusmao Câmara 2003. Atlantic Forest hotspot status: An overview, p. 3-11. En: C. Galindo-Leal. Y I. de Gusmao Câmara (eds). The Atlantic Forest of South America. Biodiversity status, threats and outlook. State of the hotspots. Washington DC, EEUU. Pp. 488.

Gallardo, A.; L. Monti y S.P. Bravo 2008. Efectos del Tacuarembó (*Chusquea ramosissima*, Poaceae) sobre el proceso de dispersión de las semillas en la Selva Misionera. *Ecología Austral* 18:347-356.

Galetti, M.; R. Guevara; M. C. Côrtes; R. Fadini; S. Von Matter; A. B. Leite; F. Labecca; T. Ribeiro; C. S. Carvalho; R. G. Collevatti; M. M. Pires; P. R. Guimarães Jr.; P. H. Brancalion; M. C. Ribeiro y P. Jordano 2013. Functional Extinction of Birds Drives Rapid Evolutionary Changes in Seed Size. *Science* 340: 1086-1090.

Gatti, M.G. 1999. El picudo de la palma, *Rhynchophorus palmarum* L. (Coleoptera: Curculionidae) en Palmitales con y sin aprovechamiento forestal. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

Gatti, M.G. 2005. Ecofisiología de una palma arbórea (*Euterpe edulis*, Palmito) del Bosque Atlántico en Misiones, Argentina: Crecimiento, fotosíntesis, arquitectura, hidráulica y resistencia a bajas temperaturas. Universidad de Buenos Aires. Pp. 162.

Gatti, M.G.; Campanello, P.I.; Montti, L.y G. Goldstein 2008. Frost resistance in the tropical palm *Euterpe edulis* and its pattern of distribution in the Atlantic Forest of Argentina. *Forest Ecology and Management* 256: 633-640.

Gentry, A. H y J. Terborgh. 1990. Composition and Dynamics of the Cosha Cashu “Mature” Floodplain Forest, p. 542-564. En: A.Gentry (ed). *Four Neotropical Rainforests*. Yale university press, New Haven, Connecticut, USA. Pp. 627.

Giraud, A.; Povedano, H.; Belgrano, M.J.; Krauczuk, E.R.; Pardiñas, U.; Miquelarena, A.; Ligier, D.; Baldo, D. Y M. Castelino 2003. Biodiversity status of the Interior Atlantic Forest of Argentina. En: *The Atlantic Forest of South América. Biodiversity Status, Threats and Outlook. State of the hotspots*. Galindo Leal, C. e I. de Gusmão Câmara (eds.). Center for Applied Biodiversity Science at Conservation International. Island Press, Washington. Pp.160-180.

Gross, K.; W.F. Morris; M.S. Wolosin y D.F. Doak. 2006. Modeling vital rates improves estimation of population projection matrices. *Population ecology* 48:79-89.

Harper, J.L. 1983. *Population biology of Plants*. Academic press. Pp. 892.

Hardin, G. 1968. The Tragedy of the Commons. *Science* 162:1243-1248.

Henderson, A.; G. Galeano y R. Bernal 1995. Field Guide to the Palms of the Americas. Princeton University Press, Princeton.

Henderson, A. 2000. The genus *Euterpe* en Brazil. *Selowia* 49:52:01-22.

Holz S. y G. Placci 2003. Socioeconomic roots of biodiversity loss in Misiones. En: The Atlantic Forest of South América. Biodiversity Status, Threats, and Outlook. Galindo Leal, C. e I. de Gusmão Câmara (eds.). Center for Applied Biodiversity Science at Conservation International. Island Press, Washington. Pp. 207-226.

Horvitz, C; D.W. Schemske y H. Caswell 1997. The relative "Importance" of the Life-History Stages to Population Growth: Prospective and Retrospective Analyses. En: Structured population models in Marine, Terrestrial, and Freshwater Systems. Tuljapurkar, S. y H.Caswell (eds.) Chapman y Hall. Pp. 247-271.

INDEC -Dirección Nacional de Estadísticas Sociales y de Población. Dirección de Estadísticas Sectoriales en base al Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2001. [http:// www.indec.mecon.gov.ar](http://www.indec.mecon.gov.ar)

INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria)- SAGyP (Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca). Proyecto Arg. 85/019.1990. Atlas de suelos de la República Argentina.

IUCN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza) 1996. Palms, their conservation and sustainable utilization. IUCN/SSC Palm specialist group, Johnson, D (ed). IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.

Johnson, A. 2001. Las orquídeas del Parque Nacional Iguazú. Editorial L.O.L.A.

Kierulff, M.C.M., S.L. Mendes y A.B. Rylands 2008. *Cebus nigritus*. En: IUCN 2012. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2012.2. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 10 April 2013.

Keuroghlian, A y D. P. Eaton 2009. Removal of palm fruits and ecosystem engineering in palm stands by white-lipped peccaries (*Tayassu pecari*) and other frugivores in an isolated Atlantic Forest fragment. *Biodiversity Conservation* 18:1733–1750

Kricher, J. 1997. *A Neotropical Companion: An Introduction to the Animals, Plants, and Ecosystems of the New World Tropics*. Princeton University Press. Pp. 504.

Labraga, J. C. 1998. Escenario de cambio climático para Argentina. *Ciencia Hoy* 8(44):18-25.

Laclau, P. 1994. La conservación de los recursos naturales y el hombre en la Selva Paranaense. Boletín Técnico 20 de la Fundación Vida Silvestre Argentina. FVSA-WWF. Pp.139.

Lammertink, M. 2004. A Multiple-Site Comparison of Woodpecker Communities in Bornean Lowland and Hill Forests. *Conservation Biology* 18:746–757.

Lavado, J.S. (QUINO) 2000. Toda Mafalda. Ediciones de la Flor. Pp.658.

Lazure, L.; M. Bachand; C. Ansseau y J.S. Almeida-Cortez 2010. Fate of native and introduced seeds consumed by captive white-lipped and collared peccaries (*Tyassu pecari*, Link 1795 and *Pecari tajacu*, Linnaeus 1758) in the Atlantic rainforest, Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 70(1): 47-53.

Lefkovitch, L. 1965. The study of population growth in organisms grouped by stages. *Biometrics* 21:1-18.

Lomnicki, A. 1988. Population Ecology of Individuals. Princeton university press. Pp. 224.

Mafei, R.A. 2011. Dinâmica populacional de *Euterpe edulis* Martius em Floresta Ombrófila Densa no Sul da Bahia. Thesis do mestrado. Universidade Federal de São Carlos, Brasil. Pp. 76.

Malmierca, L., Herrera, J., Schiaffino, K., Giorgis, P. y Heinonen, S. 1994. Relevamiento del Área Cataratas, Parque Nacional Iguazú. Informe de avance. Centro de Investigaciones Ecológicas Subtropicales y Delegación Técnica Regional NEA. APN. Pp. 30.

Mantovani, A. y L.P. Morelato 2000. Fenologia da floração, fructificação, mudança foliar e aspectos da biologia floral do Palmeiteiro. *Sellowia* 49-52:23-28.

Martínez-Ballesté, A.; C. Martorell; M. Martínez-Ramos y J. Caballero 2005. Applying retrospective demographic models to assess sustainable use: the Maya management of xa'an palms. *Ecology and Society* 10(2):17.

<http://www.ecologyandsociety.org/vol10/iss2/art17/>

Martínez Crovetto, R. 1963. Esquema fitogeográfico de la Provincia de Misiones (República Argentina). *Bonplandia* 1: 171-223

Martins-Corder, M.P.; L.E.B. Fialho; D.S. Zambiasi y E.R. Konzen 2009. Análise da diversidade genética de populações de palmeiteiro (*Euterpe edulis* MARTIUS) a través de marcadores isoenzimáticos. *Revista Ceres* 56:204-213.

Martius, K.F.P. von; Bauer, F.; H. von Mohl; F. Unger y T.O. Weigel 1823-1850. *Historia Naturalis Palmarum*. Pp. 442.

Milanesi, L. da Souza 2012. Dinâmica de uso da paisagem e suas influências características poblacionales de *Euterpe edulis* Martius. Tesis de Maestría. Universidad Federal de Santa Catarina. Centro de Ciencias Agrárias, departamento de Fitotecnia. Programa de post-graduacao em recursos genéticos vegetais.

Mills L.S.; D.F. Doak y M.J. Wisdom 1999. Reliability of conservation actions based on elasticity analysis of matrix models. *Conservation Biology* 13 (4): 815–829.

Ministerio de Ecología de la provincia de Misiones 2001. Bosques productivos e industrias forestales. Inventario Nacional de Bosques Nativos 1998-2001, Inventario Provincial de Bosques Cultivados 2001, Dpto. Aprovechamiento y Promoción Forestal. Argentina.
www.misiones.gov.ar.

Ministerio do Meio Ambiente. Governo do Brasil. <http://www.mma.gov.br/biomas/mata-atlantica>

Misiones on line., 2002. Alto Paraná se quedó con los activos forestales de Pecom en Misiones por 53 millones de dólares. 28 de Diciembre de 2002.
<http://www.misionesonline.net/noticias/28/12/2002/alto-parana-se-quedo-con-los-activos-forestales-de-pecom-en-misiones-por-53-millones-de-dolares#sthash.4TdLWGdf.dpuf>

Molas, P.J. 1989. El Palmito: una interesante alternativa de producción. *Revista Forestal* 1:27-30. Paraguay.

Montenegro, A. C.; M. Strada; M.G. Parmuchi; J. Bono; M. Stamati; F. Bertolami; E. Manghi; P. Picchio y E. Wabö 2007. Pérdida de Bosque Nativo en el período 1998-2006 en la región de la Selva Misionera. Secretaría de ambiente y desarrollo sustentable. Dirección de Bosques. Unidad de Manejo del Sistema de Evaluación Forestal. Pp.19.
<http://es.scribd.com/doc/6238390/Selva-Misionera-Deforestacion-1998-2006>

Myers, N. 1988. Threatened biotas: “hotspots” in tropical forests. *Environmentalists* 8:187-208.

Myers, N.; R.A.Mittermeier; C.G. Mittermeier; G.A.B. da Fonseca y J. Kent 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403:853-858.

Naveda, A.; B. de Thoisi; C. Richard-Hansen; D.A. Torres; L. Salas; R. Wallace; S. Chalukian y S. de Bustos 2008. *Tapirus terrestris*. In: IUCN 2012. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2012.2. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 15 February 2013.

Nodari, R.O; MS Reis; A. Reis y M.P. Guerra 1988. Relação entre parâmetros não destrutivos e o rendimento de palmito. Estudo preliminar. En: Palmito, Anais do Primer encontro nacional de Pesquisadores, EMBRAPA-CNF, Curitiba, Brazil Pp: 181-182.

Nodari, R.O; M.P. Guerra; A. Reis; MS Reis y D. Merizio 1988. Eficiencia de sistemas de implementação do palmitero em mata secundária. En: Palmito, Anais do Primer encontro nacional de Pesquisadores, EMBRAPA-CNF, Curitiba, Brazil Pp: 165-172.

Nodari, R.O., A.C.Fantini, A. Reis y M.S. dos Reis 2000. Restauração de populações de *Euterpe edulis* Martius (Arecaceae) na Mata Atlantica. Sellowia 49-52:189-201.

Oehlschlager, A.C; C.M. Chinchilla y L.M. González. 1992. Manejo del picudo de la palma (*Rhynchophorus palmarum*) y la enfermedad de anillo rojo, mediante un sistema de trampeo basado en la feromona de agregación. ASD Oil Palm Papers 5- 24-31.

Olmsted, I y E.R. Alvarez-Buylla 1995. Sustainable Harvesting of tropical trees: Demography and Matrix Models of two palm species in Mexico. Ecological Applications 2(2):484-500.

Orlande, T.; J. Laarman y J. Mortimer 1996. Palmito sustainability and economics in Brazil's Atlantic coastal forest. Forest Ecology and Management 80:257-265.

Panfil, S.N. y R.E. Gullison 1998. Short term impacts of experimental timber harvest intensity on forest structure and composition in the Chimanes Forest, Bolivia. Forest Ecology and Management 102:235-243.

Peña-Claros M Y P. Zuidema 1999. Limitaciones demográficas para el aprovechamiento sostenible de *Euterpe precatoria* para producción de palmito en dos tipos de bosque de Bolivia. *Ecología en Bolivia* 33:3-21.

Peters, C.M. 1996. Aprovechamiento Sostenible de Recursos no Maderables en Bosque Húmedo Tropical: Un Manual Ecológico. Programa de Apoyo a la Biodiversidad. Serie General del Programa de Apoyo a la Biodiversidad No WWF, TNC, WRI and USAID. Pp. 50.

Phillips, J.R. 2012. ZunZun Online Curve Fitting and Surface Fitting. <http://zunzun.com>.

Pinard, M.A. 1993. Impacts of stem harvesting on population of *Iriartea deltoidea* (Palmae) in an extractive reserve in Acre, Brazil. *Biotropica* 25:2-14.

Pinard, M.A. y F.E. Putz. 1992. Population matrix models and palm resource management. *Bull. Inst. fr. Études andines*. 21(2):637-649.

Pizo, M. A.L. y E. M. Vieira. 2004. Palm harvesting affects seed predation of *Euterpe edulis*, a threatened palm of the Brazilian Atlantic Forest. *Revista Brasileira de Biologia* 64:669-676.

Pizo, M.A., Ch. Von Allmen y L. P. C. Morellato 2006. Seed size variation in the palm *Euterpe edulis* and the effects of seed predators on germination and seedling survival. *Acta oecologica* 29:311-315.

Placci, L.G., S.I. Arditi, P.A. Giorgis y A.A. Wutrich 1992. Estructura del palmital e importancia de *Euterpe edulis* como especie clave en el Parque Nacional Iguazú. Argentina. *Yvyrareta* 3:93-108.

Placci, L.G. y P.A. Giorgis 1993. Estructura y diversidad de la selva del Parque Nacional Iguazú. Argentina. *Actas de VII Jornadas técnicas de ecosistemas forestales nativos: usos, manejo y conservación*, Pp. 123-138. Eldorado, Misiones, Argentina.

Portela, R. de C. Q.; E.M. Bruna y F.A.M. dos Santos 2010. Are protected areas really protecting populations? A test with an Atlantic rain forest palm. *Tropical conservation Science* 3(4):361-372.

Porrino, R. 2001. Aprovechamiento forestal sustentable. *Eco-eficiencia*. 118-122.

Prado, D. 1998. *Myrcarpus frondosus*. En: IUCN 2004. 2004 IUCN Red List of Threatened Species. <http://www.iucnredlist.org>.

Putz, F. E.; D.P. Dykstra y R. Heinrich 2000. Why poor practices persist in the Tropics. *Conservation Biology* 14:951-956.

Putz, S., J. Groeneveld.; L.F. Alves; J.P. Metzger y A. Huth 2011. Fragmentation drives tropical forest fragments to early successional states: A modelling study for Brazilian Atlantic forests. *Ecological Modelling* 222:1986-1997.

Ragonese, A.E. y J.A. Castiglioni 1946. Los pinares de *Araucaria angustifolia* en la República Argentina. *Boletín de LA Sociedad Argentina de Botánica*, 1: 126-147.

Ratsirarson, J. ; J.A. Silander y A.F. Richard 1996. Conservation and Management of a Threatened Madagascar Palm Species, *Neodypsis decaryi*, Jumelle. *Conservation Biology* 10(1):40-52.

Redford, K.H. y C. Padoch (eds) 1992. Conservation of Neotropical forests, working from traditional resource use. New York: Columbia University Press.

Reis, A. 1995. Dispersão de sementes de *Euterpe edulis* M.(Palmae) em uma Floresta Ombrófila Densa Montana da encosta Atlântica em Blumenau, SC. Tese apresentada ao Programa de Pos-graduacao em Biologia Vegetal, Unicamp. Pp. 164

Reis, A.; M.S.Reis y A.C. Fantini 1994. Manejo do Palmitreiro (*Euterpe edulis*) em regimen de rendimento sustentable, Florianópolis, UFSC, Pp. 78.

Reis, M.S y M.P Guerra 1999. *Euterpe edulis* Martius (Palmito). I Seminário Nacional Recursos florestais da mata Atlântica, São Paulo, Brasil.

Reis, M.S., A.C. Fantini, R.O. Nodari, A. Reis, M.P. Guerra y A. Mantovani. 2000 Management and Conservation of Natural Populations in Atlantic Rain Forest: The Case Study of Palm Heart (*Euterpe edulis* Martius). *Biotropica* 32:894–902.

Reis, A. y P.Y. Kageyama 2000. Dispersao de sementes do Palmitreiro (*Euterpe edulis* Martius-Palmae). *Sellowia* 49-52:60-92.

Ribeiro, M.C.; J.P Metzger.; A.C Martensen; F.J Ponzoni,y M.M Hirota 2009. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implication for conservation. *Biological Conservation*. 142:1141-1153.

Rich, P.M. 1987. Mechanical structure of the stem of arborescent palms. *Botanical Gazzete* 148: 42-50.

Ricker, M y D.C. Daly 1998. Botánica económica en Bosques Tropicales. Principios y Métodos para su estudio y aprovechamiento. Editorial Diana.

Ricketts, T.H.; G. C. Daily; P.R. Ehrlich y C.D. Michener 2004. Economic value of tropical forest to coffee production. Proceedings of the National Academy of Science of the United States of America. [http:// www.pnas.org/cgi/dol/10.1073/pnas.0405147101](http://www.pnas.org/cgi/dol/10.1073/pnas.0405147101)

Rozendaal, D.M.A.; R.J.W. Brienen.; C.C. Soliz-Gamboa y P.A. Zuidema 2010. Tropical tree rings reveal preferential survival of fast-growing juveniles and increased juvenile growth rates over time. *New Phytologist* 185:759–769.

Sáenz, G., B. Finegan y M. Guariguata 1999. Crecimiento y mortalidad en juveniles de siete especies arbóreas en un bosque muy húmedo tropical intervenido de Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*. 47:45-57.

Sarukhán, J. 1987. Introducción a la ecología de poblaciones. Un enfoque demográfico. Compañía editorial Continental S.A. de C.V. Pp.78.

Schiaffino, K., J. Herrera, S. Chediack y J. Alonso 2001. Relevamiento ambiental del establecimiento “El yaguaraté”. Caracterización ecológica y evaluación de su condición como unidad de conservación y manejo. Programa Refugios de Vida Silvestre de Fundación Vida Silvestre Argentina. Buenos Aires, Argentina. Pp.50.

Schulze, M. y J. Zweedec 2006. Canopy dynamics in unlogged and logged forest stands in the eastern Amazon. *Forest Ecology and Management* 236:56-64.

Servicio Meteorológico Nacional Argentino. Datos Climáticos del Departamento de Iguazú en la provincia de Misiones, Argentina.

<http://www.smn.gov.ar/?mod=clima&id=30&provincia=Misiones&ciudad=Iguazú>

Silva, J.Z. y M.S. Reis 2010. Effects of Different Simulated Management Intensities on The Genetic Diversity of a Heart-of-palm Tree Natural Population (*Euterpe edulis* Martius).

Silvae Genetica 59:201-210.

Silva Matos, D.M.y A.R.Watkinson 1998. The fecundity, seed and seedling ecology of the edible palm *Euterpe edulis* in south-eastern Brazil. *Biotropica* 30:595–603.

Silva Matos, D.M.; R.P. Freckleton y A.R. Watkinson 1999. The role of density dependence in the population dynamics of a tropical palm. *Ecology* 80(8):2635-2650.

Silva Matos, D.M. y M.L.A. Bovi 2002. Understanding the threats to biological diversity in southeastern Brazil. *Biodiversity and Conservation* 11: 1747–1758

Silvertown, J.W. y J.L. Lovett Doust 1993. Introduction to plant population biology. Blackwell Scientific Publications. Pp. 202.

Sist, P. 2000. Reduced impact logging in the tropics: objectives, principles and impacts. *International Forestry Review* 2:3-10.

Sokal, R.R. y F.J. Rohlf 1995. Biometry: the principles and practice of statistics in biological research. Freeman. New York, USA. Pp. 887.

Srur, M.; F.Gatti; V. Benesovsky; J. Herrera; R. Melzew y M. Camposano 2009. Los tipos de vegetación y ambientes del Parque Nacional Iguazú y su distribución en el paisaje. En: Parque Nacional Iguazú. Conservación Desarrollo en la Selva Paranaense de Argentina. Carpinetti, Garciarena y Almirón (eds.). 1 Edición. Buenos Aires: Administración de Parques Nacionales 2009. ISBN 9 78-987-1363-15-5. Pp. 99-132.

Strudwick, J. y G.L. Sobel 1988. Uses of *Euterpe oleraceae* Mart. in the Amazon Estuary, Brazil. Advances in Economic Botany 6: 225-253. The New York Botanical Garden.

Tabarelli, M. y C.A. Peres. 2002. Abiotic and vertebrate seed dispersal in the Brazilian Atlantic forest: implication for forest regeneration. Biological Conservation 106: 165-176.

Tabarelli, M.; A. Aguiar.; L. C Girao; C. A. Peres. y A.V. Lopes 2010, Effects of Pioneer Tree Species Hyperabundance on Forest Fragments in Northeastern Brazil. Conservation Biology, 24: 1654–1663.

Ticktin, T. 2004. The ecological implications of harvesting non-timber forest products. Journal of Applied Ecology 41: 11–21

Tomlison, P.B. 1990. The structural biology of palms. Clarendon Press Oxford.

ter Steege, H., R.G.A Boot, L.C Brouwer, J.C. Caesar, R.C. Ek, D.S. Hammond, P.P. Haripersaud, P. van der Hout, V.G. Jetten, A.J. van Kekem, M.A. Kellman, A. Zab Khan, M. Polak, T.L. Pons, J. Pulles, D. Raaimakers, S.A. Rose, J.J. van der Sanden y R.J. Zagt. 1996. Ecology and logging in a tropical rainforest in Guyana, with recommendations for forest management. Tropenbos Series 14, The Tropenbos Foundation, Wageningen, Reino de los Países Bajos. Pp. 123.

UICN 1996. Palms, their conservation and sustainable utilization. IUCN/SSC palm specialist group. Jhonson, D. (ed). IUCN Gland Switzerland and Cambridge, UK.

Valla, J.J. 1996. Botánica. Morfología de las plantas superiores. Ed. Hemisferio Sur S.A.

Viana, V. M.; A.J Tabanez y J.L. Batista. 1997 Dynamics and restoration of forest fragments in the Brazilian Atlantic moist forest. En: Tropical forest remnants: ecology, management, and conservation of fragmented communities. Laurance, W.F. y Bierregaard Jr., R.O. (eds.). University of Chicago Press, Chicago. Pp. 351-365.

Verburg, R. y C. van Eijk-Bos 2003. Effects of selective logging on tree diversity, composition and plant functional type patterns in a Bornean rain forest. Journal of Vegetation Science 14: 99-110.

Vuilleumier, B.S. 1971. Pleistocene changes in the fauna and flora of South America. *Science* 173: 771-780.

Weiss, K.D. 1998. Un estudio del mercado mundial para el Pijuayo. Winrock international: Proyecto de desarrollo alternativo. USAID/Contradrogas. Lima, Perú.

Wells, K., E. K.V. Kalko, M.B. Lakim y M. Pfeiffer 2007. Effects of rain forest logging on species richness and assemblage composition of small mammals in Southeast Asia. *Journal of Biogeographic* 34:1087-1099.

Werneck, M.de Souza; M. E. G. Sobral; C. T. V. Rocha; E. C. Landau y J.R. Stehman 2011. Dsitribution and endemisms of Angiosperms in the Atlantic Forest. *Natureza y Conservação* 9(2):188-193.

Whitmore, T.C. 1998. An introduction to tropical rainforests. Oxford University, London, UK. Pp. 296.

Wikipedia, 2012a. Polifenol oxidasa.

http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Polifenol_oxidasa&oldid=56224081

Wikipedia, 2012b. Historia de la provincia de Misiones.

http://es.wikipedia.org/wiki/Historia_de_la_provincia_de_Misiones

Wilson, E.O; M. Ryan y G. McGill 2012. Life on Earth. Wilson Digital Inc. Pp 436.

World Conservation Monitoring Centre 1998. *Albizia edwarllii*. En: IUCN 2004. 2004
IUCN Red List of Threatened Species. <http://www.iucnredlist.org>.

Yodzis, P. 1989. Introduction to theoretical ecology. Harper y Row publishers, New York,
USA. 384 p.

Zagt, R. y Boot, R.G.A. 1997. The response of tropical trees to logging a cautious
application of matrix models. En: Tree demography in the Tropical Rain forest of Guyana.
Tropenbos Guyana Series 3.

Zar, J. 1996. Biostatistical analysis. Prentice-Hall, New Jersey, USA. Pp. 662.

Zuidema, P.A. 2000. Demography of exploited tree species in the Bolivian Amazon. PhD. University of Utrecht, Utrecht, the Netherlands. Pp 240.

Zuidema P.A. y M. Franco M. 2001. Integrating vital rate variability into perturbation analysis: an evaluation for matrix population models of six species. *Journal of Ecology*, 89: 995–1005.

Zuloaga, F. O. y O. Morrone (eds.). 1999. Catálogo de las Plantas Vasculares de la Argentina. *Missouri Botanical Garden* 74: 1-1246 (también disponible en-línea: <http://www.darwin.edu.ar/Proyectos/FloraArgentina/FA.asp>).